СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

В. В. ДАНИЛЕВСКИЙ

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ДОПОЛНЕННОЕ И ПЕРЕРАБОТАННОЕ

МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1973

6П5(083)
Д18

В. В. Данилевский

Д18 Справочник молодого машиностроителя. Справочник для молодых рабочих машиностроительных заводов и учащихся проф.-техн. училищ. Изд. 3-е, доп. и перераб. М., «Высш. школа», 1973.
648 с. с ил.

В книге приводятся справочные данные по материалам, применяемым в машиностроении, межоперационным припускам, допускам и посадкам, а также достижимой шероховатости поверхности при обработке на металлорежущих станках, сведения о режущем инструменте, технические характеристики металлорежущих станков с изложением основных неполадок при работе на станках, а также рекомендации о применении смазочно-охлаждающих жидкостей при резании материалов.

Отдельные разделы справочника посвящены описанию основных автоматизирующих устройств к станкам, нормированию токарных, сверлильных, фрезерных и других станочных работ, экономике и организации производства, охране труда и технике безопасности при работе на станках.

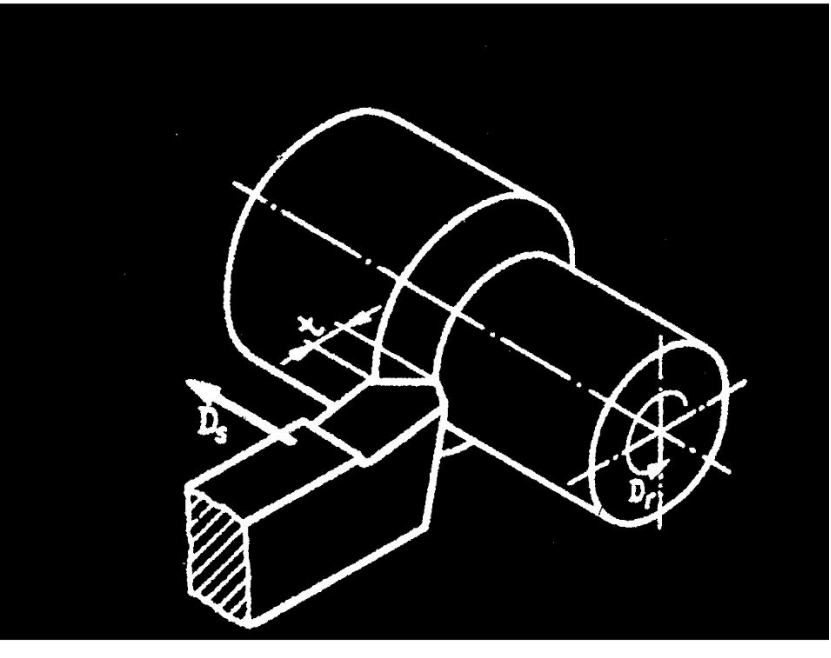
Справочник может быть использован рабочими машиностроительных заводов и учащимися профессионально-технических училищ.

Д $\frac{3131-331}{001(01)-73}$ 84—73 6П5(083)

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: *Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».*

Рекомендован к изданию Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию.

© Издательство «Высшая школа», 1973 г.


x_r
D_s
D_{ri}

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР утвержден ГОСТ 9867—61 «Международная система единиц» со сроком введения его в действие с 1 января 1963 г. для предпочтительного применения во всех областях науки, техники и народного хозяйства, а также при преподавании.

Стандарт устанавливает сокращенное обозначение этой системы русскими буквами СИ.

Международная система единиц состоит из 6 основных единиц (метра, килограмма, секунды, градуса Кельвина, ампера и свечи), 2 дополнительных единиц (радиана и стерадиана) и 27 важнейших производных единиц.

Недостающие производные и внесистемные единицы, допускаемые к применению, следует брать из Государственных стандартов на единицы по отдельным видам измерения (ГОСТ 7664—61, ГОСТ 8849—58, ГОСТ 8033—56, ГОСТ 8550—61 и ГОСТ 7932—56). Все эти единицы, а также единицы по ГОСТ 9867—61 приводятся в табл. 1.

1. Единицы Международной системы единиц (СИ), установленные Государственными стандартами СССР

Наименование величин	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения
Основные единицы		
Длина	метр	*м*
Масса	килограмм	*кг*
Время	секунда	*сек*
Сила электрического тока	ампер	*а*
Термодинамическая температура	градус Кельвина	°К
Сила света	свеча	*св*
Дополнительные единицы		
Плоский угол	радиан	*рад*
Телесный угол	стерадиан	*стер*
Производные единицы		
а) Механические единицы		
Частота	герц	*гц*
Угловая скорость	радиан в секунду	*рад/сек*

Продолжение табл. 1

Наименование величин	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения
Угловое ускорение	радиан на секунду в квадрате	*рад/сек²*
Скорость	метр в секунду	*м/сек*
Ускорение	метр на секунду в квадрате	*м/сек²*
Площадь	квадратный метр	$м^2$
Объем	кубический метр	$м^3$
Плотность	килограмм на кубический метр	$кг/м^3$
Сила	ньютон	*н*
Удельный вес	ньютон на кубический метр	$н/м^3$
Момент инерции (динамический)	килограмм на квадратный метр	$кг/м^2$
Работа и энергия	джоуль	*дж*
Мощность	ватт	*вт*
Напряжение (давление)	ньютон на квадратный метр	$н/м^2$
Динамическая вязкость	ньютон-секунда на квадратный метр	$н \cdot сек/м^2$
Кинематическая вязкость	квадратный метр на секунду	$м^2/сек$

б) Тепловые единицы

Количество теплоты, термодинамический потенциал	джоуль	*дж*
Удельная теплота (фазового превращения химической реакции)	джоуль на килограмм	*дж/кг*
Теплоемкость системы	джоуль на градус	*дж/град*
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-градус	*дж/(кг·град)*
Энтропия системы	джоуль на градус	*дж/град*
Удельная энтропия	джоуль на килограмм-градус	*дж/(кг·град)*

Продолжение табл. 1

Наименование величин	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения
Тепловой поток	ватт	*вт*
Поверхностная плотность теплового потока	ватт на квадратный метр	*вт/м²*
Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи	ватт на квадратный метр-градус	*вт/(м²·град)*
Коэффициент теплопроводности	ватт на метр-градус	*вт/(м·град)*
Коэффициент температуропроводности	квадратный метр на секунду	*м²/сек*
Температурный градиент	градус на метр	*град/м*

в) Электрические и магнитные единицы

Работа и энергия	джоуль	*дж*
Мощность	ватт	*вт*
Количество электричества (электрический заряд)	кулон или ампер-секунда	*к* или *а·сек*
Поток электрического смещения (поток электрической индукции)	кулон	*к*
Электрическое смещение (электрическая индукция)	кулон на квадратный метр	*к/м²*
Разность электрических потенциалов, электрическое напряжение, электродвижущая сила	вольт	*в*
Напряженность электрического поля	вольт на метр	*в/м*
Электрическое сопротивление	ом	*ом*
Электрическая проводимость	сименс	*сим*
Электрическая емкость	фарада	*ф*
Магнитный поток	вебер	*вб*
Магнитная индукция	тесла или вебер на квадратный метр	*тл* или *вб/м²*
Индуктивность и взаимная индуктивность	генри	*гн*

Продолжение табл. 1

Наименование величин	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения
Магнитодвижущая сила и разность магнитных потенциалов	ампер или ампер-виток	*а* или *ав*
Напряженность магнитного поля	ампер на метр или ампер-виток на метр	*а/м* или *ав/м*
г) Акустические единицы		
Звуковое давление	ньютон на квадратный метр	$н/м^2$
Объемная скорость	кубический метр в секунду	$м^3/сек$
Акустическое сопротивление	ньютон-секунда на метр в пятой степени	$н \cdot сек/м^5$
Механическое сопротивление	ньютон-секунда на метр	$н \cdot сек/м$
Интенсивность звука	ватт на квадратный метр	$вт/м^2$
Плотность звуковой энергии	джоуль на кубический метр	$дж/м^3$
д) Световые единицы		
Световой поток	люмен	*лм*
Световая энергия	люмен-секунда	*лм·сек*
Светность	люмен на квадратный метр	$лм/м^2$
Освечивание	свеча-секунда	*св·сек*
Яркость	нит или свеча на квадратный метр	*нт* или $св/м^2$
Освещенность	люкс	*лк*
Количество освещения	люкс-секунда	*лк·сек*

Примечания.

1. Весовое количество металла, расходуемое на изготовление станка, трубопровода, турбины и др., следует выражать в единицах массы (*кг*). Вес станка, трубопровода, турбины и других при их подъеме краном или вес котельного агрегата при определении нагрузки на фундамент следует выражать в ньютонах (*н*).

2. Особое внимание следует уделять применению понятий «плотность» и «удельный вес». Под плотностью (объемной массой) следует понимать массу единицы объема, т. е. величину отношения покоя-

шейся массы к его объему. *Плотность имеет размерность в Международной системе единиц* ($кг/м^3$) и является величиной, обратной удельному объему.

3. Рекомендуется применять в формулах, таблицах и графиках вместо удельного веса понятие плотности (объемной массы) с основной единицей измерения $кг/м^3$.

4. В качестве единицы давления (механического напряжения) в СИ принимается давление в 1 *н* на 1 $м^2$ ($н/м^2$). Эта единица давления практически очень мала, поэтому в технических расчетах рекомендуется применять внесистемную единицу давления бар (*бар*), являющуюся кратной единицей давления в системе *СИ* *н равную* 10^5 $н/м^2$.

5. В качестве единицы динамической вязкости принимается $н \cdot сек/м^2$, *или* $кг/м \cdot сек$, *что одно и то же.*

6. Единицей работы любого вида энергии, а также количества теплоты в Международной системе единиц является универсальная единица измерения джоуль (*дж*), представляющий собой работу силы в 1 *н* на пути в 1 *м*.

7. ГОСТ 8550—61 допускает для измерения тепловых единиц временное применение внесистемных тепловых единиц, основанных на калории.

8. В качестве универсальной единицы мощности принимается ватт (*вт*), представляющий собой мощность, когда работа в 1 *дж* совершается *в 1 сек, т. е. 1 вт=1 дж/сек.*

При необходимости перерасчета старых и внесистемных единиц в единицы СИ следует пользоваться табл. 2.

2. Пересчетные значения единиц измерения

Наименование величин	Старые и внесистемные единицы	Единицы системы СИ
Длина	1 микрон (*мкм*)	1 микрометр
Объем	1 литр (*л*)	$1{,}000028 \cdot 10^{-3}$ $м^3$
Масса	1 тонна (*т*)	1000 *кг*
Масса	1 центнер (*ц*)	100 *кг*
Плоский угол	1 градус (°)	$\frac{\pi}{180}$ *рад*
Плоский угол	1 минута (′)	$\frac{\pi}{180}$ 10^{-2} *рад*
Угловая скорость	1 оборот в минуту (*об/мин*)	$\frac{\pi}{30}$ *рад/сек*
Сила	1 тонна-сила (*тс*; *Т*)	9806,65 *н*
Сила	1 килограмм-сила (*кгс*; *кГ*)	9,80665 *н*
Работа и энергия	1 килограмм-сила-метр ($кгс \cdot м$; $кГ \cdot м$)	9,80665 *дж*

Продолжение табл. 2

Наименование величин	Старые и внесистемные единицы	Единицы системы СИ
Работа и энергия	1 лошадиная сила-час (*л. с.-ч*)	$2{,}648 \cdot 10^6$ *дж*
Работа и энергия	1 киловатт-час (*квт·ч*)	$3{,}6 \cdot 10^6$ *дж*
Работа и энергия	1 эрг (*эрг*)	10^{-7} *дж*
Работа и энергия	1 калория (*кал*)	4,1868 *дж*
Работа и энергия	1 килокалория (*ккал*)	4186,8 *дж* = = 4,1868 *кдж*
Работа и энергия	1 калория (химическая)	4,1840 *дж*
Мощность	1 *кгс·м/сек* (*кГ·м/сек*)	9,80665 *вт*
Мощность	1 *л. с.*	735,499 *вт*
Мощность	1 *эрг/сек*	10^{-7} *вт*
Давление (напряжение)	1 бар (*бар*)	10^5 *н/м*^{2}
Давление	1 миллибар (*мбар*)	100 *н/м*^{2}
Давление	1 микробар (*мкбар*)	0,1 *н/м*^{2}
Давление	1 *дин/см*^{2}	9,80665 *н/м*^{2}
Давление	1 *мм вод. ст.*	
Давление	1 *мм рт. ст.*	133,322 *н/м*^{2}
Динамическая вязкость	1 пуаз (*пз*)	0,1 *н·сек/м*^{2}
Динамическая вязкость	1 сантипуаз (*спз*)	0,001 *н·сек/м*^{2}
Удельная теплоемкость	1 *ккал/(кг·град)*	4186,8 *дж/(кг·град)* = = 4,1868 *кдж/(кг·град)*
Удельная теплота	1 *ккал/кг*	4186,8 *дж/кг*
Тепловой поток	1 *ккал/ч*	1,1630 *вт*
Плотность теплового потока	1 *ккал/(м*^{2}*·ч)*	1,1630 *вт/м*^{2}
Коэффициент теплоотдачи и теплопередачи	1 *ккал/(м*^{2}*·ч·град)*	1,1630 *вт/(м*^{2}*·ч·град)*
Коэффициент теплопроводности	1 *ккал/(м·ч·град)*	1,1630 *вт/(м·ч·град)*
Удельная энтропия	1 *ккал/(кг·град)*	4186,8 *дж/(кг·град)*
Магнитные единицы	1 максвелл (*мкс*)	10^{-8} *вб*
Магнитные единицы	1 гаусс (*гс*)	10^{-4} *тл*
Акустические единицы	1 *дин/см*^{2}	0,1 *н/м*^{2}
Акустические единицы	1 *см*^{3}*/сек*	10^{-6} *м*^{3}*/сек*
Акустические единицы	1 *дин·сек/см*^{5}	10^5 *н·сек/м*^{5}
Световые единицы	1 радлюкс	1,005 *лм/м*^{2}
Световые единицы	1 стильб	$1{,}005 \cdot 10^4$ *нт*

3. Система метрических мер

Наименование величин	Обозначение	Величина
	Меры длины	
Микрон	*мкм*	0,000001 *м* = 0,001 *мм*
Миллиметр	*мм*	0,001 *м* = 1000 *мкм*
Сантиметр	*см*	0,01 *м* = 10 *мм*
Дециметр	*дм*	0,1 *м* = 10 *см* = 100 *мм*
Метр	*м*	100 *см* = 1000 *мм* = = 1 000 000 *мкм*
Километр	*км*	1000 *м* = 1 000 000 *мм*
	Меры поверхности	
Квадратный миллиметр	$мм^2$	0,000001 $м^2$
Квадратный сантиметр	$см^2$	0,0001 $м^2$ = 100 $мм^2$
Квадратный дециметр	$дм^2$	0,01 $м^2$ = 100 $см^2$ = 10 000 $мм^2$
Квадратный метр	$м^2$	10 000 $см^2$ = 1 000 000 $мм^2$
Квадратный гектометр	*га*	10 000 $м^2$
Квадратный километр	$км^2$	1 000 000 $м^2$
	Меры объема	
Кубический миллиметр	$мм^3$	0,000000001 $м^3$ = 0,001 $м^3$
Кубический сантиметр	$см^3$	0,000001 $м^3$
Кубический дециметр	$дм^3$	0,001 $м^3$ = 1 000 000 $мм^3$ = 1 *л*
Кубический метр	$м^3$	1000 $дм^3$
	Меры емкости	
Литр	*л*	0,001 $м^3$ = 1000 $см^3$
Килолитр	*кл*	1000 *л*
Гектолитр	*гл*	100 *л*
Декалитр	*дкл*	10 *л*
Децилитр	*дцл*	0,1 *л*
Сантилитр	*сл*	0,01 *л*
Миллилитр	*мл*	0,001 *л*
	Меры массы	
Миллиграмм	*мг*	0,001 *г*
Грамм	*г*	1000 *мг*
Килограмм	*кг*	1000 *г*
Центнер	*цн*	100 *кг* = 100000 *г*
Тонна	*т*	1000 *кг* = 10 *цн*

4. Перевод дюймов в миллиметры через 1/16 дюйма

Дюймы	0/16	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16
0	0,000	1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,112
1	25,400	26,987	28,574	30,162	31,749	33,337	34,924	36,512
2	50,800	52,387	53,974	55,561	57,149	58,736	60,324	61,911
3	76,200	77,786	79,374	80,961	82,549	84,136	85,723	87,311
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11
6	152,40	153,98	155,57	157,16	158,75	160,33	161,92	163,51
7	177,80	179,38	180,97	182,56	184,15	185,73	187,32	188,91
8	203,20	204,78	206,37	207,96	209,55	211,13	212,72	214,31
9	228,60	230,18	231,77	233,36	234,95	236,56	238,12	239,71
10	254,00	255,58	257,17	258,76	260,35	261,93	263,52	265,11
11	279,40	280,98	282,57	284,16	285,74	287,74	288,92	290,51
12	304,80	306,38	307,97	309,56	311,14	312,73	314,32	315,91
13	330,20	331,78	333,37	334,96	336,54	338,13	339,72	341,31
14	355,60	357,18	358,77	360,36	361,94	363,53	365,12	366,71
15	381,00	382,58	384,17	385,76	387,34	388,93	390,52	392,11
16	406,40	407,98	409,57	411,16	412,74	414,33	415,92	417,50
17	431,80	433,38	434,97	436,55	438,14	439,73	441,32	442,90
18	457,20	458,78	460,37	461,95	463,54	465,13	466,72	468,30
19	482,60	484,18	485,77	487,35	488,94	490,53	492,12	493,70
20	508,00	509,58	511,17	512,75	514,34	515,93	517,52	519,10
21	533,40	534,98	536,57	538,15	539,74	541,33	542,92	544,50
22	558,80	560,38	561,96	563,55	565,14	566,73	568,31	569,90
23	584,20	585,78	587,36	588,95	590,54	592,13	593,71	595,30
24	609,60	611,18	612,76	614,35	615,94	617,53	619,11	620,70
25	635,00	636,58	638,16	639,75	641,34	642,93	644,51	646,10

(1 дюйм = 25,400 *мм*; 1 *мм* = 0,03937 дюйма)

1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
12,700	14,287	15,875	17,462	19,050	20,637	22,225	23,812
38,099	39,687	41,274	42,862	44,449	46,037	47,624	49,212
63,499	65,086	66,674	68,261	69,849	71,436	73,024	74,621
88,898	90,486	92,0 3	93,661	95,248	96,836	98,423	100,01
114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41
139,70	141,28	142,87	144,46	146,05	147,63	149,22	150,81
165,10	166,68	168,27	169,86	171,45	173,03	174,62	176,21
190,50	192,08	193,67	195,26	196,85	198,43	200,02	201,61
215,90	217,48	219,07	220,66	222,25	223,83	225,42	227,01
241,30	242,88	244,47	246,06	247,65	249,23	250,82	252,41
266,70	268,28	269,87	271,46	273,05	274,63	276,22	277,81
292,09	293,68	295,27	296,86	298,44	300,03	301,62	303,21
317,49	319,08	320,67	322,26	323,84	325,43	327,02	328,61
342,89	344,48	346,07	347,66	349,24	350,83	352,42	354,01
368,29	369,88	371,47	373,06	374,64	376,23	377,82	379,41
393,69	395,28	396,87	398,46	400,04	401,63	403,22	404,81
419,09	420,68	422,27	423,85	425,44	527,03	248,62	430,20
444,49	446,08	447,67	449,25	450,84	452,43	454,02	455,60
469,89	471,48	473,03	474,65	476,24	477,83	479,42	481,00
495,29	496,88	498,47	500,05	501,64	503,23	504,82	506,40
520,69	522,28	523,87	525,45	527,04	528,63	530,22	531,80
546,09	547,68	549,27	550,85	552,44	554,03	555,61	557,20
571,49	573,08	574,66	576,25	577,84	579,43	581,01	585,60
596,89	598,48	600,06	601,65	603,24	604,41	606,41	608,00
622,29	623,88	625,46	627,05	628,64	630,23	631,81	633,40
647,69	649,28	650,86	652,45	654,04	655,63	657,21	658,80

5. Квадраты, кубы, корни квадратные и кубические, длины окружностей, площади кругов для чисел от 1 до 100

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	8,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,274	73,6173
10	100	1 000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1 331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1 728	3,4611	2,2894	37,699	113,097
13	169	2 197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2 744	3,7417	2,4101	43,982	153,938
15	225	3 375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4 096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4 913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	321	5 832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6 859	4,3589	2,6684	59,690	283,529
20	400	8 800	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9 261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10 648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12 167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13 824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15 625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17 576	5,0990	2,9625	81,631	530,929
27	729	19 683	5,1962	3,0000	84,823	572,555
28	784	21 952	5,2915	3,0366	87,965	615,752
29	841	24 389	5,3852	3,0723	91,106	660,520
30	900	27 000	5,4772	3,1072	94,248	706,858
31	961	29 791	5,5678	3,1414	97,389	754,768
32	1024	32 768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1089	35 937	5,7446	3,2075	103,673	855,299
34	1156	39 304	5,8310	3,2396	106,814	907,920

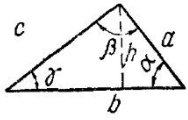
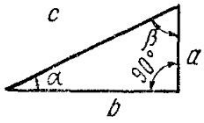
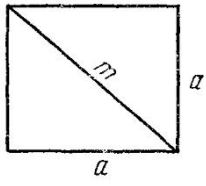
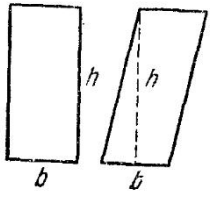
Продолжение табл. 5

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
35	1225	42 875	5,9161	3,2711	109,956	962,113
36	1296	46 656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1369	50 653	6,0828	3,3322	116,239	1075,21
38	1444	54 872	6,1644	3,3620	119,381	1134,11
39	1521	59 319	6,2450	3,3912	122,522	1194,59
40	1600	64 000	6,3246	3,4200	125,66	1256,64
41	1681	68 921	6,4031	3,4482	128,81	1320,25
42	1764	74 088	6,4807	3,4760	131,95	1385,44
43	1849	79 507	6,5574	3,5034	135,09	1452,20
44	1936	85 184	6,6332	3,5303	138,23	1520,53
45	2025	91 125	6,7082	3,5569	141,37	1590,43
46	2116	97 335	6,7823	3,5830	144,51	1661,90
47	2209	108 823	6,8557	3,6088	147,65	1734,94
48	2304	110 592	6,9282	3,6342	150,80	1809,56
49	2401	117 649	7,0000	3,6593	153,94	1885,74
50	2500	125 000	7,0711	3,6840	157,08	1963,50
51	2601	132 651	7,1414	3,7084	160,22	2042,82
52	2704	140 608	7,2111	3,7325	163,36	2123,72
53	2809	148 877	7,2801	3,7563	166,50	2206,18
54	2916	157 464	7,3485	3,7798	169,65	2290,22
55	3025	166 375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3136	175 616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3249	185 193	7,5498	3,8455	179,07	2551,76
58	3364	195 112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3481	205 379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3600	216 000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3721	226 981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3844	238 328	7,8740	3,9575	174,78	3019,07
63	3969	250 047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4096	262 144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4225	274 625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4356	287 496	8,0840	4,0412	207,35	3421,19
67	4489	300 763	8,1754	4,0621	210,49	3525,65
68	4624	314 432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4761	328 509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28

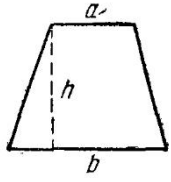
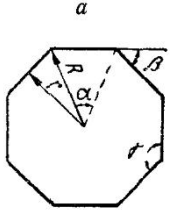
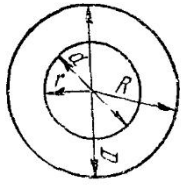
Продолжение табл. 5

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
70	4900	343 000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45
71	5041	357 911	8,4261	4,1408	223,05	3059,19
72	5184	373 248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5329	389 017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5476	405 224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5625	421 875	8,6603	4,2172	232,62	4417,86
76	5776	438 976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46
77	5929	456 533	8,7750	4,2543	241,90	4656,63
78	6084	474 552	8,8318	4,2727	245,04	4778,36
79	6241	493 039	8,8882	4,2908	248,19	4901,67
80	6400	512 000	8,9443	4,3089	251,33	5026,55
81	6561	531 441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6724	551 368	9,0554	4,3445	257,61	5281,02
83	6889	571 787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7056	592 704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7225	614 125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7396	636 056	9,2736	4,4140	270,18	5808,80
87	7569	658 503	9,3274	4,4310	273,32	5944,68
88	7744	681 472	9,3808	4,4480	276,46	6082,12
89	7921	704 969	9,4340	4,4647	279,60	6221,14
90	8100	729 000	9,4868	4,4814	282,74	6361,73
91	8281	753 571	9,5394	4,4979	285,88	6503,88
92	8464	778 688	9,5917	4,5144	289,03	6647,61
93	8649	804 357	9,6437	4,5307	292,17	6792,91
94	8836	830 584	9,6954	4,5408	295,31	6939,78
95	9025	857 375	9,7468	4,5629	298,45	7088,22
96	9216	884 736	9,7980	4,5789	301,59	7238,23
97	9409	912 673	9,8489	4,5947	304,73	7389,81
98	9604	941 192	9,8995	4,6104	307,88	7542,96
99	9801	970 299	9,9499	4,6261	311,02	7697,69
100	10 000	1 000 000	10,0000	4,6416	314,16	7853,98

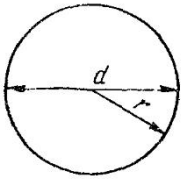
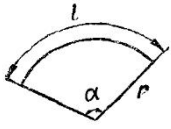
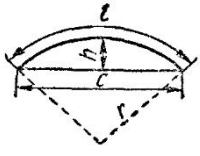
6. Площади плоских фигур

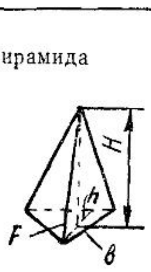
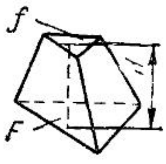
Эскиз	Обозначения и формулы	Площадь поверхности F
Любой треугольник 	a, b, c — стороны; α, β, γ — углы, противолежащие сторонам; b — основание; h — высота; $\alpha + \beta + \gamma = 180°$	$F = \frac{b \cdot h}{2}$
Прямой треугольник 	a, b — катеты; c — гипотенуза; α, β — противолежащие углы; $\alpha + \beta = 90°$; $a^2 + b^2 = c^2$	$F = \frac{a \cdot b}{2}$
Квадрат 	a — сторона; m — диагональ; $a = 0{,}707\ m$; $m = 1{,}414\ a$	$F = a^2 = \frac{m^2}{2}$
Прямоугольник и параллелограмм 	b — основание; h — высота	$F = b \cdot h$

Продолжение табл. 6

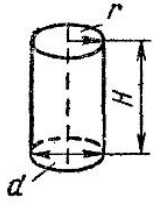
Эскиз	Обозначения и формулы	Площадь поверхности F
Трапеция 	a, b — параллельные стороны (основания); h — высота	$F=\frac{a+b}{2}\cdot h$
Правильный многоугольник 	n — число сторон; r — радиус вписанного круга; a — сторона; R — радиус описанного круга (при $n=6$, $R=a$); α — центральный угол $\frac{360^\circ}{n}$; β — внешний угол $\frac{360^\circ}{n}$; γ — внутренний угол $180^\circ-a$	$F=\frac{a\cdot r}{2}\cdot n$
Кольцо 	D — наружный диаметр; d — внутренний диаметр; R — наружный радиус; r — внутренний радиус	$F=\pi(R^2-r^2)=$ $=\frac{\pi}{4}\cdot(D^2-d^2)$

Продолжение табл. 6

Эскиз	Обозначения и формулы	Площадь поверхности F
Круг 	r — радиус; d — диаметр; L — длина окружности $L = 2\pi \cdot r = \pi \cdot d$	$F = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}785\, d^2$
Сектор 	r — радиус; α — центральный угол; l — длина дуги $l = \frac{2\pi \cdot r \cdot \alpha}{360^\circ} = 0{,}01745 \cdot r \cdot \alpha$	$F = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \alpha}{360^\circ} = 0{,}00873 r^2 \alpha$
Сегмент 	c — хорда; r — радиус; h — высота; l — длина дуги; $r = \frac{c^2 + 4h}{8h}$; $h = r - \frac{1}{2}\sqrt{4r^2 - c^2}$ $c = 2\sqrt{h(2r - h)}$	$F = \frac{r(l - c) + c \cdot h}{2}$

Эскиз	Обозначения и формулы	Площадь по
Пирамида 	F — поверхность основания; H — высота	$F = \frac{b \cdot$ 2 где b и h — соотв ны и высота треуг ния
Усеченная пирамида 	F, f — поверхности двух оснований; H — высота	$F = \frac{b \cdot h}{2}$; f где b, b_1; h, h_1 — стороны и высоты основания

Цилиндр



r — радиус;

d — диаметр;

H — высота;

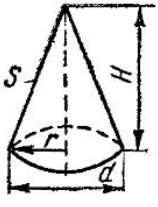
$F_б$ — боковая поверхность;

F — поверхность основания;

$F = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \cong$

$F_б = 2\pi \cdot r \cdot H =$

Конус



r — радиус;

d — диаметр;

H — высота;

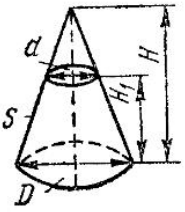
S — образующая конуса;

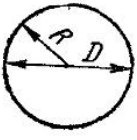
$F_б$ — боковая поверхность;

F — поверхность основания;

$F_б = \pi \cdot r \cdot S =$

$F = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \cong$

Эскиз	Обозначения и формулы	Площадь повер
Усеченный конус 	r — радиус меньшего основания; R — радиус большего основания; d — диаметр меньшего основания; D — диаметр большего основания; H_1 — высота усеченного конуса; H — высота всего конуса; S — образующая конуса; $F_б$ — боковая поверхность;	$F_1 = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \cong$ $F_2 = \pi \cdot R^2 = \frac{\pi D^2}{4} \cong$ $F_б = \pi \cdot S\,(R + r) =$

	F_1 — поверхность меньшего основания; F_2 — поверхность большего основания; $H = H_1 + \frac{r \cdot H_1}{R - r} =$ $= H_1 + \frac{d \cdot H_1}{D - d}$	
Шар  	R — радиус; D — диаметр; F — поверхность	$F = 4\pi R^2$

8. Деление окружности на n равных частей от 0 до 50

n	$\sin\frac{180°}{n}$	n	$\sin\frac{180°}{n}$	n	$\sin\frac{180°}{n}$
1	0,00000	18	0,17365	35	0,08964
2	1,00000	19	0,16459	36	0,08716
3	0,86603	20	0,15643	37	0,08481
4	0,70711	21	0,14904	38	0,08258
5	0,58779	22	0,14231	39	0,08041
6	0,50000	23	0,13617	40	0,07846
7	0,43388	24	0,13053	41	0,07655
8	0,38268	25	0,12533	42	0,07473
9	0,34202	26	0,12054	43	0,07300
10	0,30902	27	0,11600	44	0,07134
11	0,28173	28	0,11196	45	0,06976
12	0,25882	29	0,10812	46	0,06824
13	0,23932	30	0,10453	47	0,06679
14	0,22252	31	0,10117	48	0,06540
15	0,20791	32	0,09802	49	0,06407
16	0,19509	33	0,09506	50	0,06279
17	0,18375	34	0,09227		

Примечание. Для деления окружности на n равных частей необходимо определить величину хорды c по формуле $c=d\cdot\sin\frac{180°}{n}$ (где d — диаметр окружности); величина $\frac{\sin 180°}{n}$ берется из таблицы.

9. Соотношение чисел твердости, определенных разными методами

Твердость по Бринеллю *HB*		Твердость по Роквеллу *HRC* при нагрузке $P=150$ *кГ*	Твердость при испытании пирамидой $H_п$	Твердость по методу упругого отскока $H_{от}$
диаметр d отпечатка, *мм*	при шарике диаметром $d=10$ *мм* и нагрузке $P=3000$ *кГ*			
2,00	946	—	—	—
2,05	898	—	—	—
2,10	875	—	—	—
2,15	817	—	—	—
2,20	782	72	1220	107
2,25	744	69	1114	100
2,30	713	67	1021	96
2,35	683	65	940	92
2,40	652	63	867	88

Продолжение табл. 9

Твердость по Бринеллю *НВ*		Твердость по Роквеллу *HRC* при нагрузке $P = 150$ *кГ*	Твердость при испытании пирамидой $H_п$	Твердость по методу упругого отскока $H_{от}$
диаметр *d* отпечатка, *мм*	при шарике диаметром d=10 *мм* и нагрузке $P = 3000$ *кГ*			
2,45	627	61	803	85
2,50	600	59	746	81
2,56	578	58	694	78
2,60	555	56	649	75
2,65	512	52	587	70
2,75	495	51	551	68
2,80	477	49	534	66
2,85	460	48	502	64
2,90	444	47	474	61
2,95	430	45	460	59
3,00	415	44	435	57
3,05	402	43	423	55
3,10	387	41	401	53
3,15	375	40	390	52
3,20	364	39	380	50
3,25	351	38	361	49
3,30	340	37	344	47
3,35	332	36	335	46
3,40	321	35	320	45
3,45	311	34	312	44
3,50	302	33	305	42
3,55	293	31	291	41
3,60	286	30	285	40
3,65	277	29	278	39
3,70	269	28	272	38
3,75	262	27	261	37
3,80	255	26	255	36
3,85	248	25	250	36
3,90	241	24	240	35
3,95	235	23	235	34
4,00	228	22	226	33
4,05	223	21	221	33
4,10	217	20	217	32
4,15	212	19	213	31
4,20	207	18	209	30
4,25	202	—	201	30
4,30	196	—	197	29
4,35	192	—	190	29
4,40	187	—	186	28

Продолжение табл. 9

Твердость по Бринеллю *НВ*		Твердость по Роквеллу *HRC* при нагрузке $P = 150$ *кГ*	Твердость при испытании пирамидой $H_п$	Твердость по методу упругого отскока $H_{от}$
диаметр d отпечатка, *мм*	при шарике диаметром d=10 *мм* и нагрузке $P = 3000$ *кГ*			
4,45	183	—	183	28
4,50	179	—	177	27
4,55	174	—	174	27
4,60	170	—	170	26
4,65	166	—	166	26
4,70	163	—	163	25
4,75	159	—	159	25
4,80	156	—	156	24
4,85	153	—	153	24
4,90	149	—	149	23
4,95	146	—	146	23
5,00	143	—	143	22
5,05	140	—	140	21
5,10	137	—	137	21
5,15	134	—	134	19
5,20	131	—	131	19
5,25	128	—	128	19
5,30	126	—	126	19
5,35	124	—	124	19
5,40	121	—	121	19
5,45	118	—	118	19
5,50	116	—	116	19
5,55	114	—	114	18
5,60	112	—	112	18
5,65	109	—	109	18
5,70	107	—	107	18
5,75	105	—	105	18
5,80	103	—	103	18
5,85	101	—	101	17
5,90	99	—	99	17
5,95	97	—	97	17
6,00	95	—	95	17

ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Рабочие чертежи в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) оформляются на определенных форматах бумаги в натуральную величину, с уменьшением или увеличением. Основные форматы листов чертежей приведены в табл. 10.

10. Обозначения и размеры основных форматов по ГОСТ 2.301—68

Обозначение формата	44	24	22	12	11
Размеры сторон формата, *мм*	1189×841	594×841	594×420	297×420	297×210

Масштабы 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.

Масштабы увеличения: 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1 (ГОСТ 2.302-68).

Изображения предметов на чертежах должны выполняться методом прямоугольного проецирования; при этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Изображение предмета на фронтальной поверхности принимается на чертеже в качестве главного, при этом оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения.

Вид характеризует изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. ГОСТ 2.305—68 установил следующие названия видов: вид спереди, вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу и вид сзади. Направление взгляда указывается на чертеже стрелкой, обозначенной прописной буквой.

Разрез характеризует изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Разрезы разделяются на горизонтальные, вертикальные и наклонные. Они могут быть простыми (при одной секущей плоскости) и сложными (при нескольких секущих плоскостях). Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (разомкнутая линия). У начала и конца линии изображаются стрелки, указывающие направление взгляда и соответствующие прописные буквы.

Сечения, не входящие в состав разреза, подразделяются на вынесенные и наложенные, причем первые являются предпочтительными. Положение линии сечения изображают на чертеже разомкнутой линией с указанием стрелками направления взгляда и обозначением прописными буквами.

Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п., а также гайки и шайбы на сборочных чертежах при продольном разрезе показывают нерассеченными, шарики всегда показывают рассеченными.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделий (ГОСТ 2.307-68).

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для удобства пользования чертежом, называются справочными.

Справочные размеры на чертеже обозначают знаком «*», а в технических требованиях указывают надписью: «* Размеры для справок». К справочным размерам относятся: один из размеров замкнутой размерной цепи; размеры, перенесенные с чертежей заготовок; размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали; размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции; размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных; габаритные размеры и размеры деталей из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они приведены в графе «Материал».

На чертежах деталей, изготовляемых штамповкой, вырубкой, прессованием и т. д., у размеров, контроль которых затруднен, наносят знак «*», а в технических требованиях помещают надпись «* Размеры для инстр.» или «* Размеры, обесп. технологией».

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения. Допускается не указывать предельные отклонения для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, отделки, накатки, насечки, а также диаметры накатанных и насеченных поверхностей. В этих случаях у таких размеров наносят знак $\approx$.

Допускается также не указывать предельные отклонения для размеров деталей индивидуального производства, задаваемых с припуском на пригонку. На таких чертежах у размеров наносят знак «*». Размеры с припуском на пригонку с дет. ...». Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать линиями чертежа.

Перед размерным числом диаметра ставят знак $\varnothing$; радиуса — $\varnothing$ (R); квадрата — $\square$; перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак $\triangleright$, уклон — $\angle$, острые углы должны быть направлены в сторону вершины конуса, или уклона.

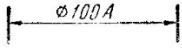
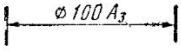
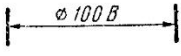
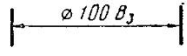
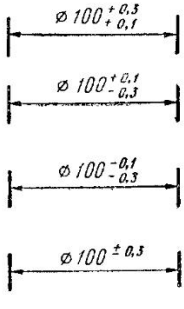
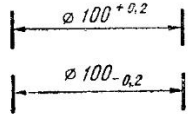
Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров. Исключение составляют размеры относительно низкой точности, многократно повторяющиеся на чертеже; в этом случае предельные отклонения на изображении не наносят, а в технических требованиях указывают например: «Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих по A_7, охватываемых по B_7, прочих $\pm 0{,}5$ допуска 8 кл.»

Предельные отклонения указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков и посадок в соответствии с ГОСТ, например, $12X_3$ или числовыми величинами — $12^{-0,02}_{-0,07}$; $12X_3\left(^{-0.02}_{-0,07}\right)$.

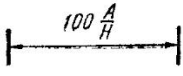
При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними; предельные отклонения, равные нулю, не указываются.

В табл. 11 приводятся примеры обозначений предельных отклонений на чертежах.

11. Условные обозначения и примеры простановки на чертежах предельных отклонений размеров

Обозначения отклонения на чертеже детали	Пояснение к обозначению отклонений на чертеже
	Основное отверстие 2-го класса точности с номинальным диаметром 100 *мм*. Система отверстия
	Основное отверстие 3-го класса точности с номинальным диаметром 100 *мм*. Система отверстия
	Основной вал 2-го класса точности с номинальным диаметром 100 *мм*. Система вала
	Основной вал 3-го класса точности с номинальным диаметром 100 *мм*. Система вала
	Допускаемые отклонения в числовых величинах
	Допускаемые отклонения в числовых величинах с одним из отклонений, равным нулю

Продолжение табл. 11

Обозначения отклонения на чертеже детали	Пояснение к обозначению отклонений на чертеже
	Обозначение отклонений для размеров детали в собранном виде. Напряженная посадка 2-го класса точности в системе отверстия при номинальном диаметре 100 *мм*

Примечание. На чертежах обозначение индекса 2-го класса точности опускается, так как он является основным классом точности системы допусков и посадок.

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей по ГОСТ 10 356—63 указывают на чертежах условными обозначениями или в технических требованиях текстом. Для условного обозначения отклонений форм поверхностей могут быть применены знаки, приведенные в табл. 12.

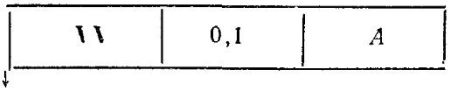
12. Условные обозначения отклонений форм поверхностей

Наименование отклонения	Условное обозначение
Отклонение от плоскостности	
Отклонение от прямолинейности	
Отклонение от цилиндричности	
Отклонение от круглости	
Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	
Отклонение от параллельности	
Отклонение от перпендикулярности	
Отклонение от соосности	
Торцевое биение	

Продолжение табл. 12

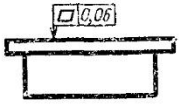
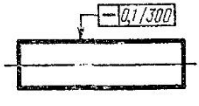
Наименование отклонения	Условное обозначение
Радиальное биение	
Отклонение от пересечения осей	
Отклонение от симметричности	
Смещение осей от номинального расположения	

При условном обозначении данные о предельных отклонениях формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части: в первой помещают условное обозначение отклонения, во второй — предельное отклонение (в *мм*) и в третьей — буквенное обозначение базы или другой плоскости, к которой относится отклонение расположения. Например,

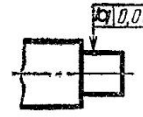
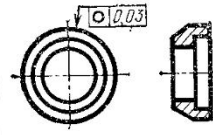
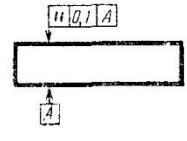
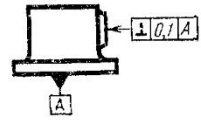
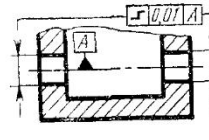
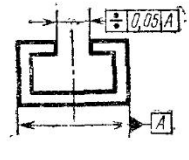


Условные обозначения и примеры простановки на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей приведены в табл. 13.

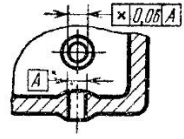
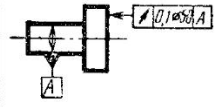
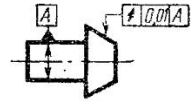
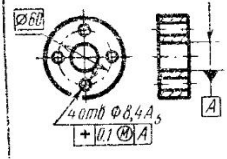
13. Условные обозначения и примеры простановки на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей

Наименование отклонения	Условное обозначение на чертеже	Изложение в технических требованиях
Отклонения от плоскостности		Неплоскостность поверхности не более 0,06 *мм*
Отклонения от прямолинейности		Непрямолинейность поверхности не более 0,1 *мм* на длине 300 *мм*

Продолжение табл. 13

Наименование отклонения	Условное обозначение на чертеже	Изложение в технических требованиях
Отклонения от цилиндричности		Нецилиндричность поверхности не более 0,01 *мм*
Отклонения от круглости		Некруглость поверхности не более 0,03 *мм*
Отклонения продольного сечения цилиндрической поверхности		Нецилиндричность поверхности не более 0,01 *мм* на длине 20 *мм*; изогнутость — не более 0,1 *мм* по всей длине
Отклонения от параллельности		Непараллельность поверхности *А* и *Б* не более 0,1 *мм*
Отклонения от перпендикулярности		Неперпендикулярность поверхности относительно основания не более 0,1 *мм*
Отклонения от соосности		Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 *мм*
Отклонения от симметричности		Несимметричность паза относительно поверхности *А* не более 0,05 *мм*

Продолжение табл. 13

Наименование отклонения	Условное обозначение на чертеже	Изложение в технических требованиях
Отклонения от пересечения осей		Непересечение осей отверстия не более 0,06 *мм*
Торцевое биение		Торцевое биение поверхности относительно оси поверхности *А* не более 0,1 *мм* на диаметре 50 *мм*
Радиальное биение		Радиальное биение конуса относительно оси поверхности *А* не более 0,01 *мм*
Смещение осей от номинального расположения		Смещение осей отверстий от номинального расположения не более 0,1 *мм*. База — отверстие *А*

Шероховатость поверхности обозначается на чертеже для металлов, пластмасс и др. материалов по ГОСТ 2789—59 и для древесины по ГОСТ 7016—68 знаком ∇.

Поверхности, не определяемые данным чертежом, т. е. сохраняющиеся в состоянии поставки и не подвергающиеся дополнительной обработке, обозначаются знаком $\sim$, причем в графе «Материал» должна быть ссылка в виде указания сортамента.

Знак ∇ взятый в скобки (∇) означает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на изображении знаками шероховатости или знаком $\sim$, имеют шероховатость, указанную перед скобкой.

Когда преобладающее количество поверхностей сохраняют в состоянии поставки, знак $\sim$ указывают в правом верхнем углу.

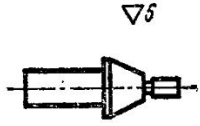
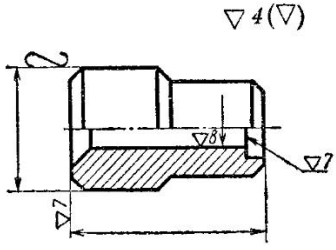
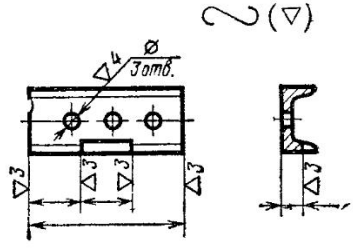
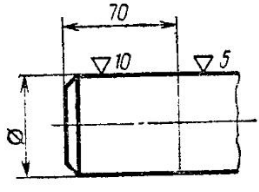
Способы обработки поверхностей на чертеже указывают только тогда, когда способ обработки является единственным, гарантирующим требуемую шероховатость.

Если на определенных участках детали шероховатость поверхности должна быть различной, то эти участки ограничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующего размера и обозначения шероховатости.

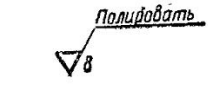
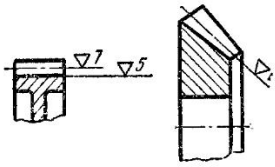
Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлиц и т. п., если на чертеже не дается их профиль, условно наносится на линии делительной окружности.

В табл. 14 приведены условные обозначения шероховатости поверхности на чертежах.

14. Условные обозначения шероховатости поверхности

Обозначение шероховатости поверхности на чертеже	Пояснение к обозначению на чертеже
	Шероховатость всех поверхностей одинакова
	Все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на чертеже, имеют шероховатость, указанную перед скобкой
	Преобладающее количество поверхностей сохраняется в состоянии поставки
	Шероховатость отдельных участков одной и той же поверхности различна

Продолжение табл. 14

Обозначение шероховатости поверхности на чертеже	Пояснение к обозначению на чертеже
	Указание о единственном способе обработки поверхности, гарантирующем требуемую шероховатость
	Шероховатость рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Шероховатость поверхности — это совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности в пределах рассматриваемого участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности и равна базовой длине. В соответствии с ГОСТ 2789—59 шероховатость поверхности определяется средним арифметическим отклонением R_a или высотой неровностей R_z.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a характеризует среднее значение расстояний (y_1; y_2; y_3; ...; y_n) точек измеренного профиля до его средней линии (рис. 1) и выражается следующей формулой:

$$R_a = \frac{\sum^{n} (y_i)}{n}$$

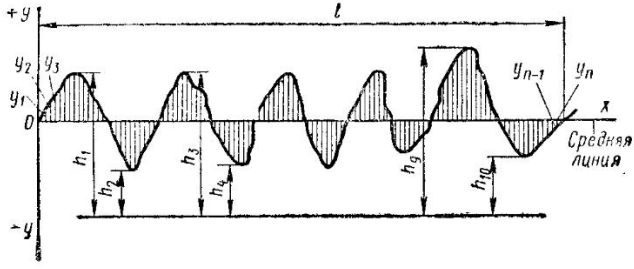


Рис. 1. Схема микронеровностей поверхности

Высота неровностей R_z характеризует среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии (см. рис. 1).

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \cdots + h_9) - (h_2 + h_4 + \cdots + h_{10})}{5}.$$

ГОСТ 2789—59 установлены следующие значения базовых длин: 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 и 25 *мм*, а также 14 классов чистоты поверхности (табл. 15).

15. Классификация шероховатости поверхности

Классы чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a, *мкм*	Высота неровностей R_z, *мкм*	Базовая длина l, *мм*
	не более		
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	0,08
13	0,02	0,1	
14	0,01	0,05	

Классы чистоты поверхности с 6 по 14 дополнительно разделяются на разряды (табл. 16).

16. Классификация шероховатости для разрядов классов чистоты 6—14 *мкм*

Классы чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a			Высота неровностей R_z		
	Разряды					
	а	б	в	а	б	в
	не более					
6	2,5	2,0	1,6	10,0	8,0	—
7	1,25	1,0	0,8	6,3	5,0	4,0
8	0,63	0,5	0,4	3,2	2,5	2,0
9	0,32	0,25	0,2	1,6	1,25	1,0
10	1,16	0,125	0,1	0,8	0,63	0,5
11	0,08	0,063	0,05	0,4	0,32	0,25
12	0,04	0,032	0,025	0,2	0,16	0,125
13	0,02	0,016	0,012	0,1	0,08	0,063
14	0,01	0,008	0,006	0,05	0,04	0,032

Примечание. Для классов чистоты 6—12 основной является шкала R_a, а для 1—5, 13—14 — шкала R_z.

Измерение шероховатости должно производиться в направлении, которое дает наибольшее значение R_a или R_z, если не указано определенное направление измерения шероховатости. Все классы чистоты поверхности обозначаются одним треугольником, рядом с которым указывается номер класса или разряд, например ▽ 7, ▽ 7б.

В тех случаях, когда требуется ограничить максимальную и минимальную величины шероховатости, в обозначении должны указываться два номера классов или разрядов (например, ▽ 9 — 10; ▽ 9б—9в и т. д.). Шероховатость поверхностей грубей 1-го класса обозначается знаком ▽, над которым указывается высота неровностей R_z в *мкм*, например, $\overset{500}{\nabla}$.

Шероховатость поверхности определяется профилометрами и профилографами. Первые служат для количественной оценки чистоты поверхности одним числовым параметром, например высотой неровностей — наибольшей или среднеарифметической. Вторые — для воспроизведения в увеличенном масштабе микронеровностей измеряемой поверхности с последующим определением их количественной величины. По методу оценки чистоты поверхности приборы подразделяются на: а) производящие количественную оценку чистоты поверхности в выбранном сечении, б) производящие количественную оценку сравнением с эталоном и в) производящие суммарную количественную оценку на выбранном участке.

Приборы первой группы применяются для лабораторных исследований. В цеховых условиях используют преимущественно приборы второй и третьей групп. Для непосредственной визуальной оценки применяют метод сличения обработанной поверхности с эталоном. Этот метод, несмотря на простоту, имеет существенные недостатки, так как зависит от субъективной оценки качества поверхности и не дает количественной оценки.

В табл. 17 и 18 приводятся классы чистоты поверхности и экономичные классы точности при различных видах обработки резанием и способах изготовления заготовок.

17. Шероховатость поверхности и классы точности при различных видах обработки резанием

Вид обработки		Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
		неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Сверление	до ∅15	4—6	4—6	5—6	4—6	4—7	до 3
	свыше ∅ 15		4—5	4—5	3—4	4—7	
Зенкерование	чистовое	5—6	5—6	5—6	5—6	3—7	до 2а

Продолжение табл. 17

Вид обработки			Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
			неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Фрезерование	Цилиндрическое	черновое		4	4	4	5—7	
		чистовое		5—6	5—6	5—6	4—7	
		тонкое		—	—	7	3	2а
	Торцевое	черновое		4	4	4	5—7	
		чистовое		5—6	5—7	5—7	4—7	
		тонкое		7	7—9	7—8	3	2а
Строгание		черновое		4	4	4	5—7	
		чистовое		5—7	5—7	5—7	4—5	
		тонкое		7—8	7—8	7—8	3	до 2а
Наружное точение		получистовое		4—5	4—5	4—5	5—7	
		чистовое	5—6	5—7	5—7	5—7	2—5	
		тонкое (алмазное)		8	8—9	8—9	2	до 1
Растачивание		получистовое		4	4	4	5—7	
		чистовое	4—6	5—7	5—7	5—7	2—5	
		тонкое (алмазное)		7—8	7—9	7—8	2	до 1
Подрезка торцов		получистовое		4—5	4—5	4—5		

Продолжение табл. 17

Вид обработки		Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
		неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Подрезка торцов	чистовое	4—6	6—7	6—7	6—7		
	тонкое		8	8—9	8—9		
Шабрение	чистовое (грубое)		5—7	5—7	5—7		
	тонкое			8—9	8—9		
Развертывание	получистовое		5—6	5—6	5—6	3	
	чистовое		6—7	6—8	6—7	2—2а	
	тонкое		8	9—10	8—9	2	до 1
Протягивание	чистовое				6—8	2—3	
	отделочное				9—10	2	до 1
Зачистка наждачным полотном	после резца и фрезы	7		7—10		2—3	
Круглое шлифование	чистовое			6—10	6—10	3а—4	до 1
	тонкое				11—12	2—3	
Плоское шлифование	чистовое				6—8	2—3	
	тонкое				9—10	2	

Продолжение табл. 17

Вид обработки			Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
			неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Нарезание резьбы	Наружное	плашкой		6	6	6	2—3	
		резцом, гребенкой, фрезой			6—8	6—8	1—2	
		накатыванием роликами				8—9	3	
		шлифование				8—10	1—2	
	Внутреннее	метчиком		5—6	5—6	5—6	3—2	
		резцом, гребенкой, фрезой				6—8	2—3 3	
Обработка зубьев колес		строгание конических зубчатых колес			6—7	6—7	7—10	
		фрезерование			6—8	6—8	7—10	
		шлифование			7—10	7—10	5—6	
		шевингование				7—9	5—6	
Прошивание		чистовое					2—3	
		тонкое					2	

Продолжение табл. 17

Вид обработки		Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
		неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Калибрование шариками	после сверления				7—9		
	после растачивания				7—9		
	после развертывания				7—12		
Притирка	чистовая				6—9	2	
	тонкая				7—11	1	
Полирование	обычное			7—10	7—10	2	
	тонкое				11—12	1	
Доводка: механическая	чистовая		9	9—10	9—10	2	
Доводка: ручная	предварительная		7—8	7—8	7—8	2	
	средняя		9	9	9	2	
	чистовая			10	10—11	2	
Доводка ручная	отделочная				12—13	1	
	зеркальная				13—14	1	
Хонингование	среднее				9—10	2	
	тонкое				11—13	1	

Продолжение табл. 17

Вид обработки		Классы чистоты обрабатываемых поверхностей в зависимости от применяемых материалов				Классы точности	
		неметаллические материалы	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	экономичные	достижимые
Суперфиниширование	чистовое тонкое двухкратное				9—10 10—11 12—14	1 1 1	
Анодно-механическое шлифование	чистовое притирочное отделочное				8—10 9—11 10—12	2 1—2 1	
Электрополирование	декоративное никелевых покрытий		12—14	10—11	6—9 8—9	2—3	
Ультразвуковая обработка					8—10	2	

18. Шероховатость поверхности и классы точности при различных способах изготовления заготовок

Способ изготовления, виды материалов и размеры заготовок, *мм*			Классы чистоты поверхностей	Классы точности	
				экономичные	достижимые
Литье в песчаные формы (в землю)	Черные металлы		▽1(▽3)	9—11	7
	Цветные сплавы	от 1 до 1000	▽2(▽4)	8	7
		св. 1000 до 2500		8—9	7

Продолжение табл. 18

Способ изготовления, виды материалов и размеры заготовок, *мм*			Классы чистоты поверхностей	Классы точности	
				экономичные	достижимые
Литье в кокиль	Черные металлы		▽3(▽5)	7—9	5 (4)
	Цветные сплавы	от 1 до 180	▽4(▽6)	7	5(4)
		св. 180 до 1000		7—8	5—7
Литье по выплавляемым моделям	Черные металлы		▽4(▽7)	для мелких деталей допустимы 4—5	
	Цветные сплавы	от 1 до 30	▽4(▽7)	5	4
		св. 30 до 260		5—7	4—5
		св. 260 до 500		7—8	5—7
Литье в оболочковые формы	Черные металлы	Углеродистая сталь	▽3—▽4	для мелких деталей допустимы 5—7	
		Серый чугун	▽4—▽5		
	Цветные сплавы	от 1 до 260	▽4(▽7)	7	4—5
		св. 260 до 1000		7—8	5—7
Литье под давлением	Цветные сплавы:	цинковые магниевые алюминиевые	▽5(▽8)	5	3—4
		медные		5—7	4—5
Центробежное литье			▽3(▽6)	7	5

Продолжение табл. 18

Способ изготовления, виды материалов и размеры заготовок, *мм*		Классы чистоты поверхностей	Классы точности	
			экономичные	достижимые
Горячая ковка в штампах		▽1—▽4	7—11	—
Горячая вырубка и пробивка		▽1—▽4	7—9	—
Горячая объемная штамповка	Без калибровки	▽2—▽4	3—4	—
	То же с электронагревом	▽3—▽5	±(0,025÷0,1) *мм*	
	С плоскостной холодной калибровкой	▽6—▽9	±(0,05÷0,25) *мм*	
	С объемной холодной калибровкой	▽6—▽9	на 30÷40% ниже	
Холодная объемная штамповка	Чеканка	▽8—▽9	По высоте, *мм* ±(0,01÷0,05)	
	Осадка	▽5—▽6	По высоте, *мм* от $^{+0,5}_{-0,3}$	до $^{+1,0}_{-0,5}$
	Высадка	▽5—▽6	от $^{+0,5}_{-0,2}$	до $^{+1,0}_{-0,3}$
	Объемная формовка	▽6—▽7	от $^{+0,2}_{-0,1}$	до $^{+0,5}_{-0,3}$
	Калибровка	▽8—▽9	По высоте, *мм* ±(0,1÷0,25); ±(0,05÷0,15)	
	Выдавливание	▽7—▽8	Толщина стенок, *мм* ±(0,03÷0,075) длина детали, *мм* ±(1÷5)	

Продолжение табл. 18

Способ изготовления, виды материалов и размеры заготовок, *мм*		Классы чистоты поверхностей	Классы точности	
			экономичные	достижимые
Холодная штамповка в вытяжных штампах	Вытяжка полых деталей простых форм	▽6—▽8	По диаметру, *мм* 3—4 По высоте, *мм* 3—5	3 2
	То же, но глубокая вытяжка		4	—
Холодная штамповка в вырубных, пробивных и зачистных штампах	Контурные размеры при вырубке плоских деталей	Зоны среза ▽5—▽6 Зона скалывания ▽1—▽3	5	4
	То же, при пробивке	То же	4	3
	То же, при зачистке	▽6—▽8	3	—
	То же, при зачистке и калибровке	▽6—▽8	2	—
Круглый холодный прокат	Сталь	▽6—▽8	5	
	Латунь	▽7—▽9	4	
Прокат труб	Алюминиевые сплавы	▽7—▽8	5	
Прокат листовой	Сталь	▽6—▽8	5	
	Латунь	▽7—▽9	4	
Прокат ленты	Сталь	▽7—▽8	4	
	Латунь, бронза	▽8—▽10	3	

Припуски на механическую обработку

Всякая заготовка, предназначенная для дальнейшей механической обработки, изготовляется с припуском на размеры готовой детали. Этот припуск, представляющий собой излишек материала, необходимый для получения окончательных размеров и заданного класса чистоты поверхностей деталей, снимается на станках режущими инструментами. Поверхности детали, не подвергающиеся обработке, припусков не имеют.

Разность размеров заготовок и окончательно обработанной детали определяет величину припуска, т. е. слоя, который должен быть снят при механической обработке.

Припуски разделяют на общие и межоперационные. Общий припуск снимают в течение всего процесса обработки данной поверхности — от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационным называют припуск, который удаляют при выполнении отдельной операции. Величина припуска обычно дается «на сторону», т. е. указывается толщина слоя, снимаемого на данной поверхности. Иногда для цилиндрических деталей припуск дается «на диаметр», т. е. указывается двойная толщина снимаемого слоя, что должно быть оговорено.

Припуск должен иметь размеры, обеспечивающие выполнение необходимой для данной детали механической обработки при удовлетворении устаиовленных требований в отношении чистоты и качества поверхности, точности размеров деталей при наименьшем расходе материала и наименьшей себестоимости детали.

Устанавливая размеры припусков на обработку, необходимо указать допускаемые отклонения от них, т. е допуски на размеры заготовки, так как получить заготовку точно установленных размеров не представляется возможным. Допускаемые отклонения припусков должны лежать в ограниченных пределах, так как при большой разнице в размерах заготовок создаются затруднения в производстве: приходится часто перенастраивать станки на размеры заготовок, понижается точность работы в приспособлениях, ограничивается их применение и т. п.

Величины припусков на обработку и допуски на размеры заготовок зависят от ряда факторов, степень влияния которых различна. К числу основных факторов относятся следующие: материал заготовки, конфигурация и размеры заготовки, вид заготовки и способ ее изготовления, требования в отношении механической обработки, технические условия в отношении качества и класса чистоты поверхности и точности размеров детали.

У заготовок, получаемых литьем, поверхностный слой имеет твердую корку. Для нормальной работы режущего инструмента необходимо, чтобы глубина резания была больше толщины корки отливки, исходя из этого требования и должен быть назначен припуск. Толщина корки бывает различной, она зависит от материала, размеров отлив-

ки и способов литья: для отливок из серого чугуна — от 1 до 2 *мм*; для стальных отливок — от 1 до 3 *мм*.

При изготовлении поковок на них образуется слой окалины, который при дальнейшей механической обработке сильно увеличивает износ режущего инструмента; иногда этот слой бывает настолько тверд, что инструмент не может его обработать; поэтому глубина резания должна быть больше толщины слоя окалины. При обработке углеродистых сталей для этого часто оказывается достаточной глубина резания, равная 1,5 *мм*; для легированных сталей глубина резания должна быть 2—4 *мм*.

Для поковок из слитков припуски должны быть больше, чем для поковок из прокатного материала, так как на поверхности слитков бывают иногда трещины и пузыри, поперечные сечения которых при прокате уменьшаются.

Поверхностный слой у штамповок обезуглероживается, и при обработке его удаляют. Толщина поверхностного слоя может быть различна: у штамповок из легированных сталей до 0,5 *мм*; у штамповок из углеродистых сталей от 0,5 до 1,0 *мм* в зависимости от конфигурации, размеров детали и других факторов.

Заготовку сложной конфигурации получить свободной ковкой затруднительно, поэтому для упрощения формы заготовки иногда увеличивают припуски на обработку.

В штамповках сложной конфигурации затруднено течение материала, поэтому для таких штамповок также необходимо увеличивать припуски.

В отливках сложной конфигурации для более равномерного остывания металла необходимо делать плавные, постепенные переходы от тонких стенок к толстым, не допуская резкого изменения поперечных сечений; это требование также вызывает необходимость увеличения припусков.

При изготовлении крупных отливок необходимо учитывать усадку, которая в таких отливках достигает значительных размеров, и назначать для них увеличенные припуски.

В зависимости от вида заготовки и способа ее изготовления величины припусков и допуски на размеры заготовки различны. Так, для литой детали, изготовленной ручной формовкой, припуск больше, чем в отливке машинной формовки; точно так же припуск в отливке, полученной в земляной форме, больше, чем в заготовке, отлитой в металлической форме; припуски в заготовках, полученных литьем под давлением, меньше, чем в отливках, выполненных в металлических формах.

Наиболее точными и, следовательно, с наименьшими припусками получаются отливки при литье в оболочковые и металлические формы, при литье под давлением, по выплавляемым моделям. При этих способах точность размеров отливок соответствует 4—5 классам точности*, чистота поверхности — 4—6-му классам по ГОСТ 2789—59.

В заготовках из проката припуски меньше, чем в заготовках, получаемых литьем, ковкой или штамповкой; в заготовках из проката припуски даются только таких размеров, которые обеспечивают необходимые точность и класс чистоты поверхности после механической обработки.

* Эти классы точности не следует смешивать с тремя классами точности изготовления отливок (1, 2, 3-й), установленными для чугунных отливок ГОСТ 1855—55, а для стальных отливок — ГОСТ 2009—55.

В соответствии с требованиями к чистоте поверхности и точности размеров детали принимается тот или иной способ механической обработки. Для каждой промежуточной операции механической обработки необходимо оставлять припуск, снимаемый режущим инструментом за один или несколько проходов. Следовательно, общий припуск находится в зависимости от способов механической обработки, требующейся для изготовления детали по техническим условиям.

Следует иметь в виду, что при термической обработке деталь несколько деформируется и размеры ее изменяются; в связи с этим для деталей, подлежащих термической обработке, нужно увеличивать размеры припусков на механическую обработку.

Требования, предъявляемые к детали в соответствии с техническими условиями, обусловливают величину припуска; чем выше эти требования, тем больше должна быть величина припуска. Если, например, по техническим условиям требуется, чтобы поверхность металла была чистой, без каких-либо расслоений, волосовин, черноты, раковин, то припуск приходится увеличивать для удаления с поверхности металла всех этих дефектов. Если поверхность должна быть гладкой, то необходимо давать припуск, позволяющий после черновой обработки произвести и чистовую.

Если размеры детали должны быть выполнены точно в пределах установленных допусков, то припуск должен обеспечить возможность достижения необходимой точности и шероховатости поверхности, что должно быть учтено при определении величины припуска. В этом случае необходимо предусмотреть слой металла, компенсирующий погрешности формы, возникающие в результате предшествующей обработки (особенно термической), а также погрешности установки детали на данной операции.

Величина общего припуска зависит от толщины дефектного поверхностного слоя, подлежащего снятию, и межоперационных припусков, учитывающих погрешности формы, пространственные отклонения*, возникающие в предшествующей обработке, погрешности установки, допуски, на операционные (промежуточные) размеры, необходимую чистоту поверхности.

Так как размеры заготовок могут иметь допускаемые отклонения, направленные в положительную и отрицательную сторону, то при определении общей величины припуска следует прибавить к размеру заготовки величину возможного отрицательного (минусового) отклонения (если таковое допускается), иначе припуск будет недостаточен для механической обработки.

Таким образом, общий (суммарный) припуск слагается из следующих основных величин: толщины дефектного поверхностного слоя, подлежащего снятию за первый черновой проход режущего инструмента; суммы припусков на все промежуточные операции, учитывающие влияние ряда факторов (погрешность формы, пространственные отклонения, погрешность установки, операционные допуски на размеры, класс чистоты поверхности и т. п.), величины отрицательного отклонения от номинального размера заготовки (если таковое предусмотрено).

---

* Под пространственными отклонениями понимаются такие погрешности обрабатываемой заготовки, как, например, взаимные непараллельность и неперпендикулярность осей, кривизна осей, эксцентричность осей наружных и внутренних поверхностей, несоосность поверхностей ступенчатых валов и т. п.

19. Характеристика классов точности отливок из чугуна и стали

Классы	Производство	Характеристики классов точности отливок
1-й	Массовое	Машинная формовка по металлическим моделям, в оболочковые формы
2-й	Серийное	Машинная формовка по деревянным моделям
3-й	Единичное	Ручная формовка по деревянным моделям

При назначении припусков для литых заготовок из цветных сплавов рекомендуется руководствоваться восемью классами точности в зависимости от способа литья и габаритных размеров отливок.

20. Характеристики классов точности отливок из цветных сплавов

Классы	Характеристики классов точности отливок
1-й и 2-й класс	Литье под давлением в оболочковые формы по выплавляемым моделям
3, 4 и 5-й класс	Литье в металлические формы
	Литье в песчаные формы:
6-й и 7-й класс	а) по металлическим моделям
8-й класс	б) по деревянным моделям

Величина припуска, определяемая расчетом, выражается следующими формулами:

симметричный припуск — на диаметр наружных и внутренних поверхностей тел вращения (вал и отверстие)

$$2z_{\text{наим}} = 2\left[(\overline{R}_z + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_б^2}\right],$$

симметричный припуск — на обе противолежащие параллельные плоские поверхности

$$2z_{\text{наим}} = 2\left[(\overline{R}_z + T_a) + (\rho_a + \varepsilon_б)\right].$$

Здесь $z_{\text{наим}}$ — минимальный припуск на выполняемый переход («на сторону»);

$\overline{R}_z$ — высота микронеровностей;

T_a — толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося от предшествующей обработки;

ρ_a — суммарное значение пространственных отклонений;

$\varepsilon_б$ — погрешность установки заготовок при выполняемой операции.

Коэффициент 2 в формулах означает, что припуск принят на диаметр или на обе стороны.

Ниже приводятся припуски на механическую обработку и допуски, установленные стандартами, а также нормалями, разработанными на основе опыта ряда предприятий.

Припуски и допускаемые отклонения на литые заготовки

Припуски на механическую обработку отливок из чугуна и стали и допускаемые отклонения от номинальных размеров установлены ГОСТ 1855—55 и 2009—55 для трех классов точности их изготовления, отливок из цветных сплавов для восьми классов (табл. 19 и 20). Классы точности указываются в чертеже отливок в зависимости от предъявляемых требований к изготовляемым деталям, при этом допускаются различные классы точности для одной и той же отливки разных размеров.

Размеры припусков и допускаемых отклонений приведены в табл. 21—32.

21. Припуски на отливки из серого чу

Габаритный размер отливки (свыше —до)	Номинальный размер (свыш												
	до 50	50—120	120—260	260—500	500—800	800—1250	1250—2000	до 50	50—120	120—260	260—500	500—800	
	Припуски для классов то												
	1-й							2-й					
До 120	2,5 / 2	2,5 / 2	—	—	—	—	—	3,5 / 2,5	4 / 3	—	—	—	
120—260	2,5 / 2	3 / 2,5	3 / 2,5	—	—	—	—	4 / 3	4,5 / 3,5	5 / 4	—	—	
260—500	3,5 / 2,5	3,5 / 3	4 / 3,5	4,5 / 3,5	—	—	—	4,5 / 3,5	5 / 4	6 / 4,5	6,5 / 5	—	
500—800	4,5 / 3,5	4,5 / 3,5	5 / 4	5,5 / 4,5	5,5 / 4,5	—	—	5 / 4	6 / 4,5	6,5 / 4,5	7 / 5	7,5 / 5,5	
800—1250	5 / 3,5	5 / 4	6 / 4,5	6,5 / 4,5	7 / 5	7 / 5	—	6 / 4	7 / 5	7 / 5	7,5 / 5,5	8 / 5,5	8 / 6
1250—2000	5,5 / 4	6 / 4,5	6,5 / 4,5	7 / 5	7 / 5	7,5 / 5,5	8 / 6	7 / 4,5	7,5 / 5	8 / 5,5	8 / 6	9 / 6,5	6

Примечания.

1. Размеры припусков, указанные над чертой, относятся к поверхнос
чертой — к поверхностям, расположенным сбоку или снизу.

2. Указанные в таблице припуски распространяются также на отверст

22. Припуски на заготовки из цветных сплавов, отливаемые в песчаные формы, *мм*

Наибольший размер заготовки (свыше—до)	Припуски на сторону		Допускаемые отклонения (±) при классах точности		
	формовка машинная, а также ручная с применением подмодельных плит	формовка ручная по индивидуальным моделям	6-й	7-й	8-й
40	1,5	2	0,8	1	1,4
40—100	2	3	0,9	1,1	1,4
100—250	3	4	1	1,2	1,5
250—400	4	5	1,2	1,4	1,7
400—630	5	6	1,4	1,7	2
630—1000	5	6	1,7	2	2,2
1000—1250	6	7	2	2,3	2,5
1250—1600	6	7	2,4	2,7	3

23. Припуски и отклонения на заготовки из цветных сплавов, отливаемые под давлением, *мм*

Наибольший размер заготовки (свыше—до)	Припуски на сторону	Отклонения (±)					
		линейных размеров		толщины стенок, ребер, не подвергающихся механической обработке		линейных размеров необрабатываемых поверхностей, дообрабатываемых и размеров, попавших в разъем	
		Классы точности					
	1-й и 2-й	1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й
25	0,3	0,05	0,08	0,04	0,06	0,1	0,2
25—40	0,3	0,06	0,1	0,05	0,08	0,1	0,2
40—60	0,5	0,08	0,12	0,06	0,1	0,1	0,2
60—100	0,5	0,1	0,15	0,08	0,15	0,2	0,3
100—250	0,7	0,12	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3
250—400	1,0	0,15	0,4	0,12	0,3	0,25	0,5

24. Припуски и отклонения на заготовки из чугуна и цветных сплавов (кокили), *мм*

Отливки из чугуна						
Размеры заготовки		Припуски на сторону			Отклонения (±) при заливке в формы	
длина (свыше — до)	ширина или диаметр	нижняя или наружная боковая поверхность	внутренняя боковая поверхность	верхняя поверхность	с механически обработанными поверхностями	с литыми необработанными рабочими поверхностями
До 25	До 20	0,7	0,8	1	0,3	0,5
25—40	15—40	1	1,2	1,5	0,4	0,6
40—60	25—60	1,2	1,4	1,7	0,5	0,8
60—100	30—100	1,4	1,6	2	0,5	1
100—160	50—160	1,6	1,8	2,2	0,6	1
160—250	100—250	2	2,2	2,5	0,8	1,2
250—400	100—400	2,2	2,4	2,7	1	1,2
400—600	150—600	2,6	2,8	3	1,2	1,4
600—1000	200—1000	3	3,2	3,5	1,2	1,5
1000—1250	200—1600	3,2	3,4	4	1,2	1,5

25. Припуски на стальные отл

Наибольший габаритный размер детали (свыше — до)	Номинальный размер (св									
	до 120	120—260	260—500	500—800	800—1250	1250—2000	до 120	120—260	260—500	500—800
	Припуски для классов т									
	1-й						2-й			
До 120	3,5 / 3	—	—	—	—	—	4 / 4	—	—	—
120—260	4 / 3	5 / 3,5	—	—	—	—	5 / 4	6 / 4	—	—
260—500	5 / 3	5 / 4	6 / 4	—	—	—	6 / 5	7 / 5	7 / 6	—
500—800	5 / 4	6 / 4,5	7 / 5	7 / 5	—	—	7 / 5	8 / 6	9 / 6	10 / 7
800—1250	7 / 5	7 / 5	8 / 6	8 / 6	9 / 6	—	8 / 6	9 / 7	10 / 7	10 / 8
1250—2000	8 / 6	8 / 6	9 / 6	9 / 7	9 / 7	10 / 7	9 / 7	10 / 7	10 / 8	11 / 8

Примечания.

1. Размеры припусков, указанные над чертой, относятся к поверхн
под чертой — к поверхности, расположенной сбоку или снизу.

2. Указанные в таблице припуски распространяются также на отвер

26. Допускаемые отклонения (±) от номинальных размеров н

Наибольший габаритный размер отливки (свыше — до)	Номинальный размер (с											
	до 50	50—120	120—260	260—500	500—800	800—1250	1250—2000	до 120	50—120	120—260	260—500	500—800
	Допускаемые отклонения для											
	1-й							2-й				
До 120	0,2	0,3	—	—	—	—	—	0,5	0,8	1	—	—
120—260	0,3	0,4	0,6	—	—	—	—	0,5	0,8	1	—	—
260—500	0,4	0,6	0,8	1	—	—	—	0,8	1	1,2	1,5	—
500—1250	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	—	1	1,2	1,5	2	2,5
1250—3150	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	1,2	1,5	2	2,5	3
3150—5000	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	1,5	1,8	2,2	3	4

27. Допускаемые отклонения от номинальной толщины необрабатываемых стенок и ребер (±) отливок из серого чугуна и стали, *мм*

Наибольший размер отливок (свыше — до)	Толщина стенки или ребра (свыше — до)	Допускаемые отклонения для классов точности					
		1-й		2-й		3-й	
		Чугун	Сталь	Чугун	Сталь	Чугун	Сталь
До 500	До 6	0,2	0,3	0,4	0,8	0,8	1
	6—10	0,3	0,5	0,5	0,8	1	1
	10—18	0,5	0,8	0,8	1	1,5	1,5
	18—30	0,8	1	1	1	1,5	1,5
	30—50	0,8	1	1,2	1,5	2	2
	50—80	1	1,2	1,5	2	2,5	2,5
	80—120	1	1,5	1,8	2,5	2,5	3
500—1250	До 10	0,3	0,8	0,8	1	1,2	1,5
	10—18	0,5	1	1,2	1,5	1,5	2
	18—30	0,8	1	1,5	1,5	2	2
	30—50	1	1,2	1,8	2	2	2,5
	50—80	1,2	1,5	2	2,5	2,5	3
	80—120	1,5	2	2,5	3	3	3,5
1250—2500	До 10	0,5	1	1,2	1,5	1,5	1,5
	10—18	0,8	1	1,5	2	2	2
	18—30	1	1,5	2	2	2,5	2,5
	30—50	1,2	1,5	2,5	2,5	3	3
	50—80	1,8	2	2,5	3	3	3,5
	80—120	2	2,5	3	3,5	3,5	4

Примечание. По требованию потребителя допускается увеличение нижних отклонений за счет уменьшения верхних.

28. Припуски на отливки из цветных металлов при ручной формовк
поверхностей, *мм*

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки					
	до 75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистоть					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1 ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽
	Отливки из оловянистых б					
⩽75	2,5	3	—	—	—	—
75—150	3	3,5	3	3,5	—	—
150—250	3,5	4	3,5	4	4	4,5
250—500	4	4,5	4	4,5	4,5	5
500—1000	4,5	5	4,5	5	5	5,5
1000—1500	5	5,5	5	5,5	5,5	6
1500—2000	5,5	6	5,5	6	6	6,5
	Отливки из безоловянистых					
⩽75	3,5	4	—	—	—	—
75—150	4	4,5	4	4,5	—	—
150—250	4,5	5	4,5	5	5	5,5
250—500	5	5,5	5	5,5	5,5	6

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки					
	до 75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистот					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4,
500—1000	5,5	6	5,5	6	6	6,
1000—1500	6	6,5	6	6,5	6,5	7
1500—2000	6,5	7	6,5	7	7	7,
	Отливки из алюминия					
⩽75	3	3,5	—	—	—	—
75—150	3,5	4	3,5	4	—	—
150—250	4	4,5	4	4,5	4,5	5
250—500	4,5	5	4,5	5	5	5,
500—1000	5	5,5	5	5,5	5,5	6
1000—1500	5,5	6	5,5	6	6	6,
1500—2000	6	6,5	6	6,5	6,5	7,

Примечание. Припуски при машинной формовке умножаются
отливок увеличиваются на 1 *мм*.

29. Припуски на отливки из цветных металлов при ручной формовке

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки (					
	⩽75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистоты					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9
	Отливки из оловянистой бр					
⩽75	3,5	4	—	—	—	—
75—150	4	4,5	4,5	5	—	—
150—250	4,5	5	5	5,5	5	5,5
250—500	5	5,5	5,5	6	6	6,5
500—1000	5,5	6	6	6,5	7	7,5
1000—1500	6	6,5	6,5	7	8	8,5
1500—2000	6,5	7	7	7,5	9	9,5
	Отливки из безоловянистой б					
⩽75	5	6	—	—	—	—
75—150	6	7	6	7	—	—
150—250	7	7,5	7	7,5	7,5	8

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки					
	⩽75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистот					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4,
250—500	8	9	8	9	9,5	10
500—1000	9	9,5	9,5	10	9,5	10,
1000—1500	9,5	10	10	11	10,5	11,
1500—2000	10	11	10,5	11,5	11	12
	Отливки из алюминия					
⩽75	4	5	—	—	—	—
75—150	5	6	5	6	—	—
150—250	6	7	6	7	7	7,
250—500	7	7,5	7	7,5	7,5	8
500—1000	7,5	8	7,5	8	8	9
1000—1500	8	9	8,5	9	9	10
1500—2000	9	10	9,5	10	10	11

30. Припуски на отливки из цветных металлов при ручной фор
(боковых, нижней и верхней

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки					
	⩽75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистот					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4,
	Отливки из оловянистой б					
⩽75	3	3,5	—	—	—	—
75—150	3,5	4	3,5	4	—	—
150—250	4	4,5	4	4,5	4,5	5
250—500	4,5	5	4,5	5	5	5,5
500—1000	5	5,5	5	5,5	5,5	6
1000—1500	5,5	6	5,5	6	6	6,5
1500—2000	6	6,5	6	6,5	6,5	7
	Отливки из безоловянистой					
⩽75	4	4,5	—	—	—	—
75—150	4,5	5	4,5	5	—	—
150—250	5	5,5	5	5,5	5,5	6

Наибольшая длина отливки (свыше — до)	Наибольшая ширина отливки					
	⩽75		75—150		150—250	
	Припуски для классов чистот					
	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽9	▽1, ▽3	▽4, ▽
250—500	8	9	8	9	9,5	10
250—500	5,5	6	5,5	6	6	6,
500—1000	6	6,5	6	6,5	6,5	7
1000—1500	6,5	7	6,5	7	7	7,
1500—2000	7	7,5	7	7,5	7,5	8
	Отливки из алюминия					
⩽75	3,5	4	—	—	—	—
75—150	4	4,5	4	4,5	—	—
150—250	4,5	5	4,5	5	5	5,5
250—500	5	5,5	5	5,5	5,5	6
500—1000	5,5	6	5,5	6	6	6,5
1000—1500	6	6,5	6	6,5	6,5	7
1500—2000	6,5	7	6,5	7	7	7,5

31. Минимальные размеры литых отверстий в отливках из чугуна и стали, *мм*

Чугун		Сталь	
Толщина стенки	Минимальный диаметр отверстия	Толщина стенки	Минимальный диаметр отверстия
8—10	8—10	До 40	25
20—25	10—12	40—60	30
40—50	12—18	60—80	35

32. Радиусы закруглений при сопряжении стенок отливок из серого и ковкого чугуна, *мм*

Серый чугун		Ковкий чугун	
Толщина стенки	Радиус закругления	Толщина стенки	Радиус закругления
До 12	6	3	3
12—16	8	6	6
16—20	10	9	9
20—27	12	12	12
27—35	15	15	12
35—45	20	18	15
45—60	25	21	15
60—80	30	25	18
80—100	35	—	—
100—150	40	—	—

Припуски и допускаемые отклонения на поковки, штамповки и на детали из круглого проката

Припуски на механическую обработку поковок (по ГОСТ 7829—70) общего назначения, изготовляемых свободной ковкой на молотах из прокатной стали или ободранного слитка, устанавливают на номинальные размеры детали (указанные в чертеже детали).

Их назначают из расчета обработки поковок с двух сторон при чистоте обработки $\nabla 3$ или на номинальные размеры, указанные в технологическом чертеже, предварительно обработанной (ободранной) заготовки. При более высокой чистоте обработки припуски могут быть увеличены, но не более чем на 2 *мм* на сторону.

При обработке поковки с одной стороны припуск следует принимать равным половине табличной величины; верхнее отклонение при этом сохраняется без изменения, а нижнее принимается с коэффициентом 0,5.

Стандартом не регламентируются величины внутренних радиусов скосов между уступами, сферичность торцов, если не производится обрубки, сферичность боковой поверхности детали, кующейся осадкой.

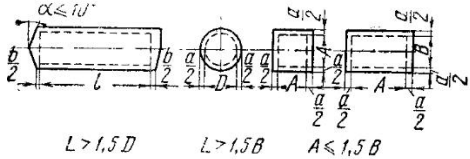
Наружные радиусы закруглений, утяжки при прошивке и отрубке, сдвиг сечений, смещение отверстия при прошивке неперпендикулярность граней, неравномерность распределения припуска и другие искажения формы не должны выходить за пределы допуска.

Для необработанных поковок или участков допуски назначаются с коэффициентом 0,5—0,8 по усмотрению завода-изготовителя

При ковке неободранного слитка допускается увеличение припусков не более чем на 25%.

Расчетные номинальные размеры поковки и предельные отклонения допускают округлость до ближайших целых чисел в большую сторону.

33. Припуски *a* и отклонения *b* на поковки гладкие сплошные, круглого квадратного и прямоугольного сечений, *мм*



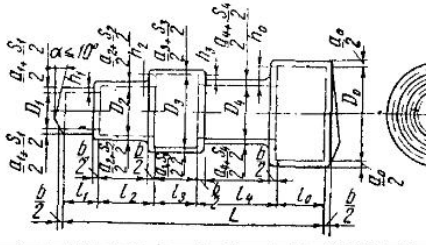
Диаметры *D* или размеры сечения *A* и *B* (свыше — до)	Длина детали *L* (свыше — до)			
	до 250		250—500	
	Припуски *a* и отклонения *b* на размеры поковок			
	D, *A*, *B*	*L*	*D*, *A*, *B*	*L*
25—50	5^{+1}_{-2}	15±6	6±2	18±6
50—80	6±2	18±6	8^{+2}_{-3}	24±8
80—120	8±3	24±8	9±3	27±10
120—180	—	—	10±3	30±10
180—250	—	—	12^{+3}_{-4}	36±12
250—360	—	—	14^{+4}_{-5}	42±12

Продолжение табл. 27

Диаметры *D* или размеры сечения *A* и *B* (свыше — до)	Длина детали *L* (свыше — до)			
	500—800		800—1250	
	Припуски *a* и отклонения *b* на размеры поковок			
	D, *A*, *B*	*L*	*D*, *A*, *B*	*L*
25—50	7±2	20±6	8±2	24±8
50—80	9^{+2}_{-3}	27±10	10^{+2}_{-3}	30±10
80—120	10±3	30±10	11^{+3}_{-4}	33±12
120—180	11^{+3}_{-4}	33±12	12±4	36±12
180—250	13±4	40±12	14^{+4}_{-5}	42±15
250—360	15±5	45±15	16±5	48±15

Примечание. У поковок прямоугольного сечения припуск и отклонения назначать по наибольшему размеру сечения.

34. Припуски и отклонения на поковки сплошные круглого и к при ковке вытяжкой, *мм*



Диаметры D_0, D_1, D_2, D_3, D_4 (свыше — до)	Длина детали L (свыше —							
	до 250			250—500				
	Припуски и отклонения на разме							
	D_0, D_1, D_2, D_3	D_4	L	D_0, D_1, D_2, D_3	D_4	L	D_0, D_1, D_2, D_3	
25—50	5^{+1}_{-2}	5^{+1}_{-2}	15 ± 6	6 ± 2	7^{+4}_{-3}	18 ± 6	7 ± 2	
50—80	6 ± 2	7 ± 3	18 ± 6	8^{+2}_{-3}	8^{+4}_{-3}	24 ± 8	9^{+4}_{-3}	
80—120	8 ± 3	9^{+4}_{-5}	24 ± 8	9 ± 3	10^{+5}_{-4}	27 ± 10	10 ± 3	
120—180	$8+3$	9^{+5}_{-4}	24 ± 8	10 ± 3	11^{+5}_{-4}	30 ± 10	12^{+3}_{-4}	
180—250	—	—	—	12^{+3}_{-4}	13 ± 5	36 ± 12	13 ± 4	
250—360	—	—	—	14^{+4}_{-5}	15^{+7}_{-6}	42 ± 12	15 ± 5	

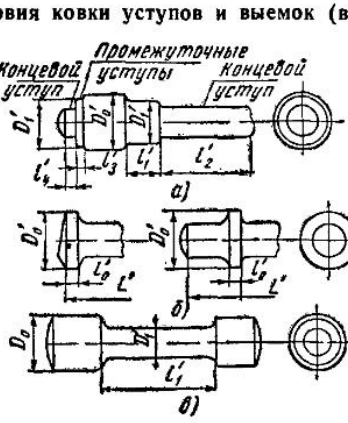
35. Дополнительные припуск

Перепад D_0, D_1, D_2, D_3, D_4 (свыше — до)	Дополнительный припуск S_1, S_2, S_3, S_4	Величина отношения K при		
		<50	50—80	80—1
10—40	3	2	1,4	1,2
40—80	4	3,4	1,9	1,6
80—120	6	3,5	2,6	2
120—180	8	3,6	3,4	2,5
180—280	10	4	4	3,2

Примечания.

1. Уступы высотой h_0, h_1, h_2, h_3, равной и меньшей 5 *мм*, не отковы
2. Для поковок с квадратным сечением вместо диаметра D_0, D_1, D
3. Дополнительный припуск S_1, S_2, S_3, S_4 начислять на диаметр $\frac{l_1, l_2, l_3, l_4}{l_0}$, равной или меньше величины K, указанной в таблице, а K — на диаметр D_0.
4. После начисления припусков и допусков окончательные размеры исходя из условий возможности ковки уступов и выемок, указанных в

36. Условия ковки уступов и выемок (в



Эскизы	Параметры	Диаметры D_0 или D_1' выступа, прилегающего к ус или бурта (эскиз *б*); диаметр D_0' наибо						
		50—60	60—70	70—80	80—100	100 120—	120— 140	140 160-
	Наибольшая длина уступа l_1', l_2', l_3', l_4', не выполняе диаметру соседнего выст							
а	Концевой уступ	20	25	30	35	40	45	50
	Промежуточный ус-туп	15	20	25	30	35	35	40

Наименьшая дляна уступа l_1, l_2, l_3, l_4, выпол

а	Концевой уступ	35	40	45	50	60	70	80
	Промежуточный уступ	28	30	35	40	50	55	65

Наименьшая длина концевого выступа (фланца) l_0'

б	l_0' (свыше — до)						
	⩽500	20	22	25	30	30	35	38
	500—1000	25	25	30	35	40	45	50
	>1000	30	30	35	45	50	60	70

Наименьшая ширина бурта l_0', выполняе

б	⩽500	15	15	15	20	20	22	25
	500—1000	15	18	20	25	25	30	35
	>1000	20	20	25	30	35	40	45

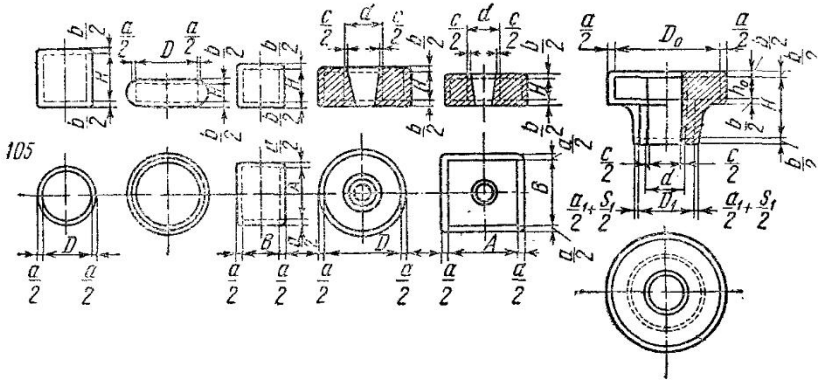
Нанменьший отковываемый диаме

в	l_1' (свыше — до)						
	⩽70	—	—	—	—	—	—	—
	70—100	—	—	—	—	—	—	—
	100—120	40	—	—	—	—	—	—
	120—160	35	45	50	70	—	—	—

Эскизы	Параметры	Диаметры D_0 или D_1' выступа, прилегающие к уступ или бурта (эскиз *б*); диаметр D_0' наиболь						
		50—60	60—70	70—80	80—100	100—120	120—140	140—160
в	160—180	32	40	45	65	80	95	—
	180—200	30	35	45	60	75	90	100
	200—250	30	32	40	55	70	85	100
	250—280	25	30	35	50	65	75	90
	280—360	25	25	30	45	60	70	85
	360—400	20	25	30	40	55	65	80
	400—500	20	25	30	40	50	60	70
	500—600	20	20	25	35	45	50	65
	600—750	15	20	25	30	40	50	60
	750—1000	—	—	20	30	35	45	50
							40	45

Примечание. Для поковок с квадратным сечением вместо диамет
ны сечения.

37. Припуски и отклонения на разные поковки при свободной ковке, *мм*



Высота H (свыше—до)	Диаметр D или размер A	Припуски a, b, c и отклонения				
		на высоту H	на D, A, B	на d при разности $D-d$ или $A-d$ (свыше—до)		
				50—120	120—300	>300
⩽50	⩽50	7 ± 2	7 ± 2	—	—	—
	50—80	7 ± 2	8 ± 2	—	—	—
	80—120	7 ± 2	9 ± 2	14 ± 2	—	—
	120—180	7 ± 2	10 ± 2	15 ± 2	—	—
	180—250	8^{+2}_{-3}	11^{+2}_{-3}	16^{+3}_{-2}	17^{+3}_{-2}	—
	250—360	9^{+2}_{-3}	13 ± 4	—	19 ± 4	—
	360—500	10 ± 3	15 ± 5	—	21 ± 5	22 ± 5
50—80	⩽50	7 ± 2	7 ± 2	—	—	—
	50—80	8 ± 2	8 ± 2	—	—	—
	80—120	8 ± 2	10 ± 2	15 ± 2	—	—
	120—180	8 ± 2	11^{+2}_{-3}	15^{+3}_{-2}	—	—
	180—250	9^{+2}_{-3}	12^{+2}_{-3}	17^{+3}_{-2}	18^{+3}_{-2}	—
	250—360	11 ± 3	14 ± 4	—	20 ± 4	—
	360—500	12 ± 4	16 ± 5	—	22 ± 5	23 ± 5
	500—630	14 ± 5	19 ± 7	—	25 ± 7	26 ± 7
80—120	⩽80	9 ± 2	9 ± 2	—	—	—
	80—120	11 ± 3	11 ± 3	16 ± 3	—	—
	120—180	11 ± 3	12 ± 3	17 ± 3	—	—
	180—250	12^{+3}_{-4}	14^{+3}_{-4}	19^{+4}_{-3}	20^{+4}_{-3}	—
	250—360	13 ± 4	16 ± 4	—	22 ± 4	—

Продолжение табл. 37

Высота H (свыше—до)	Диаметр D или размер A	Припуски a, b, c и отклонения				
		на высоту H	на D, A, B	на d при разности $D-d$ или $A-d$ (свыше—до)		
				50—120	120—300	>300
80—120	360—500	13±4	18±5	—	24±5	25±5
	500—630	16±6	20±7	—	26±7	27±7
120—180	⩽120	12±3	12±3	17±3	—	—
	120—180	13±4	13±4	18±4	—	—
	180—250	14±5	16±5	21±5	22±5	—
	250—360	15±5	18±5	—	24±5	—
	360—500	15±5	20±6	—	26±6	27±6
	500—630	17±6	22±8	—	28±8	29±8
180—250	⩽180	14±5	14±5	19±5	—	—
	180—250	17±6	17±6	22±6	—	—
	250—360	18±6	19±6	—	—	—
	360—500	18±6	21±7	—	—	—
	500—630	19±7	24±8	—	—	—
250—360	250	19±6	19±6	24±6	25±6	—
	250—360	21±7	21±7	—	27±7	—
	360—500	21±7	24±8	—	30±8	31±8
	500—630	22±8	27±9	—	33±9	34±9

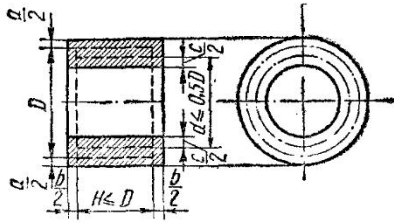
Примечания.

1. Данные таблицы распространяются на сплошные цилиндры при $H \leqslant 1{,}5\,D$; на бруски, кубики, пластины при $H \leqslant B$, $A \leqslant 1{,}5\,B$, на диски при $H \leqslant 0{,}5\,D$; на диски с отверстиями при $H \leqslant D$, $d \leqslant 0{,}5$; на пластины с отверстиями при $H \leqslant B$, $A \leqslant 1{,}5\,B$, $d \leqslant 0{,}5\,B$.

2. Отверстия диаметром $d \leqslant 40$ *мм* и $d \leqslant 60$ *мм* при $H > 120$ *мм* разрешается не прошивать. Сверх припусков в отверстиях допускается конусообразность 1 : 20.

3. Для поковки втулки с уступами, сплошной и с отверстием (эскиз, расположенный справа) определяется также дополнительный припуск S_1 (см. табл. 31) в зависимости от разности D_0-D_1, а по величине отношения $\frac{H-h_0}{h_0}$ определяется, на какой диаметр он начисляется.

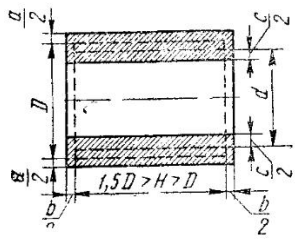
38. Припуски и отклонения на поковки — кольца, *мм*

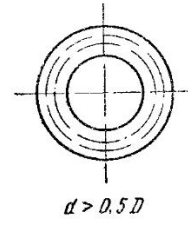


Высота H (свыше—до)	Диаметр D (свыше—до)	Припуски a, b, c и отклонения					
		на высоту H	на диаметр D	на диаметр d при разности $D-d$ (свыше—до)			
				⩽50	50—130	130—250	250—400
⩽50	60—250	8^{+2}_{-3}	11±3	14±3	15±3	—	—
	250—360	9^{+2}_{-3}	14±5	17±5	18±5	19±5	—
	360—500	10±3	16±7	19±7	20±7	21±7	—
	500—800	12±5	19±9	22±9	23±9	24±9	27±9
50—80	60—250	9^{+2}_{-3}	12±3	15±3	16±3	—	—
	250—360	11±3	16±5	19±5	20±5	21±5	—
	360—500	12±4	18±7	21±7	22±7	23±7	—
	500—800	14±5	21±9	24±9	26±9	26±9	27±8
80—120	80—250	11^{+3}_{-4}	14±4	17±4	18±4	—	—
	250—360	13±4	17±5	20±5	21±5	22±5	—
	360—500	14±5	19±7	22±7	23±7	24±7	—
	500—800	17±6	22±9	25±9	26±9	27±9	29±9
120—180	120—250	13±5	16±5	19±5	20±5	—	—
	250—360	13±5	18±5	21±5	22±5	23±5	—
	360—500	16±6	20±7	23±7	24±7	25±7	—
	500—800	19±6	23±9	26±9	27±9	28±9	29±9
180—250	180—250	15±6	18±6	21±6	22±6	—	—
	250—360	17±6	20±6	23±6	24±6	25±6	—
	360—500	18±7	22±7	25±7	26±7	27±7	—
	500—800	21±7	25±9	28±9	29±9	30±9	31±9
250—360	250—360	19±7	23±7	26±7	27±7	28±7	—
	360—500	20±8	25±8	28±8	29±8	30±8	—
	500—800	23±9	28±10	31±10	32±10	33±10	34±10

Примечание. Сверх припусков в отверстии допускается конусообразность 1 : 20.

39. Припуски и отклонения на поковки-цилиндры с отверстием, *мм*





Высота H (свыше—до)	Диаметр D (свыше—до)	Припуски a, b, c и отклонения				
		на высоту H	на диаметр D	на диаметр d при разности $D-d$ (свыше—до)		
				⩽60	60—130	130—180
60—120	60—120	14±5	14±4	17±4	—	—
120—180	60—180	17±6	16±5	19±5	20±5	—
180—250	120—250	19±6	18±6	22±6	22±6	23±6
	180—250	22±8				
250—360			23±7	26±7	27±8	28±8
	250—360	24±10				
360—530	250—360	27±10	25±9	28±9	29±9	30±9

Примечание. Сверх припусков в отверстии допускается конусообразность 1 : 20.

40. Припуски на штамповки из стали и цветных сплавов, изготовляемые на молотах и прессах, *мм*

Наибольший размер штамповки (свыше—до)	Обрабатываемый материал	Припуски при чистоте обработки		
		▽3	▽6	▽8
⩽100	Сталь	1 25	1,75	2
	Цветные сплавы	1,25	1,75	2
100—160	Сталь	1,5	2	2,25
	Цветные сплавы	1,5	2	2,25
160—250	Сталь	1,75	2,25	2,5
	Цветные сплавы	1,75	2,25	2,5
250—355	Сталь	2	2,5	2,75
	Цветные сплавы	2	2,5	2,75

Продолжение табл. 40

Наибольший размер штамповки (свыше—до)	Обрабатываемый материал	Припуски при чистоте обработки		
		▽3	▽6	▽8
355—500	Сталь Цветные сплавы	2,5 2,25	3 2,75	3,25 3
500—630	Сталь Цветные сплавы	3 2,5	3,25 3	3,5 3,25
630—800	Сталь Цветные сплавы	3,25 2,75	3,5 3	3,75 3,25
800—1000	Сталь Цветные сплавы	3,5 3	4 3,25	4,25 3,5
1000—1250	Сталь Цветные сплавы	4 3,5	4,5 3,75	4,75 4
1250—1600	Сталь Цветные сплавы	4,5 4	5 4,25	5,5 4,5
1600—2000	Сталь Цветные сплавы	5 4,5	5,5 5	6 5,5
2000—2500	Сталь Цветные сплавы	6 7	6,5 6	7 6,5

41. Допускаемые отклонения на штамповки из стали и цветных сплавов, изготовляемые на молотах и прессах

Площадь проекции штамповки на плоскость разъема штампа, *см*²	Обозначения отклонений*	Отклонения, *мм* вертикальных размеров (перпендикулярных разъему штампа) при классах точности			Размер штамповки, *мм* (свыше—до)	Отклонения, *мм* от горизонтальных размеров (параллельных разъему штампа) при классах точности		
		4-й	5-й	6-й		4-й	5-й	6-й
⩽80	в+	0,6 0,5	1,0 0,8	1,5 1,2	63	0,8 0,6	1,0 0,8	1,2 1,0
	н—	0,3 0,3	0,5 0,4	0,8 0,5		0,4 0,3	0,5 0,4	0,8 0,6
80—160	в+	0,8 0,6	1,2 1,0	2,0 1,5	63—100	1,0 0,8	1,2 1,0	1,5 1,2

Продолжение табл. 41

Площадь проекции штамповки на плоскость разъема штампа, $см^2$	Обозначения отклонений*	Отклонения, *мм* вертикальных размеров (перпендикулярных разъему штампа) при классах точности			Размер штамповки, *мм* (свыше—до)	Отклонения *мм* от горизонтальных размеров (параллельных разъему штампа) при классах точности		
		4-й	5-й	6-й		4-й	5-й	6-й
80—160	н—	0,4 / 0,3	0,6 / 0,5	0,8 / 0,6	63—100	0,6 / 0,4	0,8 / 0,6	1,0 / 0,8
160—315	в+	1,0 / 0,8	1,5 / 1,2	2,5 / 2,0	100—160	1,2 / 1,0	1,5 / 1,2	1,8 / 1,5
	н—	0,5 / 0,4	0,6 / 0,5	1,0 / 0,6		0,8 / 0,6	1,0 / 0,8	1,2 / 1,0
315—475	в+	1,2 / 1,0	1,8 / 1,5	3,0 / 2,5	160—250	1,5 / 1,2	1,8 / 1,5	2,2 / 2,0
	н—	0,6 / 0,5	0,8 / 0,6	1,2 / 0,8		1,0 / 0,8	1,2 / 1,0	1,5 / 1,2
475—800	в+	1,5 / 1,2	2,2 / 2,0	3,5 / 3,0	250—355	1,8 / 1,5	2,0 / 1,8	2,5 / 2,5
	н—	0,8 / 0,6	1,0 / 0,8	1,5 / 1,0		1,2 / 1,0	1,5 / 1,2	1,8 / 1,5
800—1250	в+	—	2,8 / 2,5	4,0 / 3,5	355—500	2,0 / 1,8	2,5 / 2,0	3,0 / 3,0
	н—	—	1,2 / 1,0	1,8 / 1,2		1,5 / 1,2	1,8 / 1,5	2,2 / 2,0
1250—1700	в+	—	3,5 / 3,0	4,5 / 4,0	500—630	—	3,0 / 2,4	3,5 / 3,5
	н—	—	1,5 / 1,2	2,0 / 1,5		—	2,0 / 1,8	2,5 / 2,2
1700—2200	в+	—	4,0 / 3,5	5,0 / 4,5	630—800	—	3,5 / 2,5	4,0 / 4,0
	н—	—	1,8 / 1,2	2,5 / 1,5		—	2,5 / 2,0	3,0 / 2,5

Продолжение табл. 41

Площадь проекции штамповки на плоскость разъема штампа, $см^2$	Обозначения отклонений*	Отклонения, *мм* вертикальных размеров (перпендикулярных разъему штампа) при классах точности			Размер штамповки, *мм* (свыше — до)	Отклонения, *мм* от горизонтальных размеров (параллельных разъему штампа) при классах точности		
		4-й	5-й	6-й		4-й	5-й	6-й
2200—3000	в+	—	4,5 / 3,8	6,0 / 5,0	800—1000	—	4,0 / 3,0	4,5 / 4,5
	н—	—	2,0 / 1,5	2,5 / 2,0		—	3,0 / 2,4	3,5 / 3,0
3000—4000	в+	—	5,0 / 4,0	6,5 / 5,5	1000—1250	—	4,5 / 3,5	5,0 / 5,0
	н—	—	2,5 / 1,5	3,0 / 2,5		—	3,5 / 2,8	4,0 / 3,5

* Обозначения: в — верхнее отклонение, н — нижнее отклонение.

Примечания.

1. Отклонения, указанные над чертой, относятся к штамповкам из стали, под чертой — к штамповкам из цветных металлов.

2. Между необрабатываемыми поверхностями рекомендуется принимать данные для 4-го и 5-го классов точности, между обрабатываемыми поверхностями или между необрабатываемой и обрабатываемой — данные для 6-го класса точности.

42. Припуски на диаметр деталей, обтачиваемых из круглого проката, *мм*

Номинальный диаметр детали	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск
5	20	2	40	2	60	2	100	3
6—7	24—28	2	48—56	2	72—84	2	120—140	2
8	32—36	2	64—72	2	96—108	2	160—180	3
10	40	2	80	2	120	3	200	3
11	44	2	88	2	132	2	220	2
12—15	48—60	2	96—120	2	144—180	3	240—300	3
16	64	2	128	2	192	2	320	3
17—19	68—76	2	136—152	2	204—228	3	340—380	3
20	80	2	160	2	240	3	400	4
21—24	84	3	168—192	3	252—288	3	420—480	4
25	100	3	200	3	300	3	500	5

Продолжение табл. 42

Номинальный диаметр детали	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск
26	104	4	208	4	312	4	520	4
27	108	3	216	3	324	5	540	5
28	112	4	224	4	336	4	560	4
30—32	120—128	3	240—256	3	360—384	4	600—640	4
34	136	4	272	4	398	4	680	4
35	140	3	280	3	420	4	700	4
36	144	3	288	4	432	4	720	4
38	152	4	304	4	456	4	760	5
40	160	3	320	5	480	5	800	5
42	168	3	336	3	504	6	840	6
44	176	4	352	4	528	6	880	6
45	180	3	360	3	540	5	900	5
46	184	4	368	6	552	6	920	6
48	192	4	384	4	576	6	960	6
50	200	4	400	4	600	5	1000	5
52	208	3	416	3	624	4	1040	4
55	220	3	440	5	660	5	1100	5
58	232	4	464	4	696	4	1160	7
60	240	5	480	5	720	5	1200	10
62	248	6	496	6	744	6	1240	10
65	260	5	520	5	780	5	1300	10
68	272	4	544	4	816	4	1360	10
70	280	5	560	5	840	10	1400	15
72	288	4	576	4	864	13	1440	13
75	300	5	600	5	900	10	1500	15
78	312	7	624	12	936	17	1560	17
80	320	5	640	10	960	15	1600	15
82	328	8	656	13	984	18	1640	18
85	340	5	680	10	1020	15	1700	15
88	352	7	704	12	1056	17	1760	17
90	360	5	720	10	1080	15	1800	15
92	368	8	736	13	1104	18	1840	18
95	380	5	760	10	1140	15	1900	15
98	392	7	784	12	1176	17	1960	17
100	400	5	800	10	1200	15	2000	15
105	420	5	840	10	1260	15	2100	15
110	440	5	880	10	1320	15	2200	15
120	480	5	960	10	1440	20	2400	20
125	500	5	1000	5	1500	10	2500	10
130	520	10	1040	10	1560	20	2600	20

Продолжение табл. 42

Номинальный диаметр детали	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск	Длина заготовки	Припуск
135	540	5	1080	5	1620	15	2700	15
140	560	10	1120	10	1680	20	2800	20

Примечания.

1. Заготовки диаметром до 30 *мм* подвергать правке.
2. Припуск выбирается по максимальному диаметру детали, если таковой находится ближе к ее середине; при расположении его у конца заготовки в виде бурта, если длина не превышает 30% длины заготовки, припуск берется в зависимости от длины бурта.
3. Припуски установлены с учетом операционных припусков, допусков и кривизны по длине проката.

Операционные припуски для различных видов обработки

Операционный (промежуточный) припуск, т. е. избыточный слой металла, оставляемый для снятия на данной операции, должен быть достаточным, чтобы при чистовой или окончательной обработке детали не оставалось «черноты» или следов от предыдущей обработки, но вместе с тем он должен быть возможно малым, чтобы не увеличивалось время обработки и не удорожалась операция.

Практически для назначения операционных припусков и допусков пользуются таблицами нормалей, разрабатываемых применительно к условиям данного производства. Однако для некоторых операций приходится учитывать погрешность установки детали на данной операции, искажение формы детали при термической обработке и т. д. В таких случаях операционные припуски рассчитываются теоретически по формулам, приведенным ранее.

43. Операционные припуски на обтачивание и шлифование валов в массовом и крупносерийном производстве, *мм*

Диаметр вала (свыше—до)	Операционные припуски при длине вала (свыше—до)								
	100	100—300	300—500	500—700	700—1000	1000—1300	1300—1600	1600—2000	2000
Чистовое обтачивание валов после чернового									
6—10	0,7	0,9	1,2	—	—	—	—	—	—
10—18	0,75	1	1,25	—	—	—	—	—	—
18—30	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	—	—
30—50	1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	—	—
50—80	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
80—120	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1
120—180	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1
180—260	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2

Продолжение табл. 43

Диаметр вала (свыше—до)	Операционные припуски при длине вала (свыше—до)								
	100	100—300	300—500	500—700	700—1000	1000—1300	1300—1600	1600—2000	2000
260—360	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3
360—500	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Шлифование сырых валов после чистового обтачивания									
6—10	0,25	0,3	0,35	—	—	—	—	—	—
10—18	0,3	0,35	0,40	—	—	—	—	—	—
18—30	0,35	0,40	0,45	—	—	—	—	—	—
30—50	0,40	0,45	0,5	0,55	0,6	0,6	—	—	—
50—80	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7
80—120	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,7	0,75	0,75	0,8
120—180	0,6	0,6	0,65	0,7	0,7	0,75	0,75	0,8	0,85
180—260	0,7	0,7	0,7	0,75	0,75	0,8	0,8	0,85	0,85
260—360	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	0,95	1
Шлифование закаленных валов после чернового обтачивания									
6—10	0,3	0,35	0,4	—	—	—	—	—	—
10—18	0,36	0,4	0,45	—	—	—	—	—	—
18—30	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,6	—	—	—
30—50	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,6	—	—	—
50—80	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,7	0,7	0,75	0,75
80—120	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9
120—180	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	0,95
180—260	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	0,95	0,95	1
260—360	0,85	0,85	0,9	0,95	1	1	1,05	1,05	1,1

Примечания.

1. Для мелкосерийного производства припуски, приведенные в таблице, увеличиваются до 20%.

2. При раздельном черновом и чистовом шлифовании 70% указанного в таблице припуска следует снимать при черновом шлифовании и 30% при чистовом.

3. Припуски, приведенные в таблице, пригодны также для деталей шлифуемых на оправках или в приспособлениях.

44. Операционные припуски на бесцентровое шлифование валов после чистового обтачивания, *мм*

Диаметр вала (свыше—до)	Операционные припуски при длине вала (свыше—до)			
	<100	100—250	250—500	500—1000
Шлифование сырых валов				
6—10	0,25	0,3	—	—
10—18	0,3	0,35	—	—
18—30	0,35	0,4	0,45	—
30—50	0,4	0,45	0,5	0,55
50—80	0,45	0,5	0,55	0,6
80—120	0,5	0,55	0,6	0,65
120—180	0,55	0,6	0,65	0,7
Шлифование закаленных валов				
6—10	0,3	0,35	—	—
10—18	0,35	0,4	—	—
18—30	0,4	0,45	0,5	—
30—50	0,45	0,5	0,55	0,6
50—80	0,5	0,55	0,6	0,65
80—120	0,55	0,6	0,65	0,7
120—180	0,6	0,65	0,7	0,75

45. Операционные припуски и допускаемые отклонения на диаметр при зенкеровании, растачивании и развертывании отверстий, *мм*

Наименование операций	Интервалы диаметров (свыше—до)							
	3—5	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
Припуски								
После сверления:								
зенкерование	—	—	0,8	1,2	1,5	—	—	—
растачивание	—	—	0,8	1,2	1,5	2	2	2
чистовое растачивание . .	—	—	0,5	0,8	1	1	1,3	1,5
Развертывание	0,15	0,2	0,3	0,3	0,5	—	—	—
После зенкерования или растачивания:								
развертывание	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,35	0,40	0,5
черновое развертывание ,	0,15	0,2	0,2	0,2	—	—	—	—
чистовое развертывание после чернового.	0,05	0,08	0,9	0,1	0,12	0,14	0,17	—

Продолжение табл. 45

Наименование операций	Интервалы диаметров (свыше—до)							
	3—5	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
Отклонения (+)								
Сверление (5-й класс точности)	0,16	0,2	0,24	0,28	0,34	0,4	—	—
Сверление по кондуктору (4-й класс точности)	0,08	0,1	0,12	0,14	0,17	—	—	—
Зенкерование (4-й класс точности)	—	—	0,12	0,14	0,17	—	—	—
Черновое растачивание (4-й класс точности)	—	0,1	0,12	0,14	0,17	0,2	0,2	0,26
Чистовое растачивание (3а класс точности)	—	—	0,07	0,084	0,1	0,12	0,14	0,16
Черновое развертывание (3-й класс точности)	0,025	0,03	0,035	0,045	0,05	—	—	—

46. Операционные припуски и допускаемые отклонения на диаметр при шлифовании отверстий, *мм*

Вариант	Наименование операций	Интервалы диаметров (свыше—до)						
		6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
	Припуски							
I	Окончательное шлифование термически обработанных и необработанных деталей	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
II	Шлифование после термообработки:							
	черновое	—	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
	чистовое	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

Продолжение табл. 46

Вариант	Наименование операций	Интервалы диаметров (свыше—до)						
		6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
III	Черновое шлифование до термообработки . . .	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	Чистовое шлифование после термообработки . .	—	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
	Отклонения (+)							
IV	Чистовое растачивание под окончательное шлифование и под черновое до термообработки (3а класс точности) . . .	—	0,07	0,084	0,1	0,12	0,14	0,16
	Черновое шлифование после термообработки (3-й класс точности)	—	0,035	0,045	0,05	0,06	0,07	0,08

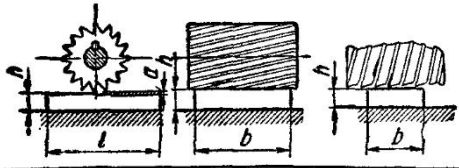
47. Операционные припуски и допускаемые отклонения на диаметр при тонком растачивании, *мм*

Наименование операций и обрабатываемый материал		Диаметр обработки (свыше—до)				
		30	30—50	50—80	80—120	120—180
	Припуски					
Тонкое растачивание: алюминия	черновое	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
	чистовое	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
баббита	черновое	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
	чистовое	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
бронзы и чугуна	черновое	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
	чистовое	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
стали	черновое	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	чистовое	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Продолжение табл. 47

Наименование операций и обрабатываемый материал	Диаметр обработки (свыше—до)				
	30	30—50	50—80	80—120	120—180
Отклонения от диаметра обработки на предыдущей операции (+)					
Подготовительное растачивание перед тонким (3а класс точности) . .	0,084	0,1	0,12	0,14	0,15
Черновое растачивание (3-й класс точности)	0,045	0,05	0,06	0,07	0,08

48. Операционные припуски при фрезеровании и шлифовании плоскостей, *мм*



Вид обработки	Ширина *b*	Длина *l*	Припуски *a* при толщине *h*		
			6—30	30—50	<50
Черновое фрезерование после грубого	⩽200	100	1	1	1,5
		100—250	1,2	1,5	1,7
		250—400	1,5	1,7	2
	200—400	100	1,2	1,5	1,7
		100—250	1,5	1,5	2
		250—400	1,7	2	2,5
Чистовое фрезерование после чернового	⩽200	100	0,7	1	1
		100—250	1	1	1,3
		250—400	1	1,2	1,5
	200—400	100	1	1	1,3
		100—250	1	1,2	1,5
		250—400	1	1,2	1,5
Окончательное шлифование термически обработанных и необработанных деталей (1-й вариант)	⩽200	100	0,3	0,5	0,5
		100—250	0,3	0,5	0,5
		250—400	—	0,5	—
	200—400	100	0,3	0,5	0,5
		100—250	—	0,5	—
		250—400	—	0,5	—

Продолжение табл. 48

Вид обработки		Ширина b	Длина l	Припуски a при толщине n		
				6—30	30—50	<50
Шлифование после термообработки (2-й вариант)	черновое	⩽200	⩽100	0,2	0,3	0,3
			100—250	0,2	0,3	0,3
			250—400	—	0,3	—
		200—400	⩽100	0,2	0,3	0,3
			100—250	—	0,3	—
			250—400	—	0,3	—
	чистовое	⩽200	⩽100	0,1	0,2	0,2
			100—250	0,1	0,2	0,2
			250—400	—	0,2	—
		200—400	⩽100	0,1	0,2	0,2
			100—250	—	0,2	—
			250—400	—	0,2	—

49. Допустимые отклонения (—) при фрезеровании и шлифовании плоскостей, *мм*

Толщина h (свыше—до)	Отклонения при фрезеровании		Отклонения при шлифовании	
	грубом (7-й класс точности)	черновом (5-й класс точности)	черновом (4-й класс точности)	чистовом (3-й класс точности)
3—6	0,3	0,16	0,08	0,025
6—10	0,36	0,2	0,1	0,030
10—18	0,43	0,24	0,12	0,035
18—30	0,52	0,28	0,14	0,045
30—50	0,62	0,34	0,17	0,05
50—80	0,74	0,4	0,2	0,06
80—120	0,87	0,46	0,23	0,07
120—180	1	0,53	0,26	0,08

50. Операционные припуски при протягивании отверстий, *мм*

Размеры протягиваемого отверстия		Припуск на диаметр
Длина L	Диаметр D (свыше—до)	
6—50	10—18	0,2—0,5
6—120	19—30	0,3—0,6
11—180	31—50	0,4—0,7
30—180	51—80	0,6—0,8

Продолжение табл. 50

Размеры протягиваемого отверстия		Припуск на диаметр
Длина L	Диаметр D (свыше—до)	
4—3D	81—120	1,0
3—2,5D	121—180	1,2
2,5—1,5D	181—260	1,4
1,5—1D	261—360	1,6

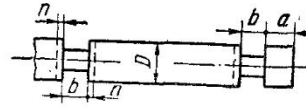
Примечания.

1. Допуски на неточность предварительного изготовления отверстия приняты по 5-му классу точности.
2. При протягивании отверстий в отливках и штамповках припуск на протягивание равен припуску на заготовку.

51. Операционные припуски при хонинговании отверстий в чугуне и стали, *мм*

Диаметр обрабатываемого отверстия (свыше—до)	Чугун	Сталь	Чугун	Сталь	Чугун	Сталь
	Припуск на диаметр отверстия при предварительной обработке					
	после тонкого растачивания		после чистового развертывания		после шлифования	
До 50	0,09	0,06	0,09	0,07	0,08	0,05
50—80	0,1	0,07	0,1	0,08	0,09	0,05
80—120	0,11	0,08	0,11	0,09	0,1	0,06
120—180	0,12	0,09	0,12	—	0,11	0,07
180—260	0,12	0,09	—	—	0,12	0,08

52. Операционные припуски при разрезании материала, *мм*



Диаметр D (свыше—до)	Припуск на разрезание			Припуск на обработку торцов при длине, *м*			Припуск на зажим в патроне
	дисковой пилой		на токарном или револьверном станке B	до 1	1—5	5 и более	
	Диаметр	B		2 n			a
10	—	—	3	2	4	5	30
10—20	275	4	3	4	5	7	40
20—30	275	4	3	6	7	9	40

Продолжение табл. 52

Диаметр D (свыше—до)	Припуск на разрезание			Припуск на обработку торцов при длине, $м$			Припуск на зажим в патроне
	дисковой пилой		на токарном или револьверном станке B	до 1	1—5	5 и более	
	Диаметр	B		2 n			a
30—80	275	4	6	7	8	10	60
80—150	510	6	6	8	10	12	70
150—200	660	6	8	9	10	12	80
200—260	810	6,5	10	10	17	14	80
260—300	910	7	12	10	12	14	90
300—400	1200	9	14	10	12	14	90
400—500	1500	11	16	10	12	16	100

Примечание. Для револьверных станков и автоматов длина отрезаемой заготовки для нескольких деталей $L=x(l+2n+B)-B+l$, где x — количество деталей в отрезаемой заготовке.

53. Операционные припуски при шабрении отверстия, *мм*

Диаметр обрабатываемого отверстия (свыше—до)	Припуск на диаметр при длине обрабатываемого отверстия			
	до 100	100—200	200—300	300
До 80	0,05	0,08	0,12	—
80—180	0,10	0,15	0,20	0,30
180—360	0,15	0,20	0,25	0,30
Св. 360	0,20	0,25	0,30	0,35

54. Операционные припуски при шабрении плоскостей, *мм*

Длина обрабатываемой поверхности (свыше—до)	Припуск при ширине обрабатываемой поверхности		
	до 100	св. 100 до 300	св. 300
До 300	0,15	0,15	0,2
300—1000	0,2	0,2	0,25
Св. 1000	0,25	0,25	0,13

55. Операционные припуски ΔS на шевингование по толщине зуба колеса, *мм*

Модуль	Диаметр зубчатого колеса		
	до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200
1—3	0,06—0,08	0,08—0,10	0,12—0,15
3—5	0,08—0,10	0,10—0,12	0,12—0,18
5—8		0,12—0,18	0,20—0,28

56. Операционные припуски на шлифование зубьев цилиндрических колес (на сторону), *мм*

Модуль	Диаметр зубчатого колеса					
	50—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600
до 2,5	0,13—0,18	0,15—0,2	0,18—0,24	0,20—0,25	0,20—0,30	0,24—0,32
2,5—6	0,15—0,12	0,17—0,29	0,20—0,25	0,22—0,28	0,27—0,32	0,25—0,39
6—8	0,16—0,2	0,18—0,24	0,21—0,28	0,23—0,31	0,25—0,34	0,27—0,36

Размеры заготовок, припуски и допускаемые отклонения при нарезании резьбы

Отверстия под резьбу. Диаметр отверстия под резьбу зависит от типоразмера последней, характера обрабатываемого материала и способа получения резьбы.

Для нарезания метрической резьбы

$$d_c = d - K_c \cdot S,$$

где d_c — диаметр сверла (расчетный диаметр сверла округляется до размеров, предусмотренных ГОСТ 885—64), *мм*;
d — номинальные диаметры резьбы, *мм*;
K_c — коэффициент, зависящий от вида материала;
S — шаг резьбы, *мм*.

57. Значение коэффициента K_c для резьб

Шаг резьбы S, *мм*	Обрабатываемый материал		
	Сталь, чугун, бронза, алюминий		Особо вязкая сталь, титан и его сплавы
	Глубина нарезания		
	до 12 S	св. 12 S	
До 2	1	0,9	0,95
Св. 2	1,03	0,93	

58. Диаметры расточенных отверстий под нарезание метрических резьб, *мм*

Шаг резьбы S	Диаметр отверстия		Шаг резьбы S	Диаметр отверстия	
	номинал	допуск		номинал	допуск
0,5	—0,5	+0,1	3	—3,18	+0,31
0,75	—0,77	+0,15	3,5	—3,7	+0,33
1	—1,04	+0,16	4	—4,23	+0,38
1,25	—1,3	+0,16	4,5	—4,75	+0,43
1,5	—1,55	+0,17	5	—5,3	+0,48
1,75	—1,82	+0,20	5,5	—5,85	+0,54
2	—2,1	+0,23	6	—6,38	+0,58
2,5	—2,64	+0,25	—	—	—

59. Диаметры расточенных отверстий под нарезание трубных цилиндрических резьб

Номинальный диаметр резьбы, дюйм	Диаметр расточки, *мм*	Отклонение, *мм*	Номинальный диаметр резьбы, дюйм	Диаметр расточки, *мм*	Отклонение, *мм*
1/8	8,80	+0,12	1 3/8	41,60	+0,34
1/4	11,80	+0,14	1 1/2	45,00	+0,34
3/8	15,20	+0,14	1 3/4	51,00	+0,40
1/2	18,90	+0,14	2	56,90	+0,40
5/8	20,90	+0,14	2 1/4	62,95	+0,40
3/4	24,30	+0,28	2 1/2	72,45	+0,40
7/8	28,30	+0,28	2 3/4	78,80	+0,40
1	30,50	+0,34	3	85,10	+0,46
1 1/8	35,20	+0,34	3 1/4	91,20	+0,46
1 1/4	39,20	+0,34	3 1/2	97,55	+0,46

Стержни под резьбу. Диаметры стержней под резьбу назначаются с учетом подъема заготовки и допусков на наружный диаметр резьбы:

$$d_з = d^{-\Delta}_{-\delta},$$

где $d_з$ — диаметр заготовки, *мм*;
d — номинальный диаметр резьбы, *мм*;
Δ — гарантийный запас на вспучивание, *мм*

$$\Delta = 0{,}04\sqrt{S},$$

δ — допуск на наружный диаметр резьбы по ГОСТ, *мм*.

Ниже приводятся диаметры заготовок (стержней) под нарезание трубных цилиндрических резьб и отклонения диаметров стержней под нарезание метрических резьб.

60. Диаметры заготовок (стержней) под нарезание трубных цилиндрических резьб резцом и фрезой

Номинальный диаметр резьбы, дюйм	Диаметр стержня, *мм*	Допуск, *мм*	Номинальный диаметр резьбы, дюйм	Диаметр стержня, *мм*	Допуск, *мм*
1/8	9,48	—0,10	1 3/8	43,98	—0,17
1/4	12,86	—0,12	1 1/2	47,37	—0,17
3/8	16,36	—0,12	1 3/4	53,34	—0,20
1/2	20,64	—0,14	2	59,21	—0,20
5/8	22,61	—0,14	2 1/4	65,33	—0,20
3/4	26,11	—0,14	2 1/2	74,74	—0,20
7/8	29,88	—0,14	2 3/4	81,12	—0,20
1	32,92	—0,17	3	87,42	—0,20
1 1/8	37,55	—0,17	3 1/4	93,56	—0,24
1 1/4	41,53	—0,17	3 1/2	99,91	—0,24

61. Отклонения диаметра стержней под нарезани

Класс точности резьбы	Шаг резьбы S, м						
	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
2	—0,02 —0,065	—0,02 —0,08	—0,02 —0,09	—0,03 —0,10	—0,03 —0,11	—0,03 —0,12	—0, —0,
3	—	—	—	—	—	—	—

Класс точности резьбы	Шаг резьбы S, м					
	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
2	—0,05 —0,24	—0,05 —0,26	—0,06 —0,29	—0,06 —0,33	—0,07 —0,37	—0,07 —0,40
3	—0,05 —0,35	—0,05 —0,38	—0,06 —0,41	—0,06 —0,48	—0,07 —0,52	—0,07 —0,55

Размеры заготовок, припуски и допускаемые отклонения для накатывания резьбы

Накатывание резьбы может осуществляться тремя подачами: тангенциальной, радиальной, осевой.

Накатыванием получают резьбы диаметром от 0,3 до 120 *мм* на деталях из сталей твердостью от 120 до 340 *НВ*, а также из цветных металлов и сплавов с точностью до 1-го класса и с чистотой поверхности до 8—9-го класса.

Диаметр заготовки под накатывание резьбы определяют по следующей формуле:

$$d_{заг} = \frac{1}{2}\sqrt{d^2 + d_1^2 - 0{,}2109\,S^2},$$

где d; d_1;— соответственно наружный и внутренний диаметры накатываемой резьбы, *мм*;

S— шаг резьбы, *мм*.

Формула пригодна для всех случаев накатывания треугольной резьбы, как с симметричным, так и несимметричным расположением d и d_1 относительно d_2 (за исключением накатывания с продольной подачей).

82. Диаметры заготовок под накатывание метри

Диаметр резьбы d	Шаг резьбы S	Средний диаметр резьбы d_2	Допускаемые отклонения среднего диаметра при классах точности			
			1	2	2а	
3	0,5	2,675	—	0,071	—	0
3,5	(0,6)	3,110	—	0,078	—	0
	0,7	3,546	0,054	0,084	—	0
4	0,5	3,675	—	0,08	0,100	0
	(0,75)	4,013	0,058	0,090	—	0
4,5	0,5	4,175	—	0,080	0,100	0
	0,8	4,480	0,058	0,090	—	0
	0,5	4,675	—	0,080	0,100	0
5,5	0,5	5,175	—	0,080	0,100	0
	1	5,350	0,065	0,101	—	0
6	0,75	5,513	0,060	0,095	0,120	0
	0,5	5,675	—	0,090	0,110	0
	1	6,350	0,065	0,101	—	0
7	0,75	6,513	0,060	0,095	0,120	0
	0,5	6,675	—	0,090	0,110	0
	1,25	7,188	0,072	0,112	—	0

Диаметр резьбы d	Шаг резьбы S	Средний диаметр резьбы d_2	Допускаемые отклонения среднего диаметра при классах точности		
			1	2	2а
8	1	7,350	0,065	0,101	0,125
	0,75	7,513	0,060	0,095	0,120
	(1,25)	8,188	0,072	0,112	—
9	1	8,350	0,065	0,101	0,125
	0,75	8,513	0,060	0,095	0,120
	1,5	9,026	0,080	0,123	—
10	1,25	9,188	0,072	0,112	0,140
	1	9,350	0,070	0,110	0,140
	0,75	9,513	0,065	0,105	0,130
11	1,5	10,026	0,080	0,123	—
	1	10,350	0,070	0,110	0,140
	0,75	10,513	0,065	0,105	0,130
	1,75	10,863	0,085	0,133	—
12	1,5	11,026	0,080	0,123	0,155
	1,25	11,188	0,072	0,112	0,140
	1	11,350	0,070	0,110	0,140
	2	12,701	0,091	0,142	—

Диаметр резьбы d	Шаг резьбы S	Средний диаметр резьбы d_2	Допускаемые отклонения среднего диаметра при классах точности			
			1	2	2а	
14	1,5	13,026	0,080	0,123	0,155	
	1,25	13,188	0,072	0,112	0,140	
	1	13,350	0,070	0,110	0,140	
15	1,5	14,026	0,080	0,123	0,155	
	(1)	14,350	0,070	0,110	0,140	
	2	14,701	0,091	0,142	—	
16	1,5	15,026	0,080	0,123	0,155	
	1	15,350	0,070	0,110	0,140	
17	1,5	16,026	0,080	0,123	0,155	
	(1)	16,350	0,070	0,110	0,140	
18	2,5	16,376	0,101	0,159	—	
	2	16,701	0,100	0,155	0,195	
	1,5	17,026	0,090	0,135	0,170	
20	2,5	18,376	0,101	0,159	—	
	2	18,701	0,100	0,155	0,195	
	1,5	19,026	0,090	0,135	0,170	

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Основные понятия

Допуски и отклонения. В современном машиностроении особое значение имеет взаимозаменяемость, т. е. такие свойства, при которых все однотипные детали обладают относительно одинаковой работоспособностью, и любая из них может быть легко установлена на свое место при сборке механизма без предварительной подгонки.

Различают полную и неполную взаимозаменяемость. При полной взаимозаменяемости любая из партии изготовленных деталей одинаково легко может быть установлена на предназначенное ей место в механизме и соединена с другими деталями без подгонки или подбора по размерам.

При неполной взаимозаменяемости изготовленные детали перед сборкой предварительно сортируют на группы и соединяют вместе только детали из одной группы.

Взаимозаменяемости можно достигнуть только при условии изготовления деталей с определенной точностью по заранее установленным размерам. Под точностью обработки понимают степень соответствия формы и размеров, полученных при обработке, форме и размерам, заданным по чертежу.

Форму деталей, их размеры и точность обработки устанавливают при конструировании машин. Основные размеры деталей определяют путем расчета на прочность, на основе опытных данных, заданных параметров машины и рабочих характеристик механизмов. Менее ответственные размеры иногда устанавливают из конструктивных соображений.

Под размером понимается: в цилиндрических сопряжениях — диаметр, а в плоских — кратчайшее расстояние между параллельными плоскостями.

Принятые на основании расчета или конструктивных соображений размеры называют номинальными.

Обработать деталь так, чтобы получить номинальный размер практически невозможно, так как при обработке неизбежны погрешности. Нельзя также изготовить несколько деталей с абсолютно одинаковыми размерами. Это объясняется неоднородностью материала обрабатываемых деталей и инструмента, вибрацией станка, деформацией системы станок—приспособление—инструмент—деталь (СПИД), неточностью установки и др.

Точность изготовления деталей определяют измерением различными инструментами. Размеры, полученные в результате непосредственного измерения, называются действительными.

Размеры, между которыми может колебаться действительный размер, называются предельными размерами. Один из них является наибольшим предельным размером, другой — наименьшим (рис. 2).

Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

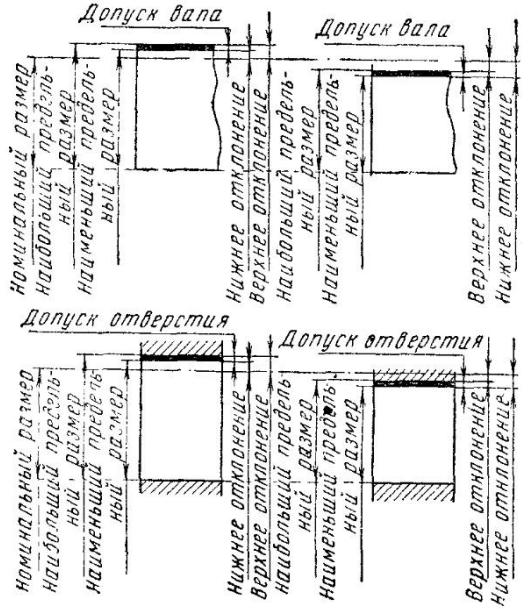


Рис. 2. Схема допусков и отклонений для отверстия и вала

Верхним отклонением будет разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Зазор, натяг, посадка (рис. 3). При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю охватывающую поверхность и внутреннюю охватываемую поверхность и соответственно охватывающий размер и охватываемый размер.

Для тел вращения охватывающая поверхность носит общее название отверстие, охватываемая — вал, а соответствующие размеры — диаметр отверстия и диаметр вала.

Разность между размерами отверстия и вала определяет характер сопряжения или так называемую посадку, т. е. бо́льшую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень их сопротивления взаимному смещению.

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, обеспечивающая свободу их относительного движения.

Наибольший зазор — разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьший зазор — разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

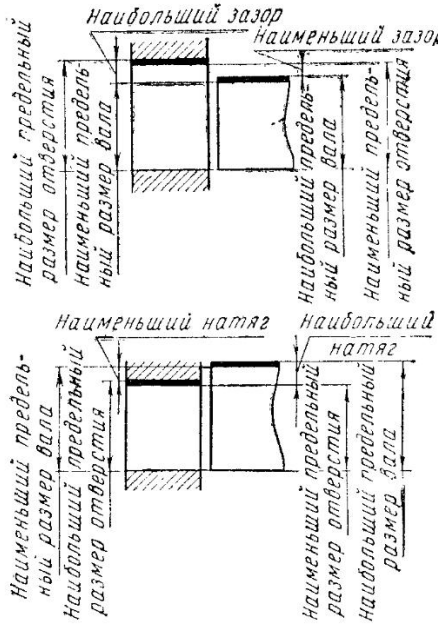


Рис. 3. Схема зазоров, натягов и посадок

Натягом называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала, обеспечивающая после сборки неподвижность соединения.

Наибольший натяг — разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Наименьший натяг — разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Допуском зазора или натяга называется разность между наибольшим и наименьшим зазором или наибольшим и наименьшим натягом.

Зазоры и натяги, получающиеся в результате сочетания стандартных полей допусков отверстий и валов, обеспечиваются при нормальной рабочей температуре (20° С).

Система допусков. Классы точности. Типы посадок. Обозначения. Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок.

Система допусков подразделяется:

а) по основанию системы — на систему отверстия и на систему вала;

б) по величине допусков — на несколько классов точности;

в) по величине зазоров или натягов — на ряд посадок.

Система отверстия характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров вала.

В системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия.

Система вала характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры вала остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров отверстия.

В системе вала номинальный размер является наибольшим предельным размером вала.

Обе системы являются несимметричными предельными, причем допуск отверстия в системе отверстия всегда будет направлен в сторону увеличения отверстия (в тело), а допуск вала в системе вала — в сторону уменьшения вала (в тело).

При графическом построении допусков пользуются понятием «нулевая линия». Нулевая линия служит началом отсчета отклонений от номинального размера, причем в системе отверстия она определяет размер наименьшего отверстия, а в системе вала — наибольшего вала (рис. 4).

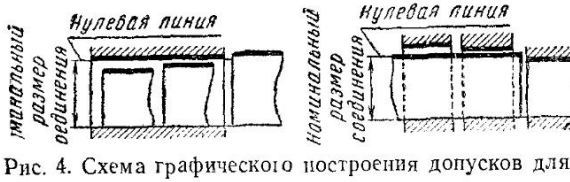


Рис. 4. Схема графического построения допусков для отверстия и вала

В зависимости от величины допусков зазора и натяга при одинаковых посадках и одних и тех же номинальных диаметрах различают посадки разной степени точности, группируемые по отдельным классам точности.

Все классы точности образуют три группы. Для соединений, требующих повышенной точности, применяются классы точности первой группы, обозначаемые 1, 2, 2а, 3, 3а — в порядке убывающих степеней точности.

Классы обозначаются арабскими цифрами в виде индексов к обозначениям посадок.

Для менее точных соединений используются классы точности второй группы, обозначаемые 4, 5 — в порядке убывающих степеней точности.

Для грубых соединений и несопрягаемых размеров применяются классы точности третьей группы, обозначаемые 7, 8, 9 — в порядке убывающих степеней точности.

Посадкам присваиваются следующие наименования и обозначения (в порядке убывающих натягов и возрастающих зазоров):

Неподвижные посадки (с натягом)

Горячая	Гр
Прессовая	Пр
Легкопрессовая	Пл

Переходные посадки

Глухая	Г
Тугая	Т
Напряженная	Н
Плотная	П

Подвижные посадки (с зазором)

Скользящая	С
Движения	Д
Ходовая	Х
Легкоходовая	Л
Широкоходовая	Ш
Теплоходовая	Тх

Основания систем обозначаются: отверстие буквой А, вал — В.

Отверстие в системе вала и вал в системе отверстия обозначаются буквами и цифрами соответствующих им посадок и классов точности.

63. Условные обозначения и распределение посадок по классам точности для размеров от 0,1 до 10 000 *мм*

Наименование посадок	Группа	Обозначение	Классы точности для диаметров (свыше—до)		
			0,1—1	1—500	500—10 000
Прессовая 3	Прессовые	ПР3	1, 2	3(А)	2а(А)
Прессовая 2		ПР2	1, 2, 2а	1(А);2а (А), 3(А)	2а(А), 3(А)
Прессовая 1		ПР1	3	1(А),2а(А), 3(А)	2(А), 2а(А) 3(А)
Горячая		Гр	—	2	2а(А), 2(В)
Прессовая		Пр	—	2	2(А), 2а(А)
Легкопрессовая		Пл	—	2(А)	2(А)
Глухая	Переходные	Г	—	1, 2, 2а	2,2а(А),2(В)
Тугая		Т	—	1, 2, 2а	2
Напряженная		Н	1, 2, 2а, 3	1, 2, 2а	2, 2а(А)
Плотная		П	2, 2а, 3	1, 2, 2а	2, 2а(А)
Скользящая	С зазором	С	1, 2, 2а, 3, 4, 5	1, 2, 2а, 3	2, 2а, 3, 3а, 4, 5
Движения		Д	2	1, 2	2, 2а
Ходовая		Х	1, 2, 2а, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2(В), 2а(А) 3 4, 5(А)
Легкоходовая		Л	1, 2, 2а, 3, 3а	2, 4	3, 4
Широкоходовая		Ш	—	2, 3, 4	3, 3а, 4
Широкоходовая 1-я		Ш1	2, 2а, 3, 3а, 4	—	—
Широкоходовая 2-я		Ш2	3а, 4	—	—
Теплоходовая		Тх	—	2	—

Примечание. Посадки, помеченные буквой А, относятся только к системе отверстия, буквой В — только к системе вала, остальные посадки относятся к обеим системам посадок.

Предельные отклонения отверстий и валов

64. Предельное отклонение отверстий (А) и валов (В) для диаметров от 0,1 до 10 000 *мм*

(по ГОСТ 3047—66, 7713—62 и 2689—54)

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Обозначение	Отклонение	1-й	2-й	2а	3-й	3а	4-й	5-й
0,1—0,3	А	в+	3	5	8	13	20	35	50
	В	н—	—	—	—				
0,3—0,6	А	в+	4	6	10	15	25	40	60
	В	н—	—	—	—				
0,6—1	А	в+	5	7	12	18	35	40	70
	В	н—	—	—	—				
1—3	А	в+	6	10	14	20	40	60	120
	В	н—	4	6	9				
3—6	А	в+	8	13	18	25	48	80	160
	В	н—	5	8	12				
6—10	А	в+	9	16	22	30	58	100	200
	В	н—	6	10	15				
10—18	А	в+	11	19	27	35	70	120	240
	В	н—	8	12	18				
18—30	А	в+	13	23	33	45	84	140	280
	В	н—	9	14	21				
30—50	А	в+	15	27	39	50	100	170	340
	В	н—	11	17	25				
50—80	А	в+	18	20	46	60	120	200	400
	В	н—	13	20	30				
80—120	А	в+	21	35	54	70	140	230	460
	В	н—	15	23	35				
120—180	А	в+	24	40	63	80	160	260	530
	В	н—	18	27	40				
180—260	А	в+	27	45	73	90	185	300	600
	В	н—	20	30	47				
260—360	А	в+	30	50	84	100	215	340	680
	В	н—	22	35	54				

Продолжение табл. 64

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Обозначение	Отклонение	1-й	2-й	2а	3-й	3а	4-й	5-й
360—500	A	в+	35	60	95	120	250	380	760
	B	н—	25	40	62				
500—630	A	в+	45	70	170	140	280	450	900
	B	н—	30	45	70				
630—800	A	в+	50	80	120	150	300	500	1000
	B	н—	35	50	80				
800—1000	A	в+	35	90	130	170	350	550	1100
	B	н—	40	55	90				
1000—1250	A	в+	60	100	150	200	400	600	1200
	B	н—	45	60	100				
1250—1600	A	в+	65	110	170	220	450	650	1300
	B	н—	50	65	110				
1600—2000	A	в+	75	120	190	250	500	750	1500
	B	н—	55	75	120				
2000—2500	A	в+	85	130	210	280	550	900	1800
	B	н—	60	85	130				
2500—3150	A	в+	100	150	230	300	600	1000	2000
	B	н—	70	100	150				
3150—4000	A	в+	110	170	260	350	700	1100	2200
	B	н—	80	110	170				
4000—5000	A	в+	120	190	300	400	800	1200	2500
	B	н—	90	120	190				
5000—6300	A	в+	140	220	350	450	900	1400	2800
	B	н—	100	140	220				
6300—8000	A	в+	160	260	400	500	1000	1600	3200
	B	н—	110	160	260				
8000—10 000	A	в+	180	300	450	600	1200	1800	3500
	B	н—	130	180	300				

65. Предельные отклонения валов и отверстий прессовых, переходных и
до 1 *мм* (по ГОСТ 3047—66)

Обозначение посадок	Обозначения отклонений вала (система А)	Обозначения отклонений отверстия (система В)	Предельные отклонения, *мкм*, д											
			1-й			2-й			2а			3-й		
			Номинальный диаметр, *мм*											
			0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Пр3	в+	н—	10	12	14	20	22	25	—	—	—	—	—	—
	н+	в—	7	8	9	15	15	18	—	—	—	—	—	—
Пр2	в+	н—	8	10	12	15	17	19	29	33	37	—	—	—
	н+	в—	5	6	7	10	11	12	21	23	25	—	—	—
Пр1	в+	н—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	35	41
	н+	в—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	20	23
Н	в+	н—	3	4	5	5	6	7	8	10	12	13	15	18
	н+	в	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
П	в+	н—	—	—	—	3	3	4	4	5	6	7	8	9
	н	в+	—	—	—	2	3	3	4	5	6	6	7	9
С	в	н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	н—	в+	3	4	5	4	6	7	8	10	12	13	15	18

Обозначение посадок	Обозначения отклонений вала (система А)	Обозначения отклонений отверстия (система В)	Предельные отклонения, *мкм*, д											
			1-й			2-й			2а			3-й		
			Номинальный диаметр, *мм*											
			0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1	0,1—0,3	0,3—0,6	0,6—1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Д	в—	н+	—	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—
	н—	в+	—	—	—	7	8	9	—	—	—	—	—	—
Х	в—	н+	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
	н—	в+	6	8	10	8	10	12	11	14	17	16	19	13
Л	в—	н+	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10
	н—	в+	9	12	15	11	14	17	14	18	22	19	23	28
Ш1	в—	н+	—	—	—	15	19	23	15	19	23	15	19	23
	н—	в+	—	—	—	20	25	30	23	29	35	28	34	41
Ш2	в—	н+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	н—	в+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Таблица составлена для назначения отклонений ка
системы вала (В), отличающихся лишь знаками (+ и —) верхнего и ни
ветственно указаны во 2-й и 3-й графах таблицы.

66. Предельные отклонения валов и отверстий прессовых посадок для диаметров от 1 до 500 *мм*, ГОСТ 7713—62

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Обозначения отклонений	Предельные отклонения для валов, *мкм*, при посадках								Предельные отклонения для отверстий, *мкм*, при посадках	
		$Пр1_1$ (+)	$Пр2_1$ (+)	Гр(+)	Пр(+)	Пл (+)	$Пр1_3$ (+)	$Пр2_3$ (+)	$Пр3_3$ (+)	Гр(—)	Пр(—)
1—3	в	17	20	27	18	16	—	—	—	13	8
	н	12	15	17	12	10	—	—	—	27	18
3—6	в	20	24	33	23	21	55	—	—	15	10
	н	15	19	20	15	13	30	—	—	33	23
6—10	в	25	29	39	28	26	65	70	100	17	12
	н	19	23	23	18	16	35	40	70	39	28
10—18	в	31	36	48	34	32	75	80	115	22	15
	н	23	28	29	22	20	40	45	80	48	34
18—30	в	37	44	62	42	39	95	100	145	30	19
	н	28	35	39	28	25	50	55	100	62	42
30—40	в	45	54	77	52	47	110	115	165	40	25
	н	—	—	50	—	—	—	65	115	77	—
40—50	в	—	—	87	—	—	—	125	175	50	—
	н	34	43	60	35	30	60	75	125	87	52
50—65	в	54	66	105	65	55	135	150	210	65	35
	н	41	53	75	—	—	—	90	150	105	—
65—80	в	56	72	120	—	—	—	165	225	80	—
	н	23	59	90	45	35	75	105	165	120	65
80—100	в	66	86	140	85	70	160	195	260	93	50
	н	51	71	105	60	—	—	125	190	140	85
100—120	в	69	94	160	95	—	—	210	280	113	60
	н	54	79	125	70	45	60	140	210	160	95
120—140	в	81	110	190	110	85	185	245	325	137	70
	н	63	92	—	—	—	—	—	—	—	—
140—150	в	83	118	—	—	—	—	—	—	—	—
	н	—	—	150	80	—	105	165	245	190	110
150—160	в	65	100	220	125	—	200	275	355	167	85
	н	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160—180	в	86	126	—	—	—	—	—	—	—	—
	н	68	108	180	95	58	120	195	275	220	125
180—220	в	—	—	260	145	105	230	325	410	200	100
	н	—	—	215	115	—	140	235	320	260	145
220—260	в	—	—	300	165	—	250	365	450	240	120
	н	—	—	255	135	75	160	275	360	300	165
260—310	в	—	—	350	195	135	285	420	515	285	145
	н	—	—	300	160	—	185	320	415	350	195
310—360	в	—	—	400	220	—	305	470	565	335	170
	н	—	—	350	185	100	205	370	465	400	220
360—440	в	—	—	475	260	170	360	550	670	395	200
	н	—	—	415	220	—	240	430	550	475	260
440—500	в	—	—	545	300	—	395	620	740	465	240
	н	—	—	485	260	130	275	500	620	545	300

67. Предельные отклонения валов переходных и с зазором пос
(по ГОСТ 7713—62)

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мк*, при ном						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	
1-й		A_1(+)	6	8	9	11	13	15	
	$Г_1$	в+	10	13	16	20	24	28	
		н+	6	8	9	11	13	16	
	$Т_1$	в+	8	10	12	15	17	20	
		н+	4	5	6	7	8	9	
	$Н_1$	в+	5	6	8	10	12	14	
		н+	1	1	2	2	2	2	
	$П_1$	в+	2	3	4	5	6	7	
		н—	2	2	3	3	3	4	
	$С_1$—$В_1$	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	4	5	6	8	9	11	
	$Д_1$	в—	3	4	5	6	7	9	
		н—	8	9	11	14	16	20	
2-й		A(+)	10	13	16	19	23	27	
	Г	в+	13	16	20	24	30	35	
		н+	6	8	10	12	15	18	

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мк*, при ном						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50
2-й		A(+)	10	13	16	19	23	27	
	Т	в+	10	13	16	19	23	27	
		н+	4	5	6	7	8	9	
	Н	в+	7	9	12	14	17	20	
		н+	1	1	2	2	2	3	
	П	в+	3	4	5	6	7	8	
		н—	3	4	5	6	7	8	
	С—В	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	6	8	10	12	14	17	
	Д	в—	3	4	5	6	8	10	
		н—	9	12	15	18	22	27	
	Х	в—	8	10	13	16	20	25	
		н—	18	22	27	33	40	50	
	Л	в—	12	17	23	30	40	50	
		н—	25	35	45	55	70	85	1
	Ш	в—	18	25	35	45	60	75	
		н—	35	45	60	75	95	115	1
		A_{2a}(+)	14	18	22	27	33	39	

2а	$Г_{2а}$	В+	15	20	25	30	36	42	
		Н+	6	8	10	12	16	17	
	$Т_{2а}$	В+	—	—	21	25	29	34	
		Н+	—	—	6	7	8	9	
	$Н_{2а}$	В+	—	—	16	19	23	27	
		Н+	—	—	1	1	2	2	
	$П_{2а}$	В+	7	9	10	12	13	15	
		Н—	2	3	5	6	8	10	
	$С_{2а}$—$В_{2а}$	В	0	0	0	0	0	0	
		Н—	9	12	15	18	21	25	
3-й		$А_3$(+)	20	25	30	35	45	50	
	$С_3$—$В_3$	В	0	0	0	0	0	0	
		Н—	20	25	30	35	45	50	
	$Х_3$	В—	7	11	15	20	25	32	
		Н—	32	44	55	70	85	100	
	$Ш_3$	В—	17	25	35	45	60	75	
		Н—	50	65	85	105	130	160	
3а		$А_{3а}$	40	48	58	70	84	100	
	$С_{3а}$—$В_{3а}$	В	0	0	0	0	0	0	
		Н—	40	48	58	70	84	100	

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мк*, при номин						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—8
4-й		$A_4(+)$	60	80	100	120	140	170	200
	C_4—B_4	в	0	0	0	0	0	0	0
		н—	60	80	100	120	140	170	200
	X_4	в—	30	40	50	60	70	80	100
		н—	90	120	150	180	210	250	300
	$Л_4$	в—	60	80	100	120	140	170	200
		н—	120	160	200	240	280	340	400
	$Ш_4$	в—	120	160	200	240	280	340	400
		н—	180	240	300	360	420	500	600
5-й		$A_5(+)$	120	160	200	240	280	340	400
	C_5—B_5	в	0	0	0	0	0	0	0
		н—	120	160	200	240	280	340	400
	X_5	в—	60	80	100	120	140	170	200
		н—	180	240	300	360	420	500	600

68. Предельные отклонения отверстнй переходных я с зазором п
(по ГОСТ 7713—62)

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при н						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	
1-й		B_1(—)	4	5	6	8	9	11	
	$Г_1$	в—	4	4	6	8	10	12	
		н—	10	13	16	20	24	28	
	$Т_1$	в—	2	2	3	4	4	5	
		н—	8	10	12	10	17	20	
	$Н_1$	в+	1	1	1	1	2	2	
		н—	5	7	8	10	12	14	
	$П_1$	в+	4	5	6	7	8	9	
		н—	2	3	4	5	6	7	
	$С_1$—$А_1$	в+	6	8	9	11	13	15	
		н	0	0	0	0	0	0	
	$Д_1$	в+	10	12	14	17	20	25	
		н+	3	4	5	6	7	9	
2-й		B(—)	6	8	10	12	14	17	
	Г	в—	2	3	4	5	6	7	
		н—	13	16	20	24	30	35	

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при ном						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50-
		В(—)	6	8	10	12	14	17	2
2-й	Т	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	10	13	16	19	23	27	3
	Н	в+	3	4	4	5	6	7	
		н—	7	9	12	14	17	20	2
	П	в+	7	9	11	13	16	18	2
		н—	3	4	5	6	7	8	1
	С—А	в+	10	13	16	19	23	27	3
		н	0	0	0	0	0	0	
	Д	в+	13	17	21	25	30	35	4
		н+	3	4	5	6	8	10	1
	Х	в+	22	27	33	40	50	60	7
		н+	8	10	13	16	20	25	3
	Л	в+	30	40	50	60	80	95	11
		н+	12	17	23	30	40	50	6
	Ш	в+	38	50	65	80	107	125	15
		н+	18	25	35	45	60	75	9
		B_{2a} (—)	9	12	15	18	21	25	3

2а	$Г_{2а}$	в—	1	2	3	3	3	3
		н—	15	20	25	30	36	42
	$Т_{2а}$	в+	—	—	1	2	4	5
		н—	—	—	21	25	29	34
	$Н_{2а}$	в+	—	—	6	8	10	12
		н—	—	—	16	19	23	27
	$П_{2а}$	в+	7	9	12	15	20	24
		н—	7	9	10	12	13	15
	$С_{2а}$—$А_{2а}$	в+	14	18	22	27	33	39
		н	0	0	0	0	0	0
3-й		$В_3$(—)	20	25	30	35	45	50
	$С_3$—$А_3$	в+	20	25	30	35	45	50
		н	0	0	0	0	0	0
	$Х_3$	в+	32	44	55	70	85	100
		н+	7	11	15	20	25	32
	$Ш_3$	в+	50	65	85	105	130	160
		н+	17	25	35	45	60	75
3а		$В_{3а}$(—)	40	48	58	70	84	100
	$С_{3а}$—$А_{3а}$	в+	40	48	58	70	84	100
		н	0	0	0	0	0	0

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при номи						
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—
4-й		$B_4(-)$	60	80	100	120	140	170	200
	$C_4—A_4$	в+	60	80	100	120	140	170	200
		н	0	0	0	0	0	0	0
	X_4	в+	90	120	150	180	210	250	300
		н+	30	40	50	60	70	80	100
	$Л_4$	в+	120	160	200	240	280	340	400
		н+	60	80	100	120	140	170	200
	$Ш_4$	в+	180	240	300	360	420	500	600
		н+	120	160	200	240	280	340	400
5-й		$B_5(-)$	120	160	200	240	280	340	400
	$C_5—A_5$	в+	120	160	200	240	280	340	400
		н	0	0	0	0	0	0	0
	X_5	в+	180	240	300	360	420	500	600
		н+	60	80	100	120	140	170	200

Примечание. Нижние отклонения относятся к основному валу,

69. Предельные отклонения валов переходных и с зазором посадок
(по ГОСТ 2689—54)

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при ном						
			530—630	630—800	800—1000	1000—1250	1250—1600	1600—2000	200—25
2-й		А(+)	70	80	90	100	110	120	13
	Г	в+	93	105	118	130	142	158	17
		н+	48	55	63	70	78	83	8
	Т	в+	70	80	90	100	110	120	13
		н+	25	30	35	40	45	45	4
	Н	в+	45	50	55	60	65	75	8
		н	0	0	0	0	0	0	
	П	в+	23	25	28	30	33	38	4
		н—	22	25	27	—	32	37	4
	С	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	45	50	55	60	65	75	8
	Д	в—	36	40	40	50	56	64	7
		н—	81	90	100	110	121	139	15
2а	$Г_{2а}$	А(+)	110	120	130	150	170	190	2
		в+	145	160	175	200	225	250	27
		н+	75	80	85	100	115	130	14

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при номи						
			530—630	630—800	800—1000	1000—1250	1250—1600	1600—2000	2000—250
		A(+)	110	120	130	150	170	190	21
2а	H_{2a}	в+	70	80	90	100	110	120	13
		н	0	0	0	0	0	0	
	$П_{2a}$	в+	35	40	45	50	55	60	6
		н—							
	$С_{2a}$	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	70	80	90	100	110	120	13
	$Д_{2a}$	в—	35	40	45	50	55	60	7
		н—	105	120	135	150	165	180	20
	$Х_{2a}$	в—	100	110	120	130	150	170	19
		н—	170	190	210	230	260	290	32
		A(+)	140	150	170	200	220	250	28
3-й	$С_3$	в	0	0	0	0	0	0	
		н—	140	150	170	200	220	250	28
	$Х_3$	в—	120	130	150	170	190	210	23
		н—	260	280	320	370	410	460	51
	$Л_3$	в—	190	210	240	270	300	340	38
		н—	330	360	410	470	520	590	66

	$Ш_3$	в— н—	280 420	300 450	350 520	400 600	450 670	500 750	55 88
		A(+)	280	300	350	400	450	500	55
	$С_{3а}$	в н—	0 280	0 300	0 350	0 400	0 450	0 500	55
	$Ш_{3а}$	в— н—	280 560	300 600	350 700	400 800	450 900	500 1000	55 110
		A(+)	450	500	550	600	650	750	90
4-й	$С_4$	в н—	0 450	0 500	0 550	0 600	0 650	0 750	90
	$Х_4$	в— н—	230 680	250 750	280 830	300 900	330 980	380 1100	45 135
	$Л_4$	в— н—	450 900	500 1000	550 1100	600 1200	650 1300	750 1500	90 180
	$Ш_4$	в— н	900 1350	1000 1500	1100 1650	1200 1800	1300 1950	1500 2260	180 270
		A(+)	900	1000	1100	1200	1300	1500	180
5-й	$С_5$	в н—	0 900	0 1000	0 1100	0 1200	0 1300	0 1500	180
	$Х_5$	в— н—	450 1350	500 1500	550 1650	600 1800	650 1950	750 2250	90 270

Примечание. Верхние отклонения относятся к основным отвер

70. Предельные отклонения валов прессовых посадок для ди
(по ГОСТ 2689—54)

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*				
		Пр1	Пр	Пл	$Пр3_{2а}$	$Пр2_{}$
500—560	в+	525	345	215	760	630
	н+	480	300	—	690	560
560—630	в+	575	375	—	850	700
	н+	530	330	170	780	630
630—710	в+	650	420	270	960	790
	н+	600	370	—	880	710
710—800	в+	730	470	—	1080	880
	н+	680	420	220	1000	800
800—900	в+	805	525	340	1200	990
	н+	750	470	—	1110	900
900—1000	в+	905	585	—	1330	1090
	н+	850	530	285	1240	1000
1000—1120	в+	1030	650	410	1480	1220
	н+	970	590	—	1380	1120
1120—1250	в+	1140	710	—	1640	1350
	н+	1080	650	350	1540	1250

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*				
		Пр1	Пр	Пл	$Пр3_{2а}$	$Пр2_{3}$
1250—1400	в+	1265	800	500	1830	1510
	н+	1200	735	—	1720	1400
1400—1600	в+	1415	885	—	2050	1690
	н+	1350	830	435	1940	1580
1600—1800	в+	1575	1000	600	2320	1900
	н+	1500	925	—	2200	1780
1800—2000	в+	1775	1100	—	2570	2100
	н+	1700	1025	525	2450	1980
2000—2240	в+	1985	1225	—	2860	2380
	н+	1900	1140	—	2730	2200
2240—2500	в+	2205	1355	—	3170	1580
	н+	2120	1270	—	3040	2450
2500—2800	в+	2450	1500	—	3550	2900
	н+	2350	1400	—	3400	2750
2800—3150	в+	2750	1700	—	4000	3250
	н+	2650	1600	—	3850	3100

71. Предельные отклонения отверстий переходных и с зазором посадок
(по ГОСТ 2689—54)

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, отверстий при						
			500—630	630—800	800—1000	1000—1250	1250—1600	1600—2000	2000—2500
2-й		В(—)	45	50	55	60	65	75	85
	Г	в—	28	28	28	30	33	—	—
		н—	93	105	118	130	143	—	—
	Т	в	0	0	0	0	0	—	—
		н—	70	80	90	100	110	—	—
	Н	в+	25	30	35	40	45	—	—
		н—	45	50	55	60	65	—	—
	П	в+	48	55	62	70	80	—	—
		н—	22	25	28	30	30	—	—
	С	в+	70	80	90	100	110	120	130
		н	0	0	0	0	0	0	0
	Д	в+	106	120	135	150	166	184	202
		н+	35	40	45	50	56	64	72
	Х	в+	170	190	210	230	260	290	320
		н+	100	110	120	130	150	170	190

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, отверстий при						
			500—630	630—800	800—1000	1000—1250	1250—1600	1600—2000	2000—2500
2-а		B(—)	70	80	90	100	110	120	130
	C_{2a}	в+	110	120	130	150	170	190	210
		н	0	0	0	0	0	0	0
	$Д_{2a}$	в+	145	160	175	200	225	250	280
		н+	35	40	45	50	55	60	70
3-й		B(—)	140	150	170	200	220	250	280
	C_3	в+	140	150	170	200	220	250	280
		н	0	0	0	0	0	0	
	$Х_3$	в+	260	280	320	370	410	460	510
		н+	120	130	150	170	190	210	230
	$Л_3$	в+	330	360	410	470	520	590	660
		н+	190	210	240	270	300	340	380
	$Ш_3$	в+	420	450	520	600	670	750	830
		н+	280	300	350	400	450	500	550

Класс точности	Посадка	Обозначения отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, отверстий при						
			500—630	630—800	800—1000	1000—1250	1250—1600	1600—2000	2000—2500
За		В(—)	280	300	350	400	450	500	550
	$С_{за}$	в+	280	300	350	400	450	500	550
		н	0	0	0	0	0	0	0
	$Ш_{за}$	в+	560	600	700	800	900	1000	1100
		н+	280	300	350	400	450	500	550
4-й		$В_4$(—)	450	500	550	600	650	750	900
	$С_4$	в+	450	500	550	600	650	750	900
		н	0	0	0	0	0	0	0
	$Х_4$	в+	680	750	830	900	980	1130	1350
		н+	230	250	280	300	330	380	450
	$Л_4$	в+	900	1000	1100	1200	1300	1500	1800
		н+	450	500	550	600	650	750	900
	$Ш_4$	в+	1350	1500	1650	1800	1950	2250	2700
		н+	900	1000	1100	1200	1300	1500	1800

Примечание. Верхние отклонения относятся к основным валам,

72. Допуски на диаметры отверстий и валов от 0,1 до 10 000 *мм*

Номинальный диаметр, *мм* (свыше—до)	Допуски, *мкм*, на диаметры отверстий и валов для классов точности					
	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й
0,1—0,3	—	—	—	—	—	—
0,3—0,6	90	140	—	—	—	—
0,6—1	100	160	—	—	—	—
1—3	—	250	400	600	—	—
3—6	—	300	480	750	—	—
6—10	—	360	580	900	—	—
10—18	—	430	700	1 000	—	—
18—30	—	520	840	1 300	—	—
30—50	—	620	1 000	1 600	—	—
50—80	—	740	1 200	1 900	—	—
80—120	—	870	1 400	2 200	—	—
120—180	—	1000	1 600	2 500	—	—
180—260	—	1150	1 900	2 900	—	—
260—360	—	1350	2 200	3 300	—	—
360—500	—	1550	2 500	3 800	—	—
500—630	—	1800	2 800	4 500	7 000	11 000
630—800	—	2000	3 000	5 000	8 000	12 000
800—1 000	—	2200	3 500	5 500	9 000	13 000
1000—1 250	—	2400	4 000	6 000	10 000	15 000
1250—1 600	—	2600	4 500	6 500	11 000	17 000
1600—2 000	—	3000	5 000	7 000	12 000	19 000
2000—2 500	—	3500	5 500	8 000	13 000	21 000
2500—3 150	—	4000	6 000	9 000	15 000	23 000
3150—4 000	—	4500	7 000	10 000	17 000	26 000
4000—5 000	—	5000	8 000	12 000	19 000	30 000
5000—6 300	—	5500	9 000	14 000	22 000	35 000
6300—8 000	—	6500	10 000	16 000	26 000	40 000
8000—10 000	—	7000	12 000	18 000	30 000	45 000

Предельные отклонения на размеры шпонок на валах и втулках

73. Предельные отклоиения на размеры шпонок на валах и втулках по ширине шпонки и паза

Номинальная ширина шпонки и паза, *мм* (свыше—до)	Паза вала		Пазы втулки	
	Предельные отклонения, *мкм*			
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
1—3	—10	—50	+55	+10
3—6	—10	—55	+65	+15
6—10	—15	—65	+75	+20

Продолжение табл. 73

Номинальная ширина шпонки и паза, *мм* (свыше —до)	Пазы вала		Пазы втулки	
	Предельные отклонения, *мкм*			
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
10—18	—20	—75	+85	+25
18—30	—25	—90	+100	+30
30—50	—32	—105	+120	+35
50—80	—40	—125	+140	+40
80—120	—50	—150	+160	+45

Допуски и посадки для шлицевых соединений

Наиболее распространены шлицевые соединения прямоугольного профиля, для которых установлены следующие предельные отклонения: для диаметров поверхностей центрирования (D и d), для ширины впадин отверстия и толщины зубьев b.

Предельные суммарные отклонения (нижние для размеров отверстия и верхние для размеров вала) определяют соответствующие номинальные размеры комплексных калибров.

Разности между нижними **н** и суммарными **с** предельными отклонениями размеров отверстия и разности между суммарными **с** и верхними в предельными отклонениями размеров вала компенсируют погрешности формы и взаимного расположения зубьев, а также эксцентриситет поверхности центрирования относительно шлицев.

74. Предельные отклонения диаметра центрирования D
(ГОСТ 1139—58)

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, диаметра центрирования при интервалах наружных диаметров, *мм* (свыше —до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Отверстий	А	в+	16	19	23	27	30	35
		н	0	0	0	0	0	0
		с—	8	9	10	12	14	16
	$А_3$	в+	30	35	45	50	60	70
		н	0	0	0	0	0	0
		с—	8	9	10	12	14	16
Валов	Г	с+	28	33	40	47	54	60
		в+	20	24	30	35	40	45
		н+	10	12	15	18	20	23
Отверстий	П	с+	13	15	17	20	24	28
		в+	5	6	7	8	10	12
		н—	5	6	7	8	10	12

Продолжение табл. 74

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, диаметра центрирования при интервалах наружных диаметров, *мм* (свыше —до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Отверстий	С	с+	8	9	10	12	14	16
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	10	12	14	17	20	23
	Д	с+	3	3	2	2	2	2
		в—	5	6	8	10	12	15
		н—	15	18	22	27	32	38
	Х	с—	6	8	10	13	16	24
		в—	13	16	20	25	30	40
		н—	27	33	40	50	60	75
	Л	с—	6	8	10	13	16	24
		в—	23	30	40	50	65	80
		н—	45	55	70	85	105	125
Валов	Ш	с—	6	8	10	13	16	24
		в—	35	45	60	75	95	120
		н—	60	75	95	115	145	175
	$С_{2а}$	с+	8	9	10	12	14	16
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	15	18	21	25	30	35
	$С_3$	с+	8	9	10	12	14	16
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	30	35	45	50	60	70
	$Х_3$	с—	6	8	10	13	16	24
		в—	15	20	25	32	40	50
		н—	55	70	85	100	120	140

75. Предельные отклонения диаметра центрирования *d*
(по ГОСТ 1139—58)

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, диаметра центрирования *d* при интервалах наружных диаметров *D*, *мм* (свыше—до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Отверстий	А	в+	16	16	23	27	30	35
		н	0	0	0	0	0	6
		с—	8	9	10	12	14	16

Продолжение табл. 75

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, диаметра центрирования *d* при интервалах наружных диаметров *D*, *мм* (свыше—до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Отверстий	A_{2a}	в+	22	29	33	39	46	35
		н	0	0	0	0	0	0
		с—	8	9	10	12	14	16
Валов	A_3	в+	30	35	45	50	60	70
		н	0	0	0	0	0	0
		с—	8	9	10	12	14	10
	Г	с+	28	33	40	47	54	60
		в+	20	24	30	35	40	45
		н+	10	12	15	18	20	23
	П	с+	13	15	17	20	24	28
		в+	5	6	7	8	10	12
		н—	5	6	8	10	12	15
	С	с+	8	9	10	12	14	16
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	10	12	14	17	20	23
	Д	с+	3	3	2	2	2	2
		в—	5	6	8	10	12	15
		н—	15	18	22	27	32	38
	Х	с—	6	8	10	13	16	24
		в—	13	16	20	25	30	40
		н—	27	33	40	50	60	75
	Л	с—	15	21	30	38	50	65
		в—	30	30	40	50	65	80
		н—	55	55	70	85	105	125
	Ш	с—	36	36	50	62	80	105
		в—	45	45	60	75	95	120
		н—	75	75	95	115	145	175
	C_{2a}	с+	9	9	10	12	14	16
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	18	18	21	25	30	35

Продолжение табл. 75

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, диаметра центрирования *d* при интервалах наружных диаметров *D*, *мм* (свыше—до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Валов	C_3	с+	15	15	17	20	24	28
		в—	0	0	0	0	0	0
		н—	35	35	45	50	60	70
	X_3	с—	8	8	10	13	16	24
		в—	20	20	25	32	40	50
		н—	70	70	85	100	120	140

76. Предельные отклонения размера *b* при центрировании по шлицам (по ГОСТ 1139—58)

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, размера *b* при интервале наружных диаметров *D*, *мм* (свыше—до)			
			18—30	30—50	50—80	80—120
Ширины впадин отверстий	$И_1$	в+	40	50	60	75
		н+	17	22	30	40
		с	0	0	0	0
	$И_2$	в+	60	70	90	110
		н+	17	22	30	40
		с	0	0	0	0
Толщины зубьев валов	$S_1П$	с+	25	30	40	50
		в+	8	8	10	10
		н—	14	18	20	25
	$S_1Х$	с	0	0	0	0
		в—	17	22	30	40
		н—	20	50	60	75
	$S_2П$	с+	25	30	40	50
		в+	8	8	10	10
		н—	35	40	50	60
	$S_2Х$	с	0	0	0	0
		в—	17	22	30	40
		н—	60	70	90	110

77. Предельные отклонения размера b при центрировании по наружному D диаметру

(по ГОСТ 1139—58)

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, размера b при интервале наружных диаметров D, *мм* (выше —до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Ширины впадин отверстий	$И_1$	в+	27	33	40	50	60	75
		н+	12	14	17	22	30	40
		с	0	0	0	0	0	0
	$И_2$	в+	42	50	60	70	90	110
		н+	12	14	17	22	30	40
		с	0	0	0	0	0	8
Толщины зубьев валов	$S_1П$	с+	18	20	25	30	40	50
		в+	6	7	8	8	10	10
		н—	9	11	14	18	20	25
	$S_1С$	с+	12	14	17	22	30	40
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	15	16	21	25	30	35
	$S_1Х$	с	0	0	0	0	0	0
		в—	12	14	17	22	30	40
		н—	27	32	40	50	60	75
	$S_2П$	с+	18	20	25	30	40	50
		в+	6	7	8	8	10	10
		н—	25	30	35	40	50	60
	$S_2С$	с+	12	14	17	22	30	40
		в	0	0	0	0	0	0
		н—	30	35	45	50	60	70
	S_2D	с+	12	14	17	22	30	40
		в—	12	14	17	22	30	40
		н—	42	50	60	70	90	110
	$S_2Х$	с	0	0	0	0	0	0
		в—	12	14	17	22	30	40
		н—	40	50	60	70	90	110
	$S_2Л$	с	0	0	0	0	0	0
		в—	25	35	35	45	60	80
		н—	55	65	80	95	120	150

Продолжение табл. 77

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, размера *b* при интервале наружных диаметров *D*, *мм* (свыше —до)					
			до 10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120
Толщины зубьев валов	$S_3Л$	с	0	0	0	0	0	0
		в—	25	30	35	45	60	80
		н—	70	85	100	120	150	185

Для эвольвентных шлицевых соединений в отличие от соединений с прямоугольным профилем зубьев предусматривается только два вида центрирования: по эвольвентным профилям зубьев s и по наружному диаметру соединения D

Для этих соединений установлены три предела отклонений ширины впадин отверстий и толщины зубьев вала. Отклонения ширины впадин отверстия и толщины зубьев вала отсчитываются от общего номинального размера s, определяемого по формуле

$$s = \frac{\pi D}{2} m + 2x \operatorname{tg} \alpha_д,$$

где m — модуль;

x — смешение исходного контура $\left(x = \dfrac{D - m(z+1)}{2}\right)$;

$\alpha_д$ — профильный угол исходного контура рейки.

78. Предельные отклонения ширины впадин отверстия и толщины зубьев вала при центрировании по *s*
(по ГОСТ 6033—51)

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при интервалах модулей, *мм*			
			1 и 1,5	2—3,5	5 и 7	10
Отверстий	S_3	в+	45	55	65	80
		н+	20	25	30	40
		с	0	0	0	0
	S_{3a}	в+	70	85	100	120
		н+	30	35	40	50
		с	0	0	0	0
	S_4	в+	100	125	150	180
		н+	40	45	50	60
		с	0	0	0	0

Продолжение табл. 78

Обозначение полей допусков		Обозначение предельных отклонений	Предельные отклонения, *мкм*, при интервалах модулей, *мм*			
			1 и 1,5	2—3,5	5 и 7	10
Валов	S_3Н	с+	45	55	65	80
		в+	25	30	35	40
		н	0	0	0	0
	S_3С	с+	20	25	30	40
		в	0	0	0	0
		н—	25	30	35	40
	S_3Х	с	0	0	0	0
		в—	20	25	30	40
		н—	45	55	65	80
	$S_{3д}$Н	с+	70	85	100	120
		в+	40	50	60	70
		н	0	0	0	0
	$S_{3д}$С	с+	30	35	40	50
		в	0	0	0	0
		н—	40	50	60	70
	$S_{3д}$Х	с	0	0	0	0
		в—	30	35	40	50
		н—	70	85	100	120
	S_4Ш	с—	30	35	40	50
		в—	60	70	80	110
		н—	120	150	180	230

79. Допуски на свободные размеры, *мм*

Номинальные размеры (свыше—до)	Допуски	Номинальные размеры (свыше —до)	Допуски
1—3	0,2	500—800	2
3—10	0,3	800—1 250	2,4
10—30	0,4	1250—2 000	3
30—80	0,6	2000—3 150	4
80—180	0,8	3150—5 000	5
180—360	1,0	5000—8 000	6,5
360—500	1,1	8000—10 000	7

Примечание. Допуски следует располагать асимметрично относительно номинального размера для вала со знаком (—), для отверстия со знаком (+).

Предельные отклонения и допуски резьбовых соединений

Основными видами резьбовых соединений являются цилиндрические и конические. Резьбы подразделяются по назначению и по профилю витков.

По назначению резьбы бывают общие и специальные. К резьбам общего назначения относятся резьбы крепежных соединений и регулировочных устройств, а также резьбы для герметичного соединения труб и других деталей. К резьбам специального назначения относятся резьбы микрометрических устройств, оптических приборов и др.

По профилю витков резьбы подразделяются на треугольные, трапецендальные, упорные и круглые.

Резьба метрическая для диаметров 1—600 *мм* подразделяется на резьбу с крупным шагом (Ø 1—68 *мм*) и резьбу с мелким шагом (Ø 1—600 *мм*). Номенклатура диаметров и шагов, профиль и основные размеры резьбы унифицированы и являются взаимозаменяемыми для любой из социалистических стран, входящих в СЭВ.

80. Предельные отклонения и допуски метрических резьб для диаметров 0,25—0,9 *мм*
(по ГОСТ 9000—69)

Размеры, *мм*		Отклонения и допуски, *мкм*		
		Винт	Винт и гайка	Гайка
Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d	Наружный диаметр d	Средний диаметр d_2	Внутренний диаметр d_1
		Нижнее отклонение c	Допуск b	Верхнее отклонение e
0,075	0,25	—20	20	+26
0,08	0,3	—20	20	+30
0,09	0,35	—22	22	+34
0,1	0,4; 0,45	—25	25	+36
0,125	0,5; 0,55	—32	30	+45
0,15	0,6	—40	36	+50
0,175	0,7	—45	40	+58
0,2	0,8	—50	45	+65
0,225	0,9	—56	48	+71

81. Предельные отклонения и допуски основной метрической резьбы для диаметров от 1 до 5 *мм*
(по ГОСТ 8724—58 и 9150—59)

Наружный диаметр резьбы d_0 болта и гайки, *мм*	Нижнее e — предельное отклонение наружного диаметра резьбы болта, *мкм*		Допуски среднего диаметра резьбы болта и гайки, *мкм* (располагаются для гайки в плюс, для болта в минус)			Предельные отклонения внутреннего диаметра резьбы гайки, *мкм*	
						нижнее $+e'$	верхнее $+e''$
	Классы точности						
	1; 2	3	1	2	3	1; 2; 3	1; 2; 3
1—1,2	—100	—100	—	50	84	+34	+124
1,4	—110	—110	—	55	92	+40	+140
1,7	—120	—120	—	59	99	+44	+154
2—2,3	—125	—125	41	64	106	+50	+170
2,6	—135	—135	43	67	112	+54	+184
3	—140	—140	45	71	118	+60	+200
(3,5)	—150	—250	50	78	130	+70	+240
4	—170	—280	54	84	140	+79	+279
5	—180	—300	58	90	150	+89	+319

Классы точности резьбовых соединений выбирают в зависимости от их назначения.

В зависимости от числа ниток резьбы на длине свинчивания болта и гайки стандартом установлены три класса точности. Предельные отклонения и допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами установлены для скользящих посадок.

82. Предельные отклонения и допуски основной метрической резьбы для диаметров от 6 до 68 *мм*
(по ГОСТ 8724—58 и 9150—59)

Наружный диаметр резьбы d_0 болта и гайки, *мм*	Нижнее предельное отклонение $-e$ наружного диаметра резьбы болта, *мкм*		Допуски среднего диаметра резьбы болта и гайки, *мкм* (располагаются для гайки в плюс, для болта в минус)			Предельные отклонения внутреннего диаметра резьбы гайки *мкм*		
						нижнее $+e'$	верхнее $+e''$	
	1; 2а	2; 3	1	2	3	1; 2; 3	1	1; 2; 3
6 / (7)	—200	—350	64	101	168	+109	+309	+309
8 / (9)	—200	—400	72	112	187	+133	+383	+443

Продолжение табл. 82

Наружный диаметр резьбы d_6 болта и гайки, *мм*	Нижнее предельное отклонение $-e$ наружного диаметра резьбы болта, *мкм*		Допуски среднего диаметра резьбы болта и гайки, *мкм* (располагаются для рейки в плюс, для болта в минус)			Предельные отклонения внутреннего диаметра резьбы гайки, *мкм*		
						нижнее $+e'$	верхнее $+e''$	
	1; 2а	2; 3	1	2	3	1; 2; 3	1	1; 2; 3
10 (11)	—250	—400	79	123	205	+179	+429	+499
12	—250	—450	85	133	222	+193	+443	+553
14 16	—300	—500	91	142	237	+218	+318	+598
18 20 22	—300	—550	101	159	265	+267	+567	+697
24 27	—350	—600	110	174	290	+327	+677	+787
30 (33)	—400	—650	120	188	313	+386	+786	+906
36 (39)	—400	—700	128	201	335	+436	+836	+996
42 (45)	—450	—750	136	213	355	+485	+935	+1095
48 (52)	—450	—750	144	225	375	+545	+995	+1205
56 (60)	—500	—800	150	236	393	+595	+1095	+1295
64 (68)	—500	—850	157	246	410	+644	+1144	+1394

83. Предельные отклонения и допуски метрических резьб, *мкм*, от 0,2 до 1 *мм*

(по ГОСТ 8724—58 и 9150—59

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Болт	
			Наружный диаметр d		Средний	
			Нижнее отклонение c		До	
	крупной	мелкой			Клас	
			1, 2, 2а	3	1	2
0,2		1—1,8	—50	—50	—	45
0,25	1—1,2	—	—65	—65	—	50
	—	2—2,2			—	50
0,3	1,4	—	—80	—80	—	55
0,35	1,6—1,8	—	—90	—90	—	59
	—	2, 2,5, 3			—	59
		3,5			—	65
0,4	2	—	—100	—100	—	64
0,45	2,2—2,5	—	—110	—110	—	67

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Болт	
			Наружный диаметр d		Средний	
			Нижнее отклонение c		Доп	
	крупной	мелкой			Класс	
			1, 2, 2а	3	1	2
0,5	3	—	—120	—120	—	71
	—	4—5,5				80
		6—9				90
		10—16				100
		18—22				110
0,6	3,5	—	—130	—130	—	78
0,7	4	—	—140	—140	54	84
0,75	4,5	—	—150	—150	58	90
		6—9			60	95
		10—16			65	105

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Болт
			Наружный диаметр d		Средний
			Нижнее отклонение c		Доп
	крупной	мелкой			Класс
			1, 2, 2а	3	1	2
0,75	—	18—27	—150	—150	75	120
		30—33			85	135
0,8	5	—	—160	—220	58	90
1	6,7	—	—180	—250	65	101
	—	8,9			65	101
		10—17			70	110
		18—28			80	125
		39—52			90	140
		56—80			100	155

84. Предельные отклонения и допуски метрических резь
с шагом от 1,25 до 6 *мм*

(по ГОСТ 8724—58 и 9150—

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Бо	
			Наружный диаметр d		Средн	
	крупной	мелкой	Нижнее отклонение c			
					Кла	
			1, 2, 2а	3	1	2
1,25	8; 9	—	—200	—300	72	112
	—	10—14			72	112
1,5	10—11	—	—240	—350	80	123
	—	12—17			80	123
		18—28			90	135
		30—52			100	150
		55—80			110	165
		85—120			120	180
		125—150			130	200

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Болт	
			Наружный диаметр d		Средни	
			Нижнее отклонение c		Д	
					Клас	
	крупной	мелкой	1, 2, 2а	3	1	2
1,75	12	—	—260	—380	85	133
2	14; 16	—	—290	—410	91	142
		18—28			100	155
		30—52			110	170
		55—80			120	185
		82—120			130	200
		125—180			140	220
		185—200			150	230
2,5	18—22	—	—330	—480	101	159

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр резьбы d		Болт		Болт	
			Наружный диаметр d		Средний	
			Нижнее отклонение c		До	
	крупной	мелкой			Класс	
			1, 2, 2а	3	1	2
3	24; 27	—	—370	—520	110	174
		30—52			120	190
		55—80			130	200
		85—120			140	220
		125—180			150	240
3	—	185—260	—370	—520	160	250
		265—300			175	270
3,5	30; 33	—	—400	—550	120	188
4	36; 39	—	—420	—600	128	201
	—	42—80			140	220
		85—120			150	230
		125—180			160	250
		185—260			170	270
		265—360			180	280
		370—400			200	300

Шаг резьбы S	Номинальный диаметр, резьбы d		Болт		Болт	
			Наружный диаметр d		Средний	
			Нижнее отклонение e		Доп	
					Класс	
	крупной	мелкой	1, 2, 2а	3	1	2
4,5	42; 45	—	—450	—650	136	213
5	48; 52	—	—500	—700	144	225
5,5	56; 60	—	—550	750	150	236
6	64; 68	—	—600	—800	157	246
	—	70—80			—	246
		85—120			—	262
		125—180			—	280
		185—260			—	300
		265—360			—	315
		370—500			—	335
		510—600			—	350

Черные металлы

Чугун

Чугун — железоуглеродистый сплав, содержащий свыше 2% углерода и некоторые примеси в зависимости от способа получения чугуна.

Из имеющихся разновидностей чугуна в машиностроении наиболее широко применяется серый чугун, в структуру которого входит пластинчатый графит. Отливки из серого чугуна в модифицированном состоянии, т. е. с введенными в жидкий чугун присадками в виде силикокальция, ферросилиция, магния, титана и др., обладают высоким пределом прочности, хорошо обрабатываются.

Большое распространение получил высокопрочный чугун с включениями шаровидного графита. Предел прочности этого вида чугуна очень высок, основные физические и технологические качества его также выше, чем у серого чугуна, благодаря чему отливки из высокопрочного чугуна могут в ряде случаев заменять отливки и поковки из стали.

Ковкий чугун получается или путем графитизирующего, или путем обезуглероживающего отжига белого чугуна. По сравнению с серым чугуном ковкий чугун обладает значительно большей пластичностью. Из него изготовляют ряд деталей в сельскохозяйственном машиностроении, в автотракторном производстве, в станкостроении.

Серый антифрикционный чугун представляет собой низколегированный ваграночный чугун с нормальным или повышенным содержанием графита и структурой перлита. Применяется для подшипников, втулок и других подобных деталей.

Серый чугун обозначается буквами СЧ. Первые две цифры в маркировке показывают предел прочности при растяжении, а вторые две — предел прочности при изгибе.

Высокопрочные чугуны обозначаются буквами ВЧ. Первые две цифры в маркировке показывают предел прочности при растяжении, а вторые — максимальное удлинение.

85. Механические свойства отливок из чугуна

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$	Предел прочности при изгибе $\sigma_{и}$	Предел текучести $\sigma_{т}$	Относительное удлинение δ	Твердость по Бринеллю *НВ*	Стрела прогиба *мм*, при расстоянии между опорами 300 *мм*
	кГ/мм², не менее			%, не менее	*кГ/мм²*, не более	
Серый чугун (по ГОСТ 1412—70)						
СЧ12-28	12	28	—	—	143—229	2
СЧ15-32	15	32	—	—	163—229	2,5
СЧ18-36	18	36	—	—	170—229	2,5
СЧ21-40	21	40	—	—	170—241	3
СЧ24-44	24	44	—	—	170—241	3
СЧ28-48	28	48	—	—	170—241	3
СЧ32-52	32	52	—	—	187—255	3
СЧ35-56	35	56	—	—	197—269	3
СЧ38-60	38	60	—	—	207—269	3
Высокопрочный чугун (по ГОСТ 7293—70)						
ВЧ45-0	45	70	36	—	187—255	4
ВЧ45-5	45	70	33	5	170—207	5
ВЧ40-10	40	70	30	10	156—197	30
ВЧ50-1,5	50	90	38	1,5	187—255	5
ВЧ60-2	60	110	42	2	197—269	5
Ковкий чугун после отжига (по ГОСТ 1215—59)						
КЧ30-6	30	—	—	6	163	—
КЧ33-8	33	—	—	8	163	—
КЧ35-10	35	—	—	10	163	—
КЧ37-12	37	—	—	12	163	—
КЧ45-6	45	—	—	6	241	—
КЧ50-4	50	—	—	4	241	—
КЧ-56-4	56	—	—	4	269	—
КЧ-60-3	60	—	—	3	269	—
КЧ-63-2	63	—	—	2	269	—

86. Антифрикционный чугун
(по ГОСТ 1585—70)

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю *НВ, кГ/мм²*	Основные характеристики
АСЧ-1	180—229	Серый чугун, легированный хромом и никелем; предназначен для работы в паре с термически обработанным валом
АСЧ-2	190—229	Серый чугун, легированный хромом, никелем, титаном и медью; предназначен для работы в паре с термически обработанным валом
АСЧ-3	160—190	Серый чугун, легированный титаном и медью; предназначен для работы в паре с «сырым» валом
АВЧ-1	210—260	Чугун с шаровидным графитом, обработанный магнием, предназначен для работы в паре с термически обработанным валом
АВЧ-2	167—197	То же, для работы в паре с «сырым» валом
АКЧ-1	197—217	Перлитный и перлито-ферритный ковкий чугун; предназначен для работы в паре с термически обработанным валом
АКЧ-2	167—197	Перлитно-ферритный и феррито-перлитный ковкий чугун; предназначен для работы в паре с «сырым» валом

Сталь

Сталь — железоуглеродистый сплав, содержащий менее 2% углерода, а также примеси марганца, кремния, фосфора, серы и других элементов в зависимости от способа получения стали. Обычная углеродистая сталь содержит 0,05—1,5% углерода.

Сталь классифицируется по следующим признакам:

а) по способу получения; б) химическому составу; в) структуре; г) качеству; д) методу придания формы и размеров; е) применению.

По способу получения различают стали: а) в жидком состоянии — мартеновскую кислую и основную, бессемеровскую, электросталь кислую и основную, тигельную; б) в твердом состоянии — электролитическое железо.

По химическому составу различают стали:

а) углеродистую (низкоуглеродистую, среднеуглеродистую, высокоуглеродистую; б) конструкционную; в) легированную (низколегированную, среднелегированную, высоколегированную).

По качеству стали выпускаются: а) обыкновенного качества; б) повышенного качества (ПК); в) качественная (К); г) высококачественная (ВК).

По способу придания формы и размеров различают сталь: а) литую (стальное фасонное литье); б) кованую (поковки свободной ковки и штамповки); в) катаную (прокат различного профиля: пруток, лента, лист, проволока и др.).

В зависимости от области применения различают стали: а) конструкционные; б) инструментальные; в) с особыми свойствами (легированные).

Углеродистую конструкционную качественную сталь по ГОСТ 1050—60 в зависимости от химического состава разделяют на группу I (стали с нормальным содержанием марганца) и группу II (*стали с повышенным содержанием марганца*).

Углеродистые конструкционные (иногда их называют машиностроительные) качественные стали I группы обозначают так: 0,5, 0,8 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85. Цифры показывают среднее содержание углерода в стали в сотых долях, например, сталь 30 содержит 0,27—0,35% С.

Конструкционные качественные углеродистые стали II группы с повышенным содержанием марганца (до 1,2%) обозначают: 15Г, 20Г, 25Г, 30Г и т. д. до 70Г (буква Г указывает на повышенное содержание марганца).

Конструкционные качественные углеродистые стали получают в основных конверторах, в мартеновских и электрических печах. При выплавке этих сталей более строго контролируют состав шихты, содержание углерода, серы, фосфора, неметаллических включений и т. д.

Углеродистую инструментальную качественную сталь, согласно ГОСТ 1435—64, обозначают так: У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13. Буква У обозначает «сталь углеродистая инструментальная», а цифра показывает среднее содержание углерода в десятых долях процента, например, в стали У9 содержится в среднем 0,9% С. Из этих сталей изготовляют режущий, измерительный и штамповый инструмент. После термической обработки инструменты обладают высокой прочностью и твердостью (до *HRC* 60—65), а также высокой износостойкостью, что важно для сохранения формы и размеров инструмента.

Углеродистую инструментальную высококачественную сталь обозначают так же, как и качественную, но с добавлением буквы А, например У7А, У8А и т. д.

Эта сталь имеет узкие пределы содержания элемента, содержит меньше серы и фосфора (до 0,02%) и имеет более высокие механические свойства.

Углеродистую конструкционную сталь обыкновенного качества по ГОСТ 380—71 разделяют на три группы: группу А — сталь поставляют с гарантируемыми механическими свойствами, группу Б — сталь поставляют с гарантируемым химическим составом, группы В — сталь поставляют с гарантируемыми механическими свойствами и с отдельными требованиями по химическому составу.

Конструкционную сталь обыкновенного качества группы А обозначают Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. Буквы «Ст» означают сталь, а цифры указывают на среднее содержание углерода (в десятых долях процента): чем больше цифра, тем выше содержание углерода.

Если после марочного обозначения стоят буквы кп, то это означает «сталь кипящая», пс — сталь полуспокойная, без букв — сталь спокойная.

Гарантируемые механические свойства этих сталей приведены в табл. 87.

87. Механические свойства стали группы А

Марка стали	$\sigma_в$, кГ/мм²	$\sigma_{0,2}$, кГ/мм² (не менее)	σ_5 (не менее)
Ст0	32	—	22
Ст1, Ст1кп	32—40	—	33
Ст2, Ст2кп	34—42	22	31
Ст3, Ст3кп	38—47	24	27—25
Ст4, Ст4кп	42—52	26	25—23
Ст5	50—62	28	21—19
Ст6	60—72	31	16—14

Конструкционную сталь обыкновенного качества группы А выплавляют в конверторах или мартеновских печах.

Для сталей группы Б указывают способ производства буквами М, Б или К (соответственно мартеновский, бессемеровский или конверторный), например МСт0, МСт1, МСт2, МСт3 и т. д.; БСт0, БСт1 и т. д.; КСт0, КСт1 и т. д.

Сталь группы В изготовляют в мартеновских печах и конверторах. Марку этой стали обозначают буквой В, например ВМСт1, ВМСт2, ВМСт3 и т. д. или ВКСт2, ВКСт3 и т. д. Так, сталь ВМСт5 соответствует по химическому составу стали МСт5, а по механическим свойствам — стали Ст5.

Легированные стали классифицируют по назначению (применению), химическому составу, структуре (в отожженном и нормализованном состоянии), содержанию легирующих компонентов и другим признакам.

По назначению легированные стали делят на следующие группы:

конструкционные (машиностроительные и строительные), предназначенные для изготовления деталей машины и элементов конструкций сооружений;

инструментальные, применяемые для изготовления режущего, штампового, измерительного и прочего инструмента;

стали и сплавы с особыми свойствами (нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные, теплоустойчивые и т. д.).

Классификация легированных сталей по химическому составу является одной из важных, так как химический состав легированной стали является основой ее маркировки по ГОСТу. Маркировка легированных сталей осуществляется так, что условное обозначение, выраженное буквами и цифрами, показывает примерный химический состав стали.

Легирующие элементы обозначают следующими буквами: Н — никель, Х — хром, К — кобальт, В — вольфрам, М — молибден, Т — титан, С — кремний, Ф — ванадий, Г — марганец, Д — медь, П — фосфор, Ю — алюминий, Б — ниобий, Р — бор, Н — цирконий, А — азот, Ч — редкоземельные металлы.

Первые две цифры марки легированной стали обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента; легирующие компоненты, входящие в сталь, обозначают соответствующей буквой, а их среднее содержание — цифрой, стоящей после буквы. При содержании легирующего компонента (примерно 1%) цифру не ставят; при большем содержании ставят цифры 1, 2, 3 и т. д., соответствующие примерному содержанию легирующего компонента 1,5; 2; 3% и т. д.

Например, 30Х — хромистая сталь, содержащая примерно 0,30% С и 1% Ст; 20ХГ — хромомарганцовистая сталь, содержащая примерно 0,20% С, 1% Ст и 1% М; 35Х2МА — высококачественная хромомолибденовая сталь, содержащая примерно 0,35% С, 2% Ст, 1% Мо; ОХ18Г8Н2Т нержавеющая хромомарганцевоникелетитановая сталь, содержащая до 0,08% С, 18% Ст, 8% Мп, 2% Ni и примерно 0,5% Ti.

88. Цветная маркировка стали

Марка и группа стали	Цвет окраски
Ст1	Белый и черный
Ст2	Желтый
Ст3	Красный
Ст4	Черный
Ст5	Зеленый
Ст6	Синий
8—20	Белый
25—40	Белый и желтый
45—70	Белый и коричневый
Хромистая	Зеленый и желтый
Хромованадиевая	Зеленый и черный
Хромомолибденовая	Зеленый и фиолетовый
Хромокремнистая	Синий и красный
Хромомарганцевая	Синий и черный
Хромомарганцевомолибденовая	Фиолетовый и белый
Хромоникелевая	Желтый и черный
Хромоникелевовольфрамовая	Желтый и красный

89. Сталь горячекатаная круглая (по ГОСТ 2590—71), квадратная (по ГОСТ 2591—57) и шестигранная (по ГОСТ 2879—69)

Диаметр, сторона квадрата или диаметр вписанного круга шестигранной стали, *мм*	Теоретический вес 1 *пог. м* стали, *кГ*			Диаметр, сторона квадрата или диаметр вписанного круга шестигранной стали, *мм*	Теоретический вес 1 *пог. м* стали, *кГ*		
	круглой	квадратной	шестигранной		круглой	квадратной	шестигранной
5	0,154	0,196	—	21	2,72	3,46	3,00
5,5	0,193	—	—	22	2,98	3,80	3,29
6	0,222	0,283	—	24	3,55	4,52	3,92
6,5	0,260	—	—	25	3,85	4,91	4,25
7	0,302	0,385	—	26	4,17	5,30	4,59
8	0,395	0,502	0,435	28	4,83	6,15	5,33
9	0,499	0,636	0,551	30	5,55	7,06	6,12
10	0,617	0,785	0,680	32	6,31	8,04	6,96
11	0,746	0,950	0,823	34	7,13	8,17	7,86
12	0,888	1,13	0,970	36	7,99	10,17	8,81
13	1,04	1,33	1,15	38	8,90	11,24	9,82
14	1,21	1,54	1,33	40	9,87	12,56	10,88
15	1,39	1,77	1,53	42	10,87	13,85	11,99
16	1,58	2,01	1,74	45	12,48	15,90	13,77
17	1,78	2,27	1,96	48	14,21	18,09	15,66
18	2,00	2,54	2,20	50	15,42	19,63	16,99
19	2,23	2,82	2,45	53	17,32	—	—
20	2,47	3,14	2,72	56	19,33	24,61	21,32
60	22,19	28,26	24,50	125	96,33	—	—
63	24,47	31,16	26,98	130	104,20	—	—
65	26,05	33,17	28,70	140	120,84	—	—
70	30,21	38,46	33,30	150	138,72	—	—
75	34,68	44,15	38,24	160	157,83	—	—
80	39,46	50,25	43,51	170	178,18	—	—
85	44,55	56,72	49,12	180	199,76	—	—
90	49,94	63,58	55,07	190	222,57	—	—
95	55,64	70,85	61,36	200	246,62	—	—
100	61,65	78,50	67,98	210	271,80	—	—
105	67,97	—	—	220	298,40	—	—
110	74,66	—	—	240	355.13	—	—
120	88,78	—	—	250	385,34	—	—

Примечания.

1. В обоснованных случаях допускается применение круглых прутков следующих диаметров: 23, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 72, 76, 78 и 115 и квадратных прутков следующих размеров: 27, 35, 41, 46, 58, 61 и 115 с отклонениями, указанными в нижеследующей таблице (по ближайшему меньшему размеру).

2. Квадратная сталь изготовляется с острыми углами (размеры сторон до 100 *мм* включительно) и с закругленными углами (размеры сторон свыше 100 *мм*).

3. Шестигранная сталь размерами профиля более 70 *мм*, а также круглая и квадратная размерами более 200 *мм* изготовляются по соглашению между потребителем и изготовителем.

4. Данной таблицей можно пользоваться при определении веса других материалов указанных профилей, для чего необходимо табличные значения умножать на соответствующие коэффициенты: для чугуна и цинка — 0,92; бронзы — 1,1; меди — 1,3; свинца — 1,45; латуни 1,08, алюминия — 0,34.

90. Допускаемые отклонения в зависимости от способа прокатки, *мм*

Диаметр, сторона квадрата или диаметр вписанного круга шестигранной стали	Нормальной точности прокатки	Повышенной точности прокатки
5—9	+0,3; —0,5	+0,1; —0,3
10—19	+0,3; —0,5	+0,2; —0,3
20—25	+0,4; —0,5	+0,2; —0,4
26—48	+0,4; —0,7	+0,2; —0,6
50—56	+0,4; —1,0	+0,2; —0,9
60—75	+0,5; —1,1	+0,3; —1,0
80—95	+0,5; —1,3	+0,4; —1,2
100—110	+0,6; —1,7	+0,5; —1,5
120—125	+0,8; —2,0	+0,6; —1,8
130—150	+0,8; —2,0	+0,6; —2,0
160—200	+0,9; —2,5	Не регламентируется
210—250	+1,2; —3,0	

Примечания.

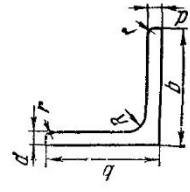
1. Для квадратной стали с размерами стороны квадрата 105 *мм* и более повышенной точности прокатки и шестигранной стали с размерами диаметра, вписанного в шестиугольник круга, свыше 70 *мм* допускаемые отклонения не регламентируются.

2. Овальность круглой стали, т. е. разность между наибольшим и наименьшим диаметрами в одном сечении, не должна превышать 0,5 допуска, установленного для стали соответствующей точности прокатки.

91. Сталь калиброванная

Диаметр сторона квадрата или диаметр вписанного круга шестигранной тали, *мм*	Допускаемые отклонения, *мм* (—), для классов точности				
	2а	3	3а	4	5
Сталь круглая (по ГОСТ 7417—57)					
3	0,014	0,02	0,04	0,06	0,12
3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 3,7; 3,8; 3,9; 4; 4,1; 4,2; 4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,8; 4,9; 5; 5,2; 5,3; 5,4; 5,6; 5,8; 6	0,018	0,25	0,048	0,08	0,16
6,1; 6,3; 6,5; 6,7; 6,9; 7; 7,1; 7,3; 7,5; 7,8; 8; 8,2; 8,5; 8,8; 9; 9,2; 9,5; 9,8; 10	0,022	0,03	0,058	0,10	0,20
10,2; 10,5; 10,8; 11; 11,2; 11,5; 11,8; 12; 12,2; 12,5; 12,8; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18	0,027	0,035	0,07	0,12	0,24
18,5; 19; 19,5; 20; 20,5; 21; 21,5; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30	0,33	0,046	0,084	0,14	0,28
31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50	—	0,05	0,10	0,17	0,34
52; 53; 55; 56; 58; 60; 61; 63; 65	—	0,06	0,12	0,20	0,40
67; 69; 70; 71; 73; 75; 78; 80	—	—	—	0,20	0,40
82; 85; 88; 90; 92; 95; 98; 100	—	—	—	0,23	0,46
Сталь квадратная (по ГОСТ 8559—57) и шестигранная (по ГОСТ 8560—67)					
3	—	—	0,04	0,06	0,12
3,2; 4; 4,5; 5; 5,5; 6	—	—	0,048	0,08	0,16
6,3; 7; 8; 9; 10	—	—	0,058	0,10	0,20
11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18	—	—	0,07	0,12	0,24
19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 28; 30	—	—	0,084	0,14	0,28
32; 34; 36; 38; 40; 41; 42; 45; 46; 48; 50	—	—	0,10	0,17	0,34
53; 56; 60; 63; 65	—	—	0,12	0,20	0,40
70; 75; 80	—	—	—	0,20	0,40
85; 90; 95; 100	—	—	—	0,23	0,46

92. Сталь угловая равнобокая (по ГОСТ 8509—72)



№ профиля b, *мм*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см*²	Масса 1 *пог. м*, *кг*
	d	*R*/*r*		
2	3	3,5/1,2	1,13	0,98
	4		1,46	1,15
2,5	3	3,5/1,2	1,43	1,12
	4		1,86	1,46
2,8	3	4/1,3	1,62	1,27
3,2	3	4,5/1,5	1,86	1,46
	4		2,43	1,91
3,6	3	4,5/1,5	2,10	1,65
	4		2,75	2,16
4	3	5/1,7	2,35	1,85
	4		3,08	2,42
4,5	3	5/1,7	2,65	2,08
	4		3,48	2,73
	5		4,29	3,37
5	3	5,5/1,8	2,96	2,32
	4		3,89	3,05
	5		4,80	3,77

Продолжение табл. 92

№ профиля b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см*²	Масса 1 *пог. м, кг*
	d	R/r		
6,3	4	7/2,3	4,96	3,90
	5		6,13	4,81
	6		7,28	5,72
7	4,5	8/2,7	6,20	4,87
	5		6,86	5,38
	6		8,15	6,39
	7		9,42	7,39
	8		10,7	8,37
7,5	5	9/3	7,39	5,80
	6		8,78	6,89
	7		10,1	7,96
	8		11,5	9,02
	9		12,8	10,1
8	5,5	9/3	8,63	6,78
	6		9,38	7,36
	7		10,8	8,51
	8		12,3	9,65
9	6	10/3,3	10,6	8,33
	7		12,3	9,64
	8		13,9	10,9
	9		15,6	12,2
10	6,5	12/4	12,8	10,1
	7		13,8	10,8
	8		15,6	12,2
	10		19,2	15,1
	12		22,8	17,9
	14		26,3	20,6
	16		29,7	23,3

Продолжение табл. 92

№ профиля b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см*^{2}	Масса 1 *пог. м*, *кг*
	d	R r		
11	7 8	12/4	15,2 17,2	11,9 13,5
12,5	8	14/4,6	19,7	15,5
	9		22,0	17,3
	10		24,3	19,1
	12		28,9	22,7
	14		33,4	26,2
	16		37,8	29,6
14	9	14/4,6	24,7	19,4
	10		27,3	21,5
	12		32,5	25,5
16	10	16/5,3	31,4	24,7
	11		34,4	27,0
	12		37,4	29,4
	14		43,3	34,0
	16		49,1	38,5
	18		54,8	43,0
	20		60,4	47,4
18	11	16/5,3	38,8	30,5
	12		42,2	33,1
20	12	18/6	47,1	37,0
	13		50,9	39,9
	14		54,6	42,8
	16		62,0	48,7
	20		76,5	60,1
	25		94,3	74,0
	30		111,5	87,6

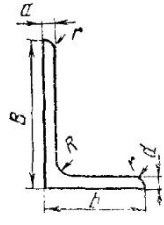
Продолжение табл. 92

№ профиля b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см²*	Масса 1 *пог. м, кг*
	d	R/r		
22	14	21/7	60,4	47,4
	16		68,6	53,8
25	16	24/8	78,4	61,5
	18		87,7	68,9
	20		97,0	76,1
	22		106,1	83,3
	25		119,7	94,0
	28		133,1	104,5
	30		142,0	111,4

93. Допускаемые отклонения

№ профиля b, *см*	Допускаемые отклонения, *мм*			
	по ширине полки	по толщине полки при ее толщине, *мм*		
		6 и менее	от 6,5—9	10 и более
2—4,5	±1 0	±0,40	—	—
5—9	±1,5	±0,45	±0,55	—
10—14	±2,0	—	±0,60	±0,65
16—20	±3,0	—	—	±0,70
22—25	±4,0	—	—	±0,80

94. Сталь угловая неравнобокая (по ГОСТ 8510—72)



№ профиля B/b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см²*	Масса 1 *пог. м, кГ*
	d	R/r		
2,5/1,6	3	3,5/1,2	1,16	0,91

Продолжение табл. 91

№ профиля B/b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см²*	Масса 1 *пог. м, кг*
	d	R/r		
3,2/2	3	3,5/1,2	1,49	1,17
	4		1,94	1,52
4/2,5	3	4,0/1,3	1,89	1,48
	4		2,47	1,94
5,5/2,8	3	5/1,7	2,14	1,68
	4		2,80	2,20
5/3,2	3	5,5/1,8	2,42	1,90
	4		3,17	2,49
5,6/3,6	3,5	6,0/2,0	3,16	2,48
	4		3,58	2,81
	5		4,41	3,46
18/11	10	14,4/7	28,3	22,2
	12		33,7	26,4
20/12,5	11	14/4,7	34,9	27,4
	12		37,9	29,7
	14		43,9	34,4
	16		49,8	39,1
25/16	12	18/6	48,3	37,9
	16		63,6	49,9
	18		71,1	55,8
	20		78,5	61,7
6,3/4,0	4	7,0/2,3	4,04	3,17
	5		4,98	3,91
	6		5,90	4,63
	8		7,68	6,03

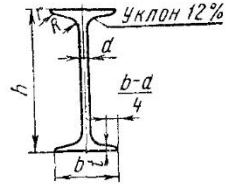
Продолжение табл. 94

№ профиля B/b, *см*	Размеры, *мм*		Площадь профиля, *см²*	Масса 1 *пог. м, кг*
	d	*R/r*		
7/4,5	4,5	7,5/2,5	5,07	3,98
	5		5,59	4,39
7,5/5	5	8/2,7	6,11	5,79
	6		7,25	5,69
	8		9,47	7,43
8/5	5	8/27	6,36	4,99
	6		7,55	5,92
9/5,6	5,5	9/3	7,86	6,17
	6		8,54	6,70
	8		11,18	8,77
10/6,3	6	10/3,3	9,59	7,53
	7		11,1	8,70
	8		12,6	9,87
	10		15,5	12,1
11/7	6,5	10/3,3	11,4	8,98
	7		12,3	9,64
	8		13,9	10,9
12,5/8	7	11/3,7	14,1	11
	8		16	12,5
	10		19,7	15,5
	12		23,4	18,3
14/9	8	12/4	18	14,1
	10		22,2	17,5
16/10	9	13/4,3	22,9	18
	10		25,3	19,8
	12		30	23,6
	14		34,7	27,3

95. Допускаемые отклонения

№ профиля B/b, *см*	Допускаемые отклонения, *мм*			
	по ширине полки	по толщине полки, *мм*		
		6 и менее	6,5—9	10 и более
2,5/1,6—5/3,2	±1,0	±0,40	—	—
5,6/3,6—9/5,6	±1,5	±0,45	±0,55	—
10/6,3—16/10	±2,0	±0,50	±0,60	±0,65
18/11 и более	±4,0	—	—	±0,70

96. Балки двутавровые
(по ГОСТ 8239—72)



№ профиля h, *см*	Размеры, *мм*					Площадь сечения, *см²*	Масса 1 *пог. м*, *кг*
	b	d	t	R	r		
10	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	9,46
12	54	4,8	7,3	7,5	3	14,7	11,5
14	73	4,9	7,5	8	3	17,4	13,7
16	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	15,9
18	90	5,1	8,1	9	3,5	23,4	18,4
18а	100	5,1	8,3	9	3,5	25,4	19,9
20	100	5,2	8,4	9,5	4	26,8	21,0
20а	110	5,2	8,6	9,5	4	28,9	22,7
22	110	5,4	8,7	10	4	30,6	24,0
22а	120	5,4	8,9	10	4	32,8	25,8
24	125	5,6	9,5	10,5	4	34,8	27,3
24а	125	5,6	9,8	10,5	4	37,5	29,4
27	125	6,0	9,8	11	4,5	40,2	31,5
27а	135	6,0	10,2	11	4,5	43,2	33,9
30	135	6,5	10,2	12	5	46,5	36,5
30а	145	6,5	10,7	12	5	49,9	39,2
33	140	7,0	11,2	13	5	53,8	42,2
36	145	7,5	12,3	14	6	61,9	48,6

Продолжение табл. 96

№ профиля *h*, *см*	Размеры, *мм*					Площадь сечения, *см*²	Масса 1 *пог. м*, *кг*
	b	*d*	*t*	*R*	*r*		
40	155	8,0	13,0	15	6	71,4	56,1
45	160	8,6	14,2	16	7	83,0	65,2
50	170	9,5	15,2	17	7	97,8	76,8
55	180	10,3	16,5	18	7	114	89,8
60	190	11,1	17,8	20	8	132	104
65	200	12,0	19,2	20	9	153	120
70	210	13,0	20,8	24	10	176	138
70а	210	15,0	24,0	24	10	202	158
70б	210	17,5	28,2	24	10	234	184

97. Допускаемые отклонения

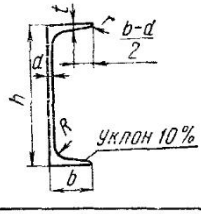
№ профиля *h*, *см*	Допускаемые отклонения		
	по высоте балки, *мм*	по ширине полки, *мм*	по массе, %
10—14	±2,0	±2,0	+3 −5
16—18	±2,5	±2,5	
20—30	±3,0	±3,0	
33—40	±3,5	±3,5	
45—70	±4,0	±4,0	

Примечания.

1. Балки № 10—18 поставляются длиной от 5 до 19 *м*, а № 20—70 — длиной от 6 до 19 *м*.

2. По требованию заказчика балки поставляются мерных и кратных длин.

98. Швеллеры облегченные
(по ГОСТ 6185—52)



№ профиля, *см*	Размеры, *мм*						Площадь сечения, *см*²	Масса 1 *пог. м*, *кг*
	h	*b*	*d*	*t*	*R*	*r*		
16	160	50	2,8	4,8	3,0	1,5	9,01	7,07
18	180	50	3,0	5,2	3,0	1,5	10,03	8,1

Продолжение табл. 98

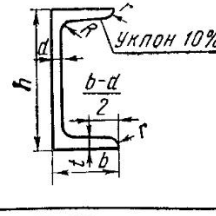
№ профиля, *см*	Размеры, *мм*						Площадь сечения *см²*	Масса 1 *пог. м, кг*
	h	*b*	*d*	*t*	*R*	*r*		
20	200	55	3,2	5,4	3,2	1,6	12,0	9,4
22	220	55	3,4	6,2	3,4	1,7	13,9	10,9
24	240	60	3,6	6,7	3,6	1,8	16,2	12,7
27	270	65	3,9	7,0	4,0	2,0	19,1	15,0
30	300	70	4,2	7,5	4,3	2,1	22,5	17,6

99. Допускаемые отклонения

№ профиля, *см*	Допускаемые отклонения				
	по высоте, *мм*	по ширине полки, *мм*	по толщине стенки, *мм*	по толщине полки, *мм*	по массе, %
16—30	±2,5	±1,5	±0,3	±0,3	±2,5

Примечание. Максимальные и минимальные длины швеллеров от 6 до 19 *мм*; по соглашению сторон допускается постановка профилей мерных и кратных длин; допускаемые отклонения для мерной длины, оговоренной в заказе, при нефрезерованных концах + 100 *мм*.

100. Швеллеры (по ГОСТ 8240—72)



№ профиля, *см*	Размеры, *мм*					Площадь сечения, *см²*	Масса 1 *пог. м, кг*
	b	*d*	*t*	*R*	*r*		
5	32	4,4	7,0	6	2,5	6,16	4,84
6,5	36	4,4	7,2	6	2,5	7,51	5,90
8	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05
10	46	4,5	7,6	7	3,0	10,9	8,59
12	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,3	10,4
14	58	4,9	8,1	8	3,0	15,6	12,3
14а	62	4,9	8,7	8	3,0	17,0	13,3
16	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	14,2
16а	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	15,3

Продолжение табл. 100

№ профиля, *см*	Размеры, *мм*					Площадь сечения, *см²*	Масса 1 пог. *м*, *кг*
	b	*d*	*t*	*R*	*r*		
18	70	5,1	8,7	9	3,5	20,7	16,3
18а	74	5,1	9,3	9	3,5	22,2	17,4
20	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,4	18,4
22	82	5,4	9,5	10	4,0	26,7	21,0
22а	87	5,4	10,2	10	4,0	28,8	22,6
24	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,6	24,0
24а	95	5,6	10,7	10,5	4,0	32,9	25,8
27	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,2	27,7
30	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,5	31,8
33	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,5	36,5
36	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,5	41,9
40	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,5	48,3

101. Допускаемые отклонения

№ профиля, *см*	Допускаемые отклонения		
	по высоте, *мм*	по ширине, *мм*	по массе, %
5—8	±1,5	±1,5	+3 −5
10—14	±2,0	±2,0	
16—18	±2,5	±2,5	
20—30	±3,0	+3,0	
33—40	±3,5	±3,5	

Примечания.

1. Швеллеры № 5—8 поставляются длиной от 5 до 12 *м*, № 10—18 — длиной от 5 до 19 *м*, № 20—40 — длиной от 6 до 19 *м*.

2. По требованию заказчика швеллеры поставляются мерных и кратных длин.

102. Сталь холоднокатаная тонколистовая, *мм*
(по ГОСТ 3680—57)

Толщина листа	Ширина листа				
	600	710	750	800	1000
	Длина листа				
0,2; 0,25; 0,3; 0,4	1200	1420	1500	1500	—
0,5; 0,6	1200 2000	1420	1500	1500	1500
0,7	1200 2000	1420	1500	1500	—

Продолжение табл. 102

Толщина листа	Ширина листа				
	600	710	750	800	1000
	Длина листа				
	1200	1420	1500	1500	
0,8; 0,9	2000	2000	2000	2000	2000
1; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2	1420 2000	1420 2000	1500 2000	1500 2000	2000

Примечание. Размеры листов толщиной свыше 2 *мм* и шириной 1000 *мм* см ГОСТ 3680—57

103. Допускаемые отклонения по толщине (±), *мм*

Толщина листа	Высокая точность	Повышенная точность
	Листы качественные	Листы обыкновенного качества и качественные
0,2—0,4	0,03	—
0,5	0,04	0,05
0,55—0,6	0,05	0,06
0,7—0,76	0,06	0,07
0,8—0,9	0,06	0,08
1,0—1,1	0,07	0,09
1,2	0,09	0,11
1,4	0,1	0,12
1,5	0,11	0,12
1,6—1,8	0,12	0,14
2	0,13	0,15

Примечание. Допускаемые отклонения по ширине листов: до 800 *мм*+6 *мм*, свыше 800 *мм*+10 *мм*.

104. Сталь толстолистовая (по ГОСТ 5681—57)

Толщина листа, *мм*	Ширина листа, *дм*	Длина листа, *дм*
4; 4,5; 5,5	12,5; 14; 15; 16	35; 45; 50; 55; 60
6; 7	15,5; 14; 15; 16; 18	45; 50; 55; 60; 70
8; 9; 10; 11	12,5*; 14; 15; 16; 18; 20	45; 50; 55; 60; 70
12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32	14; 15; 16; 18; 20	45; 50; 55; 60; 70; 80
36; 40; 45; 50; 56; 60	15; 16; 18; 20	45; 50; 55; 60; 70; 80

* В размере ширины 12,5 *дм* отсутствуют листы 70 *дм*.

105. Допускаемые отклонения по толщине листа, *мм*

Толщина	Допускаемые отклонения при ширине листа					
	600—1000	1000—1200	1200—1500	1500—1700	1700—1800	1800—2000
4	0,4	0,5 / 0,4	0,6 / 0,4	0,6 / 0,4	—	—
5—5,5	0,3 / 0,5	0,4 / 0,5	0,5	0,5	0,7 / 0,5	—
6—7	0,3 / 0,6	0,4 / 0,5	0,4 / 0,6	0,5 / 0,6	0,7 / 0,6	0,9 / 0,6
8—10	0,2 / 0,8	0,3 / 0,8	0,3 / 0,8	0,4 / 0,8	0,6 / 0,8	0,8 / 0,8
11—25	0,2 / 0,8	0,3 / 0,8	0,3 / 0,8	0,4 / 0,8	0,6 / 0,8	0,8 / 0,8
26—30	0,2 / 0,9	0,3 / 0,9	0,3 / 0,9	0,4 / 0,9	0,6 / 0,9	0,8 / 0,9
32—34	0,3 / 1,0	0,3 / 1,0	0,4 / 1,0	0,5 / 1,0	0,6 / 1,0	0,8 / 1,0
36—40	0,4 / 1,1	0,4 / 1,1	0,5 / 1,1	0,6 / 1,1	0,7 / 1,1	0,8 / 1,1
34—50	0,5 / 1,2	0,6 / 1,2	0,7 / 1,2	0,8 / 1,2	0,9 / 1,2	1,1 / 1,2
53—60	0,7 / 1,3	0,8 / 1,3	0,9 / 1,3	1,0 / 1,3	1,1 / 1,3	1,3 / 1,3

Примечание. Большие и меньшие размеры листов см. ГОСТ 5681—57. Размеры отклонений, указанные над чертой, относятся к плюсам (+), под чертой — к минусам (—).

106. Допускаемые отклонения по ширине и длине, *мм*

Длина	Толщина	
	⩽16	>16
Допускаемые отклонения по ширине		
<8000	При ширине до 200+10	+15
>8000	Свыше 2000+0,5* +0,2% длины	+40

Продолжение табл. 106

Длина	Толщина	
	≤16	>16
Допускаемые отклонения по длине		
<8000	При длине до 2000+10 2000—7000+0,5*	При длине до 3000 +15 3000—8000 +0,5*
>8000	Свыше 7000+35	Свыше 8000 +40

Примечание. Допускаемые отклонения по ширине и длине листов, прокатанных на станах непрерывной прокатки и поставляемых с необрезной продольной кромкой:

а) по ширине
при ширине листов до 1100 *мм* + 20 *мм*
» » » св. 1100 » + 30 »

б) по длине:
при длине листов до 3000 *мм* + 20 *мм*
» » » св. 300 » + 25 »

* Отклонения даются в процентах.

Полосовая сталь (по ГОСТ 103—57) прокатывается шириной 12—200 *мм*, толщиной 4—60 *мм* и длиной 3—9 *м* в зависимости от веса полосы; лента стальная (по ГОСТ 6009—57) — шириной 20—200 *мм* и толщиной 1,2—3,8 *мм*.

107. Допускаемые отклонения по толщине и ширине стальных полос, *мм*

Толщина	4—6		7—16	18	20	22	25	28—32	36	40	45—50	56—60
Отклонения	+	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	—	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4

Ширина	12—50	56	60	63—65	70—75	80—85	90—95	100—105	100	120—125
Отклонения	+	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1
	—	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4

108. Допускаемые отклонения по ширине и толщине стальной ленты, *мм*

Ширина		20—56	60—200	Ширина		20—100	105—150	160—200
Отклонения по ширине	+	0,8	1,5*	Отклонения по толщине	+	0,15	0,20	0,25
	—	1,0	2*		—	0,20	0,25	0,30

* Отклонения даются в процентах.

109. Сталь полосовая рессорная типа А (по ГОСТ 7419—55), *мм*

Ширина полос	Толщина полос																
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12	14	16
35	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—	—	—	—	—
45	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—	—	—	—
50	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—	—	—
55	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—
60	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	х	—	—	х	—	х*	х	—	—	—
65	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—
70	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—
75	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—
76	—	—	—	—	—	—	—	х	х*	—	х	—	х*	—	—	—	—
80	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—
89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	х*	—	х	—	—
90	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	—
100	—	—	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	х*	—	х	—	х
110	—	—	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
120	—	—	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х*	х	х
125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	х	х	х
130	—	—	—	—	—	—	х	х	х*	х	х	х	х*	х	х*	х	х
140	—	—	—	—	—	—	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
150	—	—	—	—	—	—	—	—	х	х*	х	х	х*	х	х*	х	х

Примечания.

1. По механическим свойствам и состоянию поставки рессорно-пружинные стали подразделяются на два типа: сталь, обладающую в состоянии поставки механическими свойствами готовых пружин (А), и сталь, поставляемую в горячекатаном или отожженном состоянии (Б)

2. Размеры, отмеченные звездочками, относятся также к стали полосовой рессорной типа Б. Сталь типа Б поставляется также с сечением следующих размеров: 76×13; 89×13; 102×13; 114×7; 114×10; 120×13 *мм*.

3. Радиус закругления кромок стали типа А не должен превышать толщины полосы; радиус закругления кромок стали типа Б равен 20—40 *мм*.

110. Допускаемые отклонения от размеров рессорной полосовой стали типа А*, *мм*

Ширина полос	Допускаемые отклонения (±)			
	по ширине	по толщине при толщине		
		до 7,5	7,5—12	12
≤50	0,5; 0,3	0,15. 0,10	0,20; 0,13	0,25; 0,15
50—100	0,7; 0,4	0,15; 0,10	0,20 +0,13	0,25; 0,15
		—0,20—0,15	—0,25 —0,15	—0,30 —0,20
100	0,8; 0,5**	0,20; 0,15	0,25; 0,15	0,30; 0,20

Примечание. В графах первые числа относятся к обычной точности; вторые — к высокой точности.

* Допускаемые отклонения от размеров стали типа Б: по ширине ±1,5%; при толщине до 10 *мм* ±0,25 *мм*, при толщине 12 и 13 *мм* ±0,35 *мм*.

** Отклонение дано в процентах.

111. Сталь полосовая пружинная, *мм*

Размеры полосовой стали с закругленными краями			Размеры прямоугольной стали		
Ширина	Толщина	Радиус закругления	Ширина	Толщина	Радиус закругления
40	5	2,5	20	14	10
40	7	3,5	28	15	14
45	5	2,5	35	16	18
45	7	3,5	40	18	20
75	10	5			

Примечание. Размеры пружинной круглой стали диаметром 5—50 *мм* и квадратной со стороной квадрата 6—50 *мм* (ГОСТ 2590—71 и 2591—71); размеры пружинной стали прямоугольного сечения шириной 20—160 *мм*, толщиной 4—18 *мм* (ГОСТ 103—57).

112. Механические свойства стали обыкновенного качества типа А (по ГОСТ 380—71)

Марка стали	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Предел текучести* $\sigma_т$, *кГ/мм²*	Норма испытания *на загиб**
Ст0	32	22	—	$d=2a$
Ст1	32—40	33	—	$d=0$
Ст2	34—42	31	22	$d=0$
Ст3	38—47	27—25	24	$d=0{,}5\ a$
Ст4	42—52	25—23	26	$d=2\ a$
Ст5	50—62	21—19	28	$d=3\ a$
Ст6	60—72	16—14	31	—

Примечание. Нормы, приведенные в таблице, распространяются на прокат круглый, квадратный, полосовой и фасонный толщиной от 4 до 40 *мм* и на прокат листовой и широкополосный толщиной от 40 до 250 *мм*. Нормы для тонколистовой стали толщиной 0,5÷4 *мм* — см. ГОСТ 17066—71, для толстолистовой — см. ГОСТ 500—58.

* d — толщина оправки, a — толщина образца при испытании в холодном состоянии на загиб в 180°.

113. Механические свойства стали качественной углеродистой горячекатаной (по ГОСТ 1050—60)

Марка стали	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Предел текучести $\sigma_т$, *кГ/мм²*	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение, %	Относительное сужение ψ, %
Сталь с нормальным содержанием марганца					
08кп	131	18	30	35	60
08	131	20	33	33	60
10кп	137	19	32	33	55
10	137	21	34	31	55
15кп	143	21	36	29	55
15	143	23	38	27	55
20кп	156	23	39	27	55
20	156	25	42	25	55
25	170	28	46	13	50
30	179	30	50	21	50
35	187	32	54	20	45
40	217	34	58	19	45

Продолжение табл. 113

Марка стали	Твердость по Бринеллю *НВ*	Предел текучести $\sigma_т$, *кГ/мм²*	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение, %	Относительное сужение ψ, %
45	241	36	61	16	40
50	241	38	64	14	40
55	255	39	66	13	35
60	255	41	69	12	35
65	255	42	71	10	30
70	269	43	73	9	30
75	285	90	110	7	30
80	285	95	110	6	30
85	302	100	115	6	30
Сталь с повышенным содержанием марганца					
15Г	163	25	42	26	55
20Г	197	28	46	24	50
25Г	207	30	50	22	50
30Г	217	32	55	20	45
35Г	229	34	57	18	45
40Г	229	36	60	17	45
45Г	241	38	63	15	40
50Г	255	40	66	13	40
60Г	269	42	71	11	35
65Г	285	44	75	9	30
70Г	285	46	80	8	30

114. Глубина выдавливания для стали тонколистовой, *мм*

Толщина, *мм*	Группа вытяжки*				
	ВГ	Г	Н	ВГ	Г
	Глубина выдавливания для стали марок				
	05кп—10кп	05кп—10кп	05кп—10кп	10—20	10—20
0,5	9	8,4	8	8	7,6
0,6	9,4	8,9	8,5	8,4	7,8
0,7	9,7	9,2	8,9	8,6	8
0,8	10	9,5	9,3	8,8	8,2
0,9	10,3	9,9	9,6	9	8,4
1	10,5	10,1	9,9	9,2	8,6
1	10,8	10,4	10,2	—	—
1,2	11	10,6	10,4	—	—
1,3	11,2	10,8	10,6	—	—

Продолжение табл. 114

Толщина, *мм*	Группа вытяжки*				
	ВГ	Г	Н	ВГ	Г
	Глубина выдавливания для стали марок				
	05кп—10кп	05кп—10кп	05кп—10кп	10—20	10—20
1,4	11,3	11	10,8	—	—
1,5	11,5	11,2	11	—	—
1,6	11,6	11,4	11,2	—	—
1,7	11,8	11,6	11,4	—	—
1,8	11,9	11,7	11,5	—	—
1,9	12	11,8	11,7	—	—
2	12,1	11,9	11,8	—	—

* ВГ — весьма глубокая вытяжка; Г — глубокая вытяжка; Н — нормальная вытяжка.

115. Механические свойства стали тонколистовой качественной углеродистой конструкционной

Марка стали	Группа вытяжки								
	ВГ	Г и Н	ВГ	Г	Н	ВГ	Г	Н
	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*		Холоднокатаные листы			Горячекатаные листы		
			Относительное удлинение δ_{10}, %					
05кп	26—36	26—38	34	32	30	30	29	27
08кп	28—37	28—39	34	32	30	30	29	27
08пс	28—40	28—42	32	30	28	28	27	25
10кп	28—40	28—42	32	30	28	28	27	25
10	30—42	30—44	30	29	28	27	26	24
15кп	32—44	32—46	29	28	27	27	26	24
15, 20кп	34—46	34—48	27	26	25	26	25	24
20	36—50	36—51	26	25	24	25	24	24
25	—	40—55	—	24	23	—	23	22
30	—	45—60	—	22	21	—	21	20
35	—	50—65	—	20	19	—	19	18
40	—	52—67	—	—	18	—	—	17
45	—	55—70	—	—	16	—	—	15
50	—	55—73	—	—	14	—	—	13

116. Механические свойства стали тонколистовой легированной конструкционной (по ГОСТ 1542—71)

Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %
60Г	55—80	14
65Г	60—85	12
70Г	65—90	10
10Г2, 10Г2А	40—58	22
25ХГС, 25ХГСА	50—70	18
30ХГС, 30ХГСА	55—75	16
12Г2А	50—65	18

117. Глубина выдавливания для стали, *мм*

Толщина	Глубина выдавливания для стали марок		
	10Г2 и 10Г2А	12Г2А и 25ХГСА	30ХГСА
0,5	7,3	7	7
0,6	7,7	7,4	7,2
0,7	8	7,6	7,5
0,8	8,5	7,8	7,7
0,9	8,8	8	8
1	9	8,2	8,2

118. Механические свойства стали тонколистовой качественной углеродистой (по ГОСТ 1577—70)

Марка стали	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Марка стали	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %
08кп	32	34	15Г	43	28
10кп, 10	34	32	20Г	45	27
15	38	30	30Г	55	22
20	42	28	40Г	60	19
25	45	26	50Г	65	17
30	49	24	60Г	72	13
35	53	22	65Г	75	12
40	57	20	70Г	80	10
45	60	18	10Г2	45	28

Продолжение табл. 118

Марка стали	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Марка стали	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %
50	64	17	30Г2	60	20
55	67	15	35Г2	63	19
60	70	13	40Г2	67	17
65	73	12	45Г2	70	15
70	76	11	50Г2	75	13

119. Механические свойства стали конструкционной автоматной (по ГОСТ 1414—54)

Марка стали	Диаметр прутка, *мм*			Относительное удлинение δ, %, не менее	Относительное сужение ψ, %, не менее	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*, не более
	до 20	20—30	св. 30			
	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*					
Холоднокатаная (не термообработанная)						
А12	60—80	55—75	52—70	7	—	167—216
А20	62—80	57—76	54—73	7	—	167—217
А30	64—84	60—80	55—77	6	—	174—223
А40Г*	60—80	60—80	60—80	17	—	179—229
Горячекатаная (не термообработанная)						
А12	—	42—57	—	22	36	160
А20	—	46—61	—	20	30	168
А30	—	52—67	—	15	25	185
А40Г	—	60—75	—	14	20	207

* Испытания после высокого отпуска.

120. Механические свойства рессорно-пружинной стали (по ГОСТ 7419—55)

Марка стали	Норма* твердости по Бринеллю, $кГ/мм^2$, не более	Термическая обработка, °С		Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Предел текучести $\sigma_т$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %
		Закалка в масле	Отпуск				
65	255	840	480	100	80	9	35
70	269	380	480	105	85	7	30
75	285	820	480	110	90	7	30
85	302	820	480	115	100	6	30
66Г	269	830	480	100	80	8	35
55ГС	285	820	480	100	80	8	30
50С2	285	870	460	120	110	6	30
55С2	285	870	460	130	120	6	30
60С2	302	870	460	130	120	5	25
63С2А	302	860	460	160	140	6	35
60С2А	302	870	460	160	140	5	20
70С3А	302	860	460	180	160	5	25
50ХГ	302	840	490	130	110	5	35
50ХГА	302	840	490	130	120	6	35
50ХФА	302	850	520	130	110	10	45
60С2ХА	302	870	420	180	160	5	20
60С2ХФА	302	850	410	190	170	5	20
65С2ВА	302	850	420	190	170	5	20
60С2Н2А	302	850	420	175	160	5	20
55СГ	285	880	460	130	120	6	30
60СГ	285	860	460	130	120	5	25
60СГА	285	860	460	160	140	5	25
50ХГФА	302	850	520	130	120	6	35

* Норма твердости в состоянии поставки.

121. Механические свойства конструкционной легированной стали на обработанных заготовок (по ГОС

Марка стали	Термообработка					Пр тек
	Закалка при температуре, °С			Отпуск		
	первая закалка	вторая закалка	среда охлаждения	температура, °С	среда охлаждения	
15Х 15ХА	880	770—820	В или М	180	В или М	
15ХР 153РА	860	770—810	В или М	180	В или М	
20Х	880	770—820	В или М	180	В или М	
30Х	860	—	В или М	500	В или М	
35Х	860	—	В или М	500	В или М	
30ХРА	860	—	В или М	220	В или М	
35ХРА	—	860	В или М	560	В или М	
38ХА	860	—	В или М	550	В или М	
40Х	850	—	В или М	500	В или М	
40ХР	—	860	В или М	540	В или М	
45ХЦ	840	—	Б или М	520	В или М	
50Х	830	—	В или М	520	В или М	
10Г2	920	—	В	—	—	
35Г2	870	—	В	—	—	
40Г2	860	—	В	—	—	
45Г2	850	—	В	—	—	

Марка стали	Термообработка					П те
	Закалка при температуре, °С			Отпуск		
	первая закалка	вторая закалка	среда охлаждения	температура, °С	среда охлаждения	
50Г2	840	—	В	—	—	
18ХГ	880	—	В	180	В или М	
18ХГТ	880	870	В	200	В или М	
20ХГР	910	870	В	200	В или М	
30ХГТ	880	850	В	200	В или М	
40ХГ	840	—	В	520	В или М	
40ХГР	—	850	В	560—600	В или М	
35ХГ2	860	—	В	600	В или М	
33ХС	920	—	В или М	630	В или М	
38ХС	900	—	М	630	М	
40ХС	900	—	М	540	М	
	Изотермическая закалка при температуре 910° С с выдержкой в печи до 330—350° С, затем охлаждение на воздухе					
27СГ	920	—	В	420	В или М	
35ГС	900	—	В	590	В или М	
36Г2С	880	—	В	—	В или М	

15ХМ	880	—	В	650	В
30ХМ 30ХМА	880	—	М или тВ	540	В или М
35ХМ	850	—	М	560	В или М
38ХВА	850	—	М	550—620	В
15ХФ	880	770—820	В или М	180	В или М
20ХФ	880	780—820	В или М	180	В или М
40ХФА	880	—	М	650	В или М
15НМ	860	770—820	М	200	Воз.
20ХН	860	760—810	В или М	180	В или М
40ХН	820	—	В или М	500	В или М
45ХН	820	—	В или М	530	В или М
50ХН	820	—	В или М	530	В или М
13Н2ХА	860	770—810	В или М	180	В или М
12ХН2	860	760—810	В или М	180	В или М
12ХН3А	860	760—810	В или М	180	В или М
12Х2Н4А	860	780—800	М	180	В или М
20ХН3А	820	—	М	500	В или М
20Х2Н4А	860	760—800	М	180	В или М
30ХН3А	820	—	М	530	В или М

Марка стали	Термообработка					П тек
	Закалка при температуре, °С			Отпуск		
	первая закалка	вторая закалка	среда охлаждения	температура, °С	среда охлаждения	
20ХГСА	880	—	М	500	В или М	
25ХГСА	880	—	М	480	В или М	
30ХГС	880	—	М	540	В или М	
30ХГСА	880	—	М	540	В лии М	
30ХГСНА	900	—	М	200—300	В или М	
15ХГНТ	950—970	820—850	М	200	В или М	
15ХГНТА	950—970	820—850	М			
15Х2ГН2Т	860	770—810	М	180	Воз. или М	
15Х2ГН2ТА	860	770—810	М	180	Воз. или М	
15Х2ГН2ТРА	—	770—810	М	170	Воз. или М	
18ХГН	860	770—810	М или В	180	Воз. или М	
25Х2ГНТА	900	840—860	М	180	Воз. или М	
30ХГНА	880	—	М	500	Воз. или М	
20ХГНР, 20ХНР	—	780—830	М	200	Воз. или М	

38ХГН	850	—	М	570	Воз. или М	
30Х2ГН2	870	—	М	200	Воз. или М	1
16ХСН				Свойства в прутках не н		
18ХСНРА	900	—	М или В	200	В или М	1
30ХНВА	860	—	М	530	Воз.	
38ХНВА	870	—	М	580	Воз. или М	
40ХНВА	850	—	М	620	В или М	
40ХНМА	850	—	М	620	В или М	
30Х2НВА	860	—	М	580	Воз. или М	
38ХН3ВА	850	—	М	590	Воз.	1 1
18Х2Н4ВА	950	850	Воз.	180	Воз. или М	
25Х2Н4ВА	850	—	М	560	М	
30ХН2ВФА	860	—	М	680	Воз	
30Х2НВФА	910	—	М	610—650	Воз. или М	
38ХН3ВФА	850	—	М	550—620	Воз.	1
20ХН4ФА	850	—	М	630	В	
38ХН3МФА	850	—	М	550—620	Воз.	1
38ХЮ	930	—	М или В	630	В или М	
38ХМЮА	940	—	М или В	640	В или М	
38ХВФЮ						
38ХВФЮА	930	—	М или В	640	В или М	

Примечание. Среда охлаждения: В — вода; М — масло; Воз. —

122. Трубы стальные бесшовные, *мм*

ГОСТ	Наружный диаметр	Толщина стенки	Допускаемые отклонения по наружному диаметру	Допускаемые отклонения по толщине стенки
Горячекатаные трубы* (по ГОСТ 8731—66)	57	3,5—13		+12,5% −15%
	60; 63,5	3,75—14		
	68; 70	3,75—16		
	73; 76; 83	3,5—19		
	89	3,5—24		
	95; 102	4—24		
	108; 114; 121	4—28	+1,25% −1%	
	127	4—30		
	133	4—32		
	140; 146; 152	4,5—36		
	159	4,5—36		
	168	5—45		
	180	6,7—45		
	194	6,7—45		
	219	6; 7; 8; 9—45		+12,5%
	245; 273	7; 8,9—45		
	299; 325	8; 9—45		
	351	8; 9—45		
	357	8; 9—45	+1,25% −1,5%	
	377	10; 11; 12; 14; 15; 25; 32; 33; 35		
	426	11; 12; 13; 14; 25; 35		
Холоднотянутые трубы** (по ГОСТ 8732—70)	5	0,5—1		±0,15% +12,5% −10%
	6	0,5—2		
	7; 8; 9	0,5—2,5	+0,3 −0,4	
	10; 11	0,5—3,5		
	12; 13; 14; 15	0,5—4		
	16	0,5—4,5		
	17; 18; 19	0,5—5		
	20; 21; 22; 23	0,5—6		
	24; 25; 26	0,5—7	+0,3 −0,4	
	27; 28	0,75—7		
	29; 30; 31; 32	0,75—8		
	33; 34; 35; 36; 37	1—8		+12% −10%
	38; 39; 40; 41	1—9		
	42; 43; 44; 44,5	1—9	+0,35 −0,45	
	45; 46; 47	1—10		
	48; 49; 50	1—10		
	51; 52; 53; 54; 55; 56	1—12		

Продолжение табл. 122

ГОСТ	Наружный диаметр	Толщина стенки	Допускаемые отклонения	
			по наружному диаметру	по толщине стенки
	57; 58; 60	1—10	+0,8%	+12%
	63,5; 65	1,5—10	−1%	−10%
	68; 69	1,5—10		

* Толщина стенок 3,5; 3,75 и от 4 до 10 *мм* через каждые 0,5 *мм*; от 11 до 36 *мм* через 1 *мм*.

** Толщина стенок от 0,5 до 3,5 *мм* через каждые 0,25 *мм*; от 4 до 12 *мм* через каждые 0,5 *мм*.

123. Механические свойства стальных бесшовных труб

	Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение, %		Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Состояние поставки
			δ_{10}	δ_5		
Качественные и легированные стали	10	32	20	24	137	Горячекатаные — без отжига, холоднотянутые — после отжига
	20	40	17	20	156	
	35	52	14	17	187	
	45	60	12	14	207	
	15Х	Нормы по соглашению			179	Холоднотянутые — после отжига, горячекатаные — без отжига
	20Х				179	
	40Х				269	
	15ХФ	63	10	13	217	Холоднотянутые — после отжига, горячекатаные — без отжига
	30ХГСА	45	17	20	187	
		50	18	—	229	
Обыкновенные конструкционные стали	30ХМЮА	Нормы по соглашению сторон			229	Горячекатаные и холоднотянутые — после отжига
	Ст. 2	34	20	24	—	Горячекатаные — без отжига
	Ст. 4	42	17	20	—	
	Ст. 5	50	14	17	—	
	Ст. 6					

124. Трубы стальные электросварные*, *мм*

ГОСТ	Наружный диаметр	Толщина стенки	Допускаемые отклонения по наружному диаметру	Допускаемые отклонения по толщине стенки
Трубы стальные электросварные диаметром 5—152 *мм*** (по ГОСТ 10704—63)	5—7	0,5—1	±0,3	±0,1
	8—11	0,5—1,25		
	12	0,5—1,5		
	13—17	0,75—1,5		
	18—20	0,75—2		
	21—22	1—2	±0,5	±10%
	23—31	1—2,5		
	32	1,25—3		
	33—37	1,25—2,5		
	38	1—25—3		
	39	1,25—2,5		
	40—43	1,5—2,5		
	44,5	1,5—3	±1%	
	46—48	1,5—2,5		
	51	1,5—3,5		
	53	1,5—2,25		
	54	1,5—2,5		
	57—70	1,5—3,5		
	76	1,5—4,5		
	83	1,75—4,5		
	89	2—4,75		
	95	2—3,75		
	102	2—5		
	108	3—4		
	114	3—5		
	121	3—4,25		
	127	3—5		
	133	3—5		
	140—152	3,5—5,5		
Трубы стальные электросварные диаметром 426—1420 *мм*** (по ГОСТ 10705—63)	400	7—14	5—7	5—10
	450			
	500			
	600			
	700			
	800			
	900		7—9,5	5
	1000			
	1100			
	1200			
	1300			

* Предел прочности при растяжении, *кГ/мм²*:

для стали 08 и 10	32—40
» » 15	36—45
» » 20	40—50
для Ст2	34—36
» Ст3	38—40
» Ст4	44—42

** Толщина стенок от 0,5 до 3,5 *мм* через каждые 0,25 *мм*.

125. Трубы бесшовные из нержавеющей стали*, *мм*
(по ГОСТ 9940—72)

ГОСТ	Наружный диаметр	Толщина стенки	Допускаемые отклонения	
			по наружному диаметру	по толщине стенки
Трубы холоднотянутые и холоднокатаные**	6—7	1—1,5	±0,3	±15
	8—10	1—2	±0,5	
	11—13	1—2		
	14—19	1—2,5		
	20—29	1—3		
	21—29	3,25—4		
	30	3,25—5	±1,5%	+15 −10
	31—37	3,25—5		
	38—56	3,25—5		
	47—76	3,25—7		
	83—89	3,25—7		
Трубы горячекатаные***	76	4,5—8	±2	+20% −15%
	83	4,5—9		
	89	4 5—10		
	96	5—10		
	102	11—12		
	108	11—13		
	114	11—15		
	121	11—16	+2 −1,5	
	127	11—18		
	133	11—20		
	140	11—22		
	146	11—23		
	152	11—24		
	159	11—25		
	168	11—27		
	180	11—28		
	194	11—30		
	219	12—30		

* *Предел прочности, кГ/мм², для стали марок:*

1Х18Н9—56	Х18Н12М2Ш—54
1Х18Н9Ш—56	Х17—45
1Х14Н14В2М—55	Х27—45
	Х25Ш—45

** Толщина стенок от 6 до 58 *мм* через 1 *мм*; от 1 до 5 *мм* через каждые 0,25 *мм*.

*** Толщина стенок от 4,5 до 10 *мм* через каждые 0,5 *мм*; от 11 до 30 *мм* через 1 *мм*.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКОВОК И ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ

126. Механические свойства поковок из углеродистой стали (по ГОСТ 8479—70)

Категория прочности	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %			Относительное сужение ψ, %			Ударная вязкость $a_н$, *кГм/см²*			Твердость *НВ*, *кГ/мм²*
		Диаметр при толщине поковок перед термообработкой, *мм*, не менее									
		до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	101 400	
КП18	36	28	25	22	55	50	45	6,5	6,0	5,5	101—140
КП20	40	25	22	20	55	50	45	5,5	5,0	4,5	111—156
КП22	44	22	20	18	53	48	40	5,5	4,5	4,0	123—167
КП25	50	20	18	16	48	42	35	4,0	3,5	3,0	140—179
КП28	56	18	16	14	40	38	32	4,0	3,5	3,0	156—197
КП32	62	16	14	12	38	35	30	3,5	3,0	—	174—217
КП35	67	14	12	11	35	33	30	—	—	—	187—229

Примечания.

1. В графе «Категория прочности» двузначная цифра после КП означает величину предела текучести.
2. Нормы механических свойств для поковок диаметром или толщиной более 400 *мм* см. ГОСТ 8479—70.
3. Значения механических свойств относятся к продольному цилиндрическому пятикратному образцу диаметром 10 *мм* и нормальному ударному образцу (по ГОСТ 9454—60).

127. Механические свойства поковок из легированной стали (по ГОСТ 8479—70)

Категория прочности	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %			Относительное сужение ψ, %			Ударная вязкость $a_н$, *кГм/см²*			Твердость *НВ*, *кГ/мм²*
		Диаметр или толщина поковки перед термообработкой, *мм*, не менее									
		до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	201 400	
КП36 А	60	18	17	15	45	42	40	6,0	5,5	5,0	174—217
КП36 Б		14	12	10	42	40	35	5,5	5,0	4,0	
КП40 А	63	17	16	14	45	42	40	6,0	5,5	5,0	187—229
КП40 Б		13	12	10	42	40	35	5,5	5,0	4,0	

Продолжение табл. 127

Категория прочности	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %			Относительное сужение ψ, %			Ударная вязкость $a_ц$, *кГм/см²*			Твердость *НВ*, *кГ/мм²*
		Диаметр или толщина поковки перед термообработкой, *мм*, не менее									
		до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	201 400	до 100	101 200	201 400	
КП45 А	65	16	15	13	45	42	40	6,0	5,5	5,0	197—235
КП45 Б		12	12	10	42	40	35	5,5	5,0	4,0	
КП50 А	70	16	14	12	45	42	40	6,0	5,5	5,0	212—248
КП50 Б		12	11	9	42	40	35	5,5	5,0	4,0	
КП56 А	75	15	14	12	45	42	40	6,0	6,0	5,5	223—262
КП56 Б		12	11	9	42	40	35	5,5	5,0	4,0	
КП60 А	80	14	13	11	45	42	40	6,5	6,0	5,5	235—277
КП60 Б		12	11	9	42	40	35	5,0	4,5	4,0	
КП63 А	85	13	12	11	42	40	38	6,5	6,0	5,5	248—293
КП63 Б		11	10	9	38	35	33	5,0	4,5	4,0	
КП67 А	88	13	12	11	42	40	38	6,5	5,0	5,5	262—302
КП67 Б		10	9	8	38	35	33	5,0	4,5	4,0	
КП71 А	90	13	12	11	42	40	38	6,5	6,0	5,5	269—311
КП71 Б		9	8	7	38	35	33	5,0	4,5	4,0	
КП75 А	95	13	12	11	42	40	38	6,5	6,0	5,5	277—321
КП75 Б		9	8	7	38	35	33	5,0	4,5	4,0	
КП80 А	100	11	10	9	42	40	38	6,5	6,0	5,5	293—331
КП80 Б		9	8	7	38	35	33	5,0	4,5	4,0	

Примечания.

1. В графе «Категория прочности» двузначное число после КП означает величину предела текучести.

2. Каждая категория по уровню пластических свойств разделяется на два вида: А — с повышенными пластическими свойствами, Б — с нормальными пластическими свойствами.

3. Значения механических свойств относятся к продольному цилиндрическому пятикратному образцу диаметром 10 *мм* и нормальному ударному образцу (по ГОСТ 9454—60).

128. Механические свойства отливок из углеродистой стали (по ГОСТ 977—65)

Марка стали	Предел текучести $\sigma_т$, $кГ/мм^2$	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость $a_н$, $кГм/см^2$
	не менее				
15Л	20	40	24	35	5
20Л	22	42	23	35	5
25Л	24	45	19	30	4
30Л	26	48	17	30	3,5
35Л	28	50	15	25	3,5
40Л	30	53	14	25	3
45Л	32	55	12	20	3
50Л	34	58	11	20	2,5
55Л	35	50	10	18	2,5

Цветные металлы и сплавы

Медь и сплавы меди

Основные физические свойства меди

Температура плавления, °С	1083
Теплопроводность при 20° С, *кал/см·сек* °С	0,923
Коэффициент линейного расширения (0—100° С)	$16,5—10^{-6}$
Удельное электросопротивление при 20° С, *ом·мм²/м*	0,01784
Удельная электропроводность при 20° С, *м/ом·мм²*	56,05

На свойства и обрабатываемость меди оказывает влияние ряд примесей, а именно: сурьма — уменьшает пластичность, поэтому допускается как примесь при горячей прокатке не более 0,5%; при холодной прокатке и волочении не более 0,05%; висмут вызывает красноломкость и хладноломкость, допускается как примесь $\leqslant$0,005%; сера — то же самое, свинец — не более 1%.

129. Техническая медь и ее назначение

Марка	Содержание меди %, не менее	Область применения
М0	99,95	Проводники тока и сплавы высокой чистоты

Продолжение табл. 129

Марка	Содержание меди, %, не менее	Область применения
М1	99,9	Проводники тока, прокат и высококачественные сплавы
М2	99,7	Высококачественные полуфабрикаты и сплавы на медной основе
М3	99,5	Прокатываемые сплавы на медной основе обыкновенного качества и литейные сплавы
М4	99	Литейные бронзы и различные неответственные сплавы

Латуни представляют собой сплавы меди и цинка; в эти сплавы, кроме указанных компонентов, вводят и другие, но в меньшем количестве, чем цинк. Латунь в маркировках обозначается буквой Л. В сложных сплавах за буквой Л ставят заглавные буквы названий элементов в порядке их убывающей последовательности. Цифры показывают процентное содержание элементов в сплаве.

130. Механические свойства и область применения литейных латуней

Марка	Состояние*	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ, кГ/мм²*	Область применения
ЛА 67-2,5	К	40	15	90	Коррозионностойкие детали в морском судостроении и общем машиностроении
	З	30	12	—	
ЛАЖМц 66-6-3-2	К	65	7	160	Гайки нажимных винтов, работающие в тяжелых условиях, массивные червячные винты
	З	60	7	—	
	Ц	70	7	160	
ЛАЖ 60-1-1Л	К	42	18	90	Арматура, втулки, подшипники
ЛК 80-3Л	К	30	15	110	Литая арматура, зубчатые колеса, детали для судов, арматура, подвергающаяся действию морской воды
	З	25	10	100	

Продолжение табл. 130

Марка	Состояние*	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Область применения
ЛКС 80-3-3	К	30	15	100	Литые подшипники, втулки
ЛМцС 58-2-2	К	35	8	80	Подшипники, втулки и другие антифрикционные детали
	З	25	10	70	
ЛМцОС 58-2-2	К	30	4	100	Зубчатые колеса
	З	30	6	90	
ЛМцЖ 55-3-1	К	50	10	100	Несложные по конфигурации детали ответственного назначения, арматура для морского судостроения, работающая при температуре до 300° С; гребные винты и их лопасти
	З	45	15	90	
ЛМцЖ 52-4-1	З	50	15	100	Авиадетали, несущие силовую нагрузку; ответственные подшипники и арматура
ЛС 59-1Л	Ц	20	20	80	Втулки для шарикоподшипников

* К — литье в кокиль; З — литье в землю; Ц — центробежное литье.

131. Механические свойства и область применения медно-цинковых сплавов — латуней (двойных), обрабатываемых давлением

Марка сплава	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Способ обработки	Область применения
Л96	24* 40**	52* 2**	40***	Волочение	Радиаторные трубки

Продолжение табл. 131

Марка сплава	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Способ обработки	Область применения
Л90	26*	44*	53*	Горячий и холодный прокат	Листы и ленты для плакирования
Л85	26*	43*	54*	Волочение, горячий и холодный прокат, прессование	Трубы гофрированные
Л80	31*	52*	53*	Горячий и холодный прокат, волочение	Листы, ленты и проволока
Л70	33*	55*	—	Горячий и холодный прокат, прессование, волочение, глубокая штамповка	Полосы, ленты специального назначения
Л68	33*	56*	150**	Горячий и холодный прокат, волочение	Полосы, ленты, листы, трубы и проволока
Л62	36*	49*	56*	То же и прессование	Полосы, ленты, листы, трубы прутки и проволока

* Обработанная мягкая (отожженная).
** Обработанная твердая.
*** Литье в кокиль.

Сплавы меди и олова, а также сплавы меди с другими элементами (алюминием, кремнием, марганцем, бериллием и свинцом) называются **бронзами**. Бронзы обозначаются буквами Бр., за которыми следуют начальные буквы составных элементов сплава, а за буквами цифры, определяющие среднее содержание в сплаве элементов.

132. Основные свойства вторичных литейных оловянистых бронз

Марка сплава	Состояние	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Коэффициент трения	Износ *кГ/см²*
Бр.ОЦС3-7-5-1	З	18	8	—	—
	К	21	5	—	—
Бр.ОЦС3-12-5	З	18	8	—	—
	К	20	5	—	—
Бр.ОЦС5-5-5	З	15	6	0,013	0,06
	К	18	4	1,16	403
Бр.ОЦС6-6-3	З	15	6	0,009	0,041
		18	4	0,16	367
Бр.ОЦС4-4-17	З	15	5	0,01	0,016
	К	—	—	0,16	155
Бр.ОЦС3,5-6-5	З	15	6	—	—
	К	18	4	—	—

Примечания.

1. Механические свойства приведены для образцов диаметром 10 *мм* и расчетной длиной 50 *мм*.
2. Твердость для сплавов всех марок, указанных в таблице, *НВ*— 50 *кГ/мм²*.
3. В графе «Состояние»: З — литье в землю; К — литье в кокиль.
4. Показатели антифрикционных свойств, указанные над чертой, относятся к работе со смазкой, под чертой — без смазки.

133. Основные свойства и область применения оловянистых

Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Коэффиц
				со смазкой
Бр.ОФ6,5-0,4	30**	38	75—90*	0,1
Бр.ОФ4-0,25	34**	52	170***	—
Бр.ОЦ4-3	55***	10*** и 36**	60—70*	—
Бр.ОЦС4-4-2,5	31**	46**	62**	0,016
Бр.ОЦС4-4-4	30**	35**	62**	—

* Литая.
** Обработанная мягкая.
*** Обработанная твердая.

134. **Механические свойства и виды заготовок из безоловянистых**

Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*		Относительное удлинение δ, %		Твердость бронз по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	
	мягкой	твердой	мягкой	твердой	мягкой	твердой
Бр.А5	38	75	65	5	60	200
Бр.А7	47	98	70	3	70	—
Бр.АМц9-2	45	60—80	20—40	4—5	120	160—180
Бр.АЖ9-4	—	50—70	40	5	110	160—200
Бр.АХМц10-3-1,5	40—50	60—70	20—30	9—12	125—140	160—200
Бр.АЖН10-4-4	—	77	35—24	9—15	140	180—220
Бр.Мц5	30	50—60	40	2	80	160
Бр.КМц3-1	35—40	65—75	50—60	1—5	80	180
Бр.КН1-3	—	60	—	8	—	150—200
Бр.Б2	50	87*	46	2—4*	81	315*
БР.Б2,5	48	135*	52	0,8*	98	390*
Бр.КД1	28	50—60	38	1,6	60	95—115
Бр.Х0,5	23	48*	30	11*	50—70	130—150

* В термообработанном состоянии.

Примечания.
1. Мягкая бронза отожжена при 650° С.
2. Твердая бронза деформирована на 50%.

135. Механические свойства литых безоловя

Марка сплава	Состояние	Предел проч растяжении с
Бр.АЖС7-1,5-1,5	Литая в землю	30
Бр.АЖН11-6-6	Литая в землю и металлическую форму	60
Бр.АЖ9-4Л	Литая в землю	40
—	Литая в металлическую форму . .	50
Бр.АЖН10-4-4Л	То же	60
Бр.АМц9-2Л	»	40
Бр.МцНКС5-2-2-20	»	25—
Бр.СуН7-2	Литая в землю	18
	Литая в металлическую форму . .	18
Бр.АМц10-2	Литая в землю и металлическую форму	50
Бр.АЖМц10-3-1,5	Литая в металлическую форму . .	50
Бр С30	То же	6
Бр.СН60-2,5	»	3

Баббитами называются подшипниковые сплавы на основе легкоплавких цветных металлов. Структура этих сплавов состоит из двух частей: твердой составляющей, воспринимающей давление и работу трения, и мягкой, эластичной основы, в которой равномерно распределена твердая составляющая сплава. Наилучшим антифрикционными свойствами обладает оловянистый баббит, затем следует баббит свинцовистый. Наиболее простейшим по составу и наименее качественным является баббит
с 17% сурьмы

Припоя
используемые
щихся в тве
Припои быва
плавляются пр
ли они распла

136. Механические свойства бабби

Марка баббита	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Коэффициент трения		Износ при испы ния, *мГ/см²·к*	
				со смазкой	без смазки	со смазкой	без смаз
Б83	9	6,0	30	0,005	0,28	0,1	12
Б16	7,8	0,2	30	0,006	0,25	0,22	15

Марка баббита	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю HB, $кГ/мм^2$	Коэффициент трения		Износ при испыта $мГ/см^2 \cdot км$	
				со смазкой	без смазки	со смазкой	без смаз
БН	7	1,0	29	0,006	0,27	0,15	15
БТ	8	2,0	25	0,009	—	—	—
Б6	6,8	0,2	32	0,005	—	0,23	—
БС	10	2,5	32	0,004	0,44	0,16	36

137. Механические свойства и область применения припоев

Марка припоя	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю HB, $кГ/мм^2$	Температура плавления, °С	Область применения
			Оловянно-свинцовистые		
ПОС 90	4,3	25	13	183—222	Пайка медицинской аппаратуры и посуды для варки пищи
ПОС 50	3,6	32	15,6	183—209	Пайка авиационных радиаторов
ПОС 40	3,2	63	12,6	183—235	Пайка латуни, медных проводов, стали
ПОС 30	3,3	58	10,1	183—256	Пайка латуни, меди, стали радиоаппаратуры
ПОС 25	2,8	52	10,5	183—265	Лужение автоклавов для стерилизации медицинских инструментов
ПОС 18	2,8	67	10,5	183—277	Пайка свинца, стали, латуни
ПОС 4—6	5,9	23,7	14,2	245—265	Пайка латуни, стали, меди, свинца
			Медно-цинковые		
ПМЦ 36	Хрупкий	—	—	800—825	Пайка латуни, а также тонкая пайка по бронзе
ПМЦ 48	21	3	130	860—870	Пайка медных сплавов, содержащих свыше 68% меди
ПМЦ 54	26	4	90	870—880	Пайка меди, томпака, бронзы, стали

138. Состав, механические свойства и области примене

Марка припоя	Состав припоев, %				Температура плавления, °С	Предел прочности $\sigma_{вр}$, кГ/мм²	Г
	Cu	Al	Zn	Pb			
ПСр10	50±1	10±3	Остальное	0,5	815—850	—	сп
ПСр12	36±1	12±3	»	0,5	750—800	18,5	ж
ПСр25	40±1	25±0,3	»	0,5	745—775	28	сп
ПСр45	30±0,5	45±3	»	0,3	600—725	30	не ст
ПСр65	20±0,5	65±0,5	»	0,3	685—720	30—35	
ПСр70	26±0,5	70±0,5	»	0,3	760—755	30—35	се

139. Припои на алюминиевой основе

Марка припоя	Состав припоев, %						Температура, °С		Область применения
	Al	Si	Cu	Zn	Mg	Zn	плавления	пайки	
34А	67,5—64,5	5,5—6,5	27—29	—	—	—	525—535	540	Для пайки сплавов на алюминиевой основе, предназначенных для работы в атмосфере и в воде
В62	52,2	3,5	20	24	0,3	—	470	495—505	
ПА1	80—76	7—9	13—15	—	—	—	525—540	540	
ПА2	72,5—71	7,5—8	20—21	—	—	—	525—537	537	

Никель и сплавы никеля

Основные физические свойства никеля

Плотность при 20° С, *г/см*³	8,9
Температура плавления (99,94% Ni), °С . .	1455
Температура кипения, °С	3377
Теплопроводность (99,94% Ni) при 0—100° С, *кал/см·сек*°С	0,14
Удельная электропроводность при 20° С, *м/ом·мм*²	10,5—11,5
Удельное электросопротивление, *ом·мм*²/*м*	0,092

Никелевые сплавы обладают жаростойкостью, жароупорностью, большой термоэлектродвижущей силой и высоким электросопротивлением при весьма малом температурном коэффициенте электросопротивления, высокой коррозионной стойкостью, прочностью и пластичностью при комнатной и повышенных температурах.

Цинк и сплавы цинка

Основные физические свойства цинка

Теплопроводность при 0° С, *кал/см·сек*°С .	0,30
Коэффициент линейного расширения (20—100° С)	$3{,}95 \cdot 10^{-5}$
Удельное электросопротивление, *ом·мм*²/*м* .	0,062

Во влажном воздухе цинк окисляется только с поверхности, поэтому он применяется для покрытия легко окисляющихся металлов.

140. Основные механические свойства и область применения ни

Марка сплава	Предел прочности при растяжении сплавов $\sigma_{вр}$, кГ/мм²		Относительное удлинение сплавов δ, %		Твердость сплавов по Бринеллю *НВ*, кГ/мм²		
	мягкого	твердого	мягкого	твердого	мягкого	твердого	
НТ	42	73	40	3	90	190	Л волок ки
НК 0,2	42	73	40	3	90	190	Л
НМц 2,5	35	82	40	2	140*	—	П
НМц 5	55—60*	—	40*	—	145*	—	

Марка сплава	Предел прочности при растяжении сплавов $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*		Относительное удлинение сплавов δ, %		Твердость сплавов по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*		
	мягкого	твердого	мягкого	твердого	мягкого	твердого	
НМЖМц 28-2,5-1,5	45	80	32	2	130	210	Ле лосы лока
МНЖМц 30-0,8-1	35	60	38	4	70	190	Тр
МН19	34	55	35	4	70	120	Ле воло
МНЦ 15-20	40	65	44	2,5	70	160	Тс
МНЦС 63-18-17-2	40	65	40	2,0	—	—	Пс

* Материал горячекатаный.

141. Основные механические свойства и область применения цинковых сплавов

Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*	Область применения
ЦАМ10-5	28—30	0,5—1,5	95—100	Подшипниковые сплавы
ЦАМ9-1,5	28—32	0,7—1,5	90—105	
ЦАМ4-0,5	20—25	0,6—1,2	80—100	
ЦАМ5-10	—	—	117	
ЦАМ0,2	30—36	25—40	80—90	Для прессования, прокатки и глубокой вытяжки
ЦАМ4-3	29—35	2—7	90—110	Для литья под давлением
ЦАМ4-0,08	27	3,5	70	
ЦАМ4-1	30	5	89	
ЦАМ4-2,7	37	7,5	90	
ЦАМ4-1	36—40	8—10	85—95	Для прессования
ЦАМ20-2	40—42	6—14	100—120	
ЦА15	44—48	5—8	105—115	
ЦМ1	>20	>25	>50	

Свинец и сплавы свинца

Основные физические свойства свинца

Плотность, *г/см³*	11,34
Температура плавления, °С	327,3
Теплопроводность при 0°С, *кал/см·сек*°С	0,093
Коэффициент линейного расширения (20—100° С)	$29{,}5 \cdot 10^{-6}$
Удельное электросопротивление при 20° С, *ом·мм/м²*	0,206
Модуль нормальной упругости, *кГ/мм²*	1500—1900

Свинец хорошо растворяется только в азотной кислоте. Серная и соляная кислоты действуют на свинец с поверхности, образуя тонкие пленки солей, предохраняющие его от дальнейшего изменения. На воздухе (влажном) свинец быстро тускнеет, покрываясь тонким слоем своей окиси и отчасти основной углекислой соли.

142. Марки и содержание свинца, %

Марка	Свинец	Примеси
С0	99,992	0,008
С1	99,985	0,015
С2	99,95	0,05
С3	99,9	0,1
С3Су	(Ост.)	0,09
С4	99,6	0,9

Алюминий и сплавы алюминия

Основные физические свойства алюминия:

Плотность (99,97% Al) при 20° С, *г/см*³ . .	2,6996
Температура плавления (99,6% Al), °С . .	658,7
Удельная теплоемкость в твердом состоянии при 20° С, *кал/Г°С*	0,214
Теплопроводность при 20° С, *кал/см·сек °С*	0,5
Коэффициент линейного расширения (20—100° С)	$23{,}8 \cdot 10^{-6}$
Удельное электросопротивление (99,5% Al) при 20° С, *ом·мм²/м*	0,028—0,03
Удельная электропроводность при 0°. *м/ом·мм²*	33—36

На поверхности алюминия образуется защитная пленка из стойкого окисла, делающая его малоактивным при обычной температуре. Окисная пленка сохраняет свои защитные свойства и при высоких температурах в процессе плавления.

Плотная пассивирующая пленка Al_2O_3 защищает алюминий от коррозии на воздухе и в некоторых других средах.

Алюминий широко применяется для производства различных полуфабрикатов, обрабатываемых давлением. Для фасонного литья из-за низких литейных и механических свойств он не используется.

143. Механические свойства литейных алюминиевых сплавов

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*
			не менее		
АЛ1	З; К	Т-5	20	0,5	95
АЛ2	ЗМ; КМ	—	15	2	50
	К	—	16	4	50
	Д	—	16	1	50

Продолжение табл. 143

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*
			не менее		
АЛ3, АЛ3-1	К	—	16	0,5	65
	З	—	12	—	65
	З; К	Т1	17	1	70
	З; К	Т2	12	—	65
	З	Т5	21	—	75
	К	Т5	24	0,5	75
	З; К	Т7	20	1	70
	З; К	Т8	18	2	65
	Д	—	16	1	50
АЛ3В	З	—	12	—	65
	К	—	16	0,5	65
	З	Т5	21	—	75
	К	Т5	24	0,5	75
	З	Т8	15	1	65
	К	Т8	18	2	65
АЛ3В*	З	—	13	0,5	65
	К	—	16	1,0	65
АЛ4	З; К	—	15	2	50
	К	Т1	20	1,5	70
	ЗМ	Т6	23	3	70
	К	Т6	24	3	70
АЛ4В	З; К	—	16	0,3	70
	З	Т6	24	0,4	80
	К	Т6	25	0,4	90
АЛ5	З; К	Т1	16	—	65
	З	Т5	20	—	70
	З; К	Т7	18	1	65
АЛ6	З; К	Т2	15	1	45
	Д	—	15	1	45
АЛ7	З	Т4	20	6	60
	К	Т4	21	6	60
	З	Т5	22	3	70
	К	Т5	23	3	70

Продолжение табл. 143

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ*, *кГ/мм²*
			не менее		
АЛ7В	З	—	13	0,5	55
	К	—	16	1	55
	З	Т5	22	1	70
	К	Т5	25	2	70
АЛ8	З	Т4	28	9	60
АЛ9	З; К	—	16	2	50
	З; К; Д	Т2	15	2	50
	Д	—	17	1	50
	З	Т4	18	4	50
	К	Т4	19	4	50
	З	Т5	20	2	60
	К	Т5	21	2	60
АЛ9В	З	—	13	0,5	60
	К	—	16	0,5	60
	З	Т5	20	0,5	75
	К	Т5	22	0,5	75
АЛ10В	З	—	12	—	80
	К	—	16	—	80
	З	Т6	13	—	80
	К	Т6	20	—	100
	К	Т1	17	—	90
АЛ11	З	—	20	2	80
	К	—	25	1,5	90
	Д	—	18	1	60
АЛ12	З; К	Т6	17	—	100
АЛ13	З; К	—	15	1	55
	Д	—	17	0,5	55
АЛ14В	З	—	13	0,5	70
	К	—	17	0,5	70
	З	Т5	20	0,5	70
	К	Т5	24	0,5	85

Продолжение табл. 143

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю *НВ кГ/мм²*
			не менее		
АЛ15В	З	—	15	—	70
	К	—	18	0,5	70
	З	Т5	20	—	80
	К	Т5	22	0,5	85
АЛ16В	З	—	16	—	65
	К	—	17	0,5	65
	З	Т5	20	—	70
	К	Т5	22	0,5	70
АЛ17В	З	—	17	—	65
	К	—	18	0,5	65
	З	Т5	20	—	75
	К	Т5	22	0,5	75
АЛ18В	К	—	18	—	80
АЛ19	З	Т4	30	8,0	80
	З	Т5	34	3,0	100
АЛ20	З; К	Т2	16	0,8	65
	З; К	Т7	21	0,8	65
АЛ21	З	Т2	18	0,8	65
	З	Т7	21	0,8	75
АЛ22	З; К	—	18	1,0	90
	З; К	Т4	23	1,5	90
	Д	—	20	1,0	90

Примечания.

1. В графе «Способ литья» буквы обозначают: З — литье в землю; К — литье в кокиль; М — способ литья с модифицированием; Д — литье под давлением.

2. Условные обозначения видов термической обработки: Т1 — старение; Т2 — отжиг; Т4 — закалка; Т5 — закалка и частичное старение; Т7 — закалка и стабилизирующий отпуск; Т8 — закалка и смягчающий отпуск.

* Указанные механические свойства относятся к сплаву с содержанием магния 0,25—0,5%, а марганца 0,2—0,6%.

144. Механические свойства деформируемых алюминиевых сплавов

Марка сплава	Состояние сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Предел текучести $\sigma_т$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Твердость по Бринеллю HB, $кГ/мм^2$
АД; АД1	Н	14	10	6	60	32
	М	8	3	35	80	25
АМц	Н	22	18	5	50	55
	М	13	5	23	70	30
АМг	ПН	25	21	6	—	60
	М	19	10	23	64	45
АМг5п	М	27	15	23	—	70
	Т	42	24	15	30	113
	М	21	11	18	—	45
Д6	Т	46	30	15	—	—
	М	22	11	15	48	—
Д16 (листы)	Т	42	28	18	30	105
	М	18	10	18	—	42
Д3П	Т	34	21	20	40	80
	М	17	8	20	—	—
Д18П	Т	30	17	24	50	70
	М	16	6	24	—	38
АВ	Т	33	28	16	20	95
	М	12	—	30	65	30
АК2	Т	42	26	13	—	105
АК4	Т	44	27	10	—	120
АК4-1	Т	42	—	12	—	120
АК6	Т	42	30	13	—	105
АК8	Т	49	38	12	25	135
В95	Т	55	46	10	—	150
	М	22	—	15	—	—
В65*	Т	40	—	20	—	—
ВД17*	Т	49	30	20	—	115
Д20*	Т	40	25	13	—	110

Примечание. В графе «Состояние сплава» приведены следующие буквенные обозначения: Н — нагартованный; М — отожженный; ПН — полунагартованный; Т — закаленный и подвергнутый естественному старению.

* Прессованные полуфабрикаты.

145. Область применения деформируемых алюминиевых сплавов

Марка сплава	Область применения
АД; АД1	Элементы конструкций, несущие нагрузку и требующие применения материала с высокими пластическими свойствами, хорошей свариваемостью и высокой тепло- и электропроводностью
АМп; АМг	Сварные детали, трубопроводы, проволока для заклепок, емкости
АМг5п	Заклепки для клепки конструкций из магниевых сплавов
Д1	Детали и элементы конструкций средней прочности, заклепки
Д6; Д16	Несущие детали конструкций, за исключением поковок и штамповок
Д3П	Проволока и заклепки
Д18П	Заклепки
АВ	Детали с высокой пластичностью в холодном и горячем состоянии, несущие умеренные нагрузки
АК2; АК4; АК4-1	Поршни двигателей внутреннего сгорания
АК6	Штампованные и кованые детали сложной формы и средней прочности
АК8	Высоконагруженные штампованные детали
В95	Силовые элементы конструкций и высоконагруженные детали
В65	Заклепки для конструкций из алюминиевых сплавов
ВД17; Д20	Лопатки осевых компрессоров и другие детали, работающие при повышенных температурах

Магний и сплавы магния

Основные физические свойства магния

Плотность (99,99% Mg) при 20° С, *г/см*³	1,738
Температура плавления (99,99% Mg), °С	650
Удельная теплоемкость при 25° С, *кал/г*°С	0,25
Теплопроводность при 20° С, *кал/см·сек*°С	0,37
Коэффициент линейного расширения (0—100° С)	$25{,}5 \cdot 10^{-6}$
Удельное электросопротивление при 18° С, *ом·мм²/м*	0,047
Удельная электропроводность при 0°, *м/ом·мм²*	23,0

Химический состав магния характеризуется содержанием примесей:

Железо	Кремний	Никель	Медь	Алюминий	Хлор	Всего
0,04	0,01	0,001	0,01	0,02	0,005	0,08
0,05	0,03	0,002	0,02	0,05	0,005	0,15

остальное — магний.

Присутствие в сплаве примесей: натрия — вызывает горячеломкость; калия — понижает механическую прочность; алюминий увеличивает твердость; марганец — механические свойства и коррозионную стойкость; кадмий — вязкость; кремний — устойчивость при повышенных температурах.

146. Механические свойства литейных магниевых сплавов

Марка сплава*	Состояние	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, кГ/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю HB, кГ/мм²
МЛ2	Литье в землю	9	3	30
МЛ3	То же	16	6	40
МЛ4	»	16	3	50
МЛ4-Т4	То же, после закалки	21	4	50
МЛ4-Т6	То же, закалка и старение	22	2	60
МЛ5	Литье в землю или в кокиль	15	2	50
МЛ5-Т4	То же, закалка	21	4	50
МЛ5-Т6	То же, закалка и старение	22	2	65
МЛ6	Литье в землю	15	1	50
МЛ6-Т4	Литье в землю и закалка	21	3	60
МЛ6-Т6	То же, закалка и старение	21	1	65

*Т4 — отжиг; Т6 — отжиг и старение.

147. Механические свойства деформируемых магниевых сплавов

Марка сплава	Вид полуфабриката	Предел прочности при растяжении $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю HB, $кГ/мм^2$
МА1	Листы 0,6—3 *мм**	19	5	—
	То же, 3—10 *мм*	17	3	—
	Прутки**	18	2	40
	Поковки и штамповки	18	2	40
МА2	Прутки**	24	5	45
	Поковки и штамповки**	24	5	45
МА3	Прутки**	26	8	50
	Поковки и штамповки**	26	8	50
МА5	Прутки***	27	6	55
	Поковки и штамповки	27	6	55
МА8	Листы 0,6—33 *мм*	24	15	—
	То же, 3,1—10 *мм*	23	15	—

* Отожженные.
** Прессованные.
*** Прессованные и закаленные.

Титан и сплавы титана

Титан обладает высокой коррозионной стойкостью, что в сочетании с низкой плотностью и высокими механическими свойствами дает возможность широко применять его в сплавах, используемых для изготовления броневых листов, ответственных деталей в ракетостроении и др. Кроме того, титан используют в составе раскислителей при выплавке различных сталей для придания им специальных свойств, для модификации чугунов, в литейных сплавах на алюминиевых и магниевых основах, для изготовления твердых сплавов и др.

Основные физические свойства

Плотность, $кГ/м^3$ 4510

Температура плавления, °С 1725

Предел прочности $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$ . . . . . 55—75

В настоящее время промышленность выпускает титан следующих марок: ТГ0 (99,65% Ti и 0,35% примесей), ТГ1 (99,21% Ti) и ТГ2 (99,18% Ti).

Вредными примесями титана, снижающими его пластические свойства, являются кислород, азот и углерод; с углеродом титан образует очень твердые карбиды. Титан удовлетворительно куется, прокатывается и прессуется. Сварка (дуговая) титана производится в атмосфере защитных газов.

Титан образует с рядом металлов сплавы, которые обладают более высокими механическими свойствами по сравнению с чистым титаном и стойкостью против коррозии.

Наибольшие значения в технике имеют сплавы титана с хромом, алюминием, ванадием и др.

Состав некоторых промышленных титановых сплавов, механические свойства которых при различных температурах характеризуются данными, приведенными в табл. 148 следующий: ВТ3 (4—6,2% Al, 2—3% Cr), ВТ4 (3,5—5% Al; 0,8—2% Mn); ВТ8 (5,8—6,8% Al, 2,8—3,8% Mo); ВТ15 (5% Al, 1,4% Cr, 1,4% Mo, 1,3% Fe).

148. Механические свойства некоторых титановых сплавов при повышенных температурах

Состав сплава	Температура испытания, °С	Предел прочности $\sigma_в$, *кГ/мм²*	Предел текучести $\sigma_т$, *кГ/мм²*	Относительное удлинение δ_5, %	Модуль нормальной упругости $E \cdot 10^4$, *кГ/мм²*	Напряжение, *кГ/мм²*, вызывающее деформацию 1% за 1500 ч
Ti+8% Mn	20	91,4	84,3	20	1,1	65,4
	100	84,3	30,0	19	0,9	60,2
	200	75,0	55,2	17	0,85	55,2
	315	66,7	48,1	13	0,8	44,3
	425	56,2	36,8	25	0,77	8,5
Ti+4% Al+4% Mn	20	105,4	95,5	17	1,15	68,7
	100	92,6	84,3	16	1,1	—
	200	84,3	75,4	15	1,05	—
	315	77,3	65,4	15	0,95	—
	425	66,7	55,2	20	0,85	14,0
Ti+2% Fe+2% Cr+ +2% Mo	20	104,5	90,6	22	—	—
	100	90,8	76,4	23	—	—
	200	80,4	62,7	22	—	—
	315	70,3	51,2	19	—	—
	425	56,2	35,2	29	—	—
Ti+5% Al+1,4% Cr+ +1,3% Fe+1,3% Mo	20	105,4	95,4	10	—	—
	100	98,4	90,2	20	—	—
	200	92,6	83,1	20	—	—
	315	—	—	—	—	—
	425	74,3	65,4	18	—	—
Ti+3% Al+5% Cr	20	105,4	98,4	12	1,35	—
	100	101,2	95,4	18	—	—
	200	95,4	75,3	20	—	—
	315	80,2	52,7	20	0,9	—
	425	77,3	52,7	22	0,95	—
Ti+5% Al+2,5% Sn	20	87,4	84,3	18	—	65,1
	100	75,3	66,7	19	—	56,2
	200	56,2	49,2	17	—	45,7
	315	49,2	38,6	17	—	35,8

Древесина

149. Основные физико-механические свойства древеси

(средние показатели)

Порода	Объемный вес, $Г/см^3$	Предел прочности, к			
		при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе	при растяжении вдоль волокон	
Береза обыкновенная . . .	0,64	447	997	—	
Бук кавказский	0,65	461	938	1291	
Дуб	0,72	520	935	1288	
Ель обыкновенная (север СССР)	0,46	423	774	1223	
То же (центр, район) . . .	0,46	385	722	1076	
Липа мелколистная	0,51	390	680	1158	
Лиственница сибирская . .	0,66	615	978	1205	
Пихта кавказская	0,44	391	722	1118	
Сосна обыкновенная (север СССР)	0,54	466	877	—	
Сосна обыкновенная (центр. район СССР)	0,53	439	793	1150	
Ясень европейский	0,66	450	979	1444	

Фанера клееная

Клееная фанера состоит из трех и более слоев лущеного шпона, склеенных между собой при взаимно перпендикулярном расположении волокон.

В зависимости от водостойкости фанера выпускается следующих марок: ФСФ (повышенная водостойкость); ФК и ФБА (средняя водостойкость); ФБ (ограниченная водостойкость).

Размер фанеры, *мм*:

длина×ширина — 1830×1220; 1525×1525; 1525×1220; 1525×725; 1220×725;

толщина — 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10; 12.

150. Предел прочности при скалывании по клеевому слою, *кГ/см²* (не менее)

Наименование фанеры	Марка фанеры				
	ФСФ	ФК	ФБА		ФБ
	после часа кипячения в воде	после 24-часового вымачивания в воде	в сухом виде	после часа кипячения в воде	в сухом виде
Березовая	12	12	12	5	12
Ольховая, буковая, липовая, ясеневая, дубовая, пихтовая, сосновая, еловая, кедровая	10	10	10	4	10
Осиновая	—	—	6	3	6

Пластмассы

Пластмассами называются синтетические (искусственно полученные) вещества органического происхождения, обладающие пластическими свойствами, используемыми при переработке их в изделия.

Главной составляющей частью пластмассы, определяющей ее свойства и характер, является в большинстве случаев органическое вещество с очень большим молекулярным весом — полимер (или, как часто называют, смола).

Пластмасса может состоять полностью из полимера (таковы, например, полиэтилены, полистиролы, полиамидные смолы и т. д.) и в этом случае понятия пластмассы и полимера совпадают.

Большинство пластмасс содержит только 20—60% полимерного связующего (например, фенопласты, аминопласты, древесные пластики, некоторые эпоксидные композиции и др.), а остальная часть их состоит из наполнителей, пластификаторов (мягчителей) и других добавок.

Наполнители, как-то: древесная мука, древесная стружка, древесный шпон, стеклянное волокно, хлопчатобумажные ткани, бумага, асбест и другие — придают изделиям из пластмасс механическую прочность, твердость, теплостойкость, огнестойкость и другие свойства.

Пластификаторы облегчают переработку пластмасс и придают им свойства морозостойкости, эластичности и др.

Во многих случаях в состав пластмасс вводят стабилизаторы, которые предохраняют их от разложения в процессе переработки и под действием тепла или света при эксплуатации, а также красители и другие добавки декоративного назначения.

В зависимости от характера полимера (смолы) различают два вида пластмасс: термопластические и термореактивные.

Термопластические пластмассы под действием тепла и давления не претерпевают коренных химических изменений и отлитое или опрессованное изделие из этого вида пластмассы при необходимости может быть вновь размягчено и вновь подвергнуться литью или прессованию с приданием той же или другой формы.

Термореактивные пластмассы под действием тепла и давления подвергаются изменениям, и изделия, отлитые или опрессованные из таких материалов, не могут быть вновь размягчены и переработаны в другие.

К термопластическим материалам относятся: полиэтилен, полистирол, полиэфир, полиамид, ацетил, ацетобутиратцеллюлоза, полипропилен, поликарбонаты и др. Они обладают высокой механической прочностью, способностью выдерживать температуру до 160° С.

К термореактивным материалам относятся фенопласты и аминопласты. Эти материалы, обладая высокой твердостью, жесткостью и теплостойкостью, не всегда прочны и поэтому их меньше используют для изготовления прессованных изделий и чаще применяют в качестве клеев и пропиточных материалов.

Основными физико-химическими свойствами этих материалов являются:

1) небольшой удельный вес (самые легкие пластмассы почти в 800 раз легче стали) и возможность его изменения в широких пределах путем наполнения пластмасс газами, минеральными и другими наполнителями;

2) высокая механическая прочность, превышающая в ряде случаев прочность дерева, стекла, керамики и металлов;

3) высокие термо-, звуко- и электроизоляционные показатели;

4) высокая химическая стойкость, устойчивость (по отношению к морской воде и растворителям), стойкость к биохимическому воздействию в условиях тропического климата. Устойчивость (отдельных видов) к радиационным излучениям;

5) высокие оптические свойства, бесцветность и прозрачность органических стекол;

6) хорошие фрикционные и антифрикционные свойства;

7) ионообменные (способность поглощать из воды и растворов ионы и химические вещества) свойства специальных видов смол;

8) высокие клеящие свойства;

9) уплотнительные и герметизирующие свойства;

10) способность поглощать и гасить вибрации;

11) способность образовывать чрезвычайно тонкие и сверхпрочные пленки и синтетические волокна.

Ряд полимеров обладает устойчивостью и гибкостью при низких температурах (до —200° С), способностью выдерживать действие электрической дуги, пористостью и монолитностью, способностью пропускать световые, звуковые или радиоволны, водоотталкивающими свойствами.

В табл. 151 и 152 приводятся свойства пластмасс и указывается область их применения.

151. Основные данные некоторых

Виды пластмасс	Наименование материала и марка	Плотность, $г/см^3$	Предел прочности, при растяжении	Предел прочности, при изгибе
Полиолефины	Полиэтилен НП (высокого давления)	0,92—0,93	120—160	120—170
	Полиэтилен ВП (низкого давления)	0,94—0,96	200—450	200—380
	Полипропилен	0,90—0,92	250	560
Поливинилхлориды	Винипласт	1,38—1,43	500—550	900—1000
	Поливинилхлорацетат	1,34—1,37	600—1000	800—1000
	Пенопласт	0,07—0,1	18—24	—
Фторопласты	Фторлон-3	2,09—2,16	950—400	600—800
	Фторлон-4	2,19	225	110—140
Полиакрилаты	Полиметилметакрилат	1,2—1,6	420	910
	Материал МС	1,14	—	950
	Материал МСН	1,1	—	1000
	Стекло органическое товарное	1,18	500	800
	Стекло органическое авиационное	1,18	650	990
Полистиролы	Полистирол блочный	1,05—1,1	350	950—1000
	Сополимер СНП	1,03—1,1	400	850
	Пластик СНП	1,14	400	950
	Полистирол САМ	1,07—1,2	265	1100—1200
	Пресс-материалы 89—342	1,1—1,3	800—400	450—750
	Пенопласт ПСБ	0,02—0,07	1,8—4	1,3—13

видов пластических масс

$кг/см^2$ при сжатии	Относительные удлинения, %	Усадка, %	Твердость по *НВ*, $кГ/мм^2$	Морозостойкость, °С	Водопоглащение, %	ГОСТ или ТУ
125	150—600	2—3	1,4—2,5	от—40 до—70	0,01	МРТУ 6--05—889—65
—	250—900	2—3	4,5—5,8	—70	—	МРТУ 6—05—890—65
600	100—400	—	6—7	—15	0,02	СТУ 36—13—126—65
800	10—50	—	15—16	—10	—	ГОСТ 9639—71
—	—	0,1	10	—	0,05—0,15	—
—	—	1	—	—	0,25	СТУ 9—90—61
500—750	70—200	—	10—13	—195	—	МРТУ 6—05—946—65
120	250—350	—	3—4	—269	—	ГОСТ 10007—72
840	1—15	0,1—0,6	13	—40	0,3—0,5	ТУ 35—ХП—199—61
1000	—	—	—	—50	0,26	ТУ УХП № 240—60
—	—	—	15—18	—40	0,08	МРТУ 6—05—690—65
120	2,5—4	—	12	—	—	ТУ № 26—14
700—850	2,5	—	18—24	—	—	ТУ МХП № 1783—53
1000	—	0,2—0,6	14—15	—40	0,005	ГОСТ 9440—60
850	12	—	12	—30	—	СТУ 30—12514—63
—	12—18	—	12	—	0,1	СТУ 30—14146—63
—	—	1,0	—	—40	0,05	МРТУ—М—828—61
300	—	0,2—0,6	—	—	0,015—0,03	ОПТУ № 579—59
1,3—7	—	—	—	—65	0,05—1,25	МРТУ 6—05—959—66

Виды пластмасс	Наименование материала и марка	Плотность, $г/см^3$	Предел прочности,	
			при растяжении	при изгибе
Пресс-материалы	Пресс-порошки К-15-2	1,4	350	600—700
	Волокнит	1,45—1,95	250—300	800
	Ретинакс	2,41—2,7	270—315	550
	Гетинакс	1,4	800—1000	800—1400
	Текстолит ПТК	1,3—1,4	650—1000	900—1600
	Древеснослонстые пластики ДСП	1,85—1,3	1100—3000	1500—2800
Эпоксидные смолы	Компаунд К-115	1,15	700	900—1300
	Смола ЭДФ	1,24—1,27	—	1000—1500
	Пенопласт ПЭ-1	0,09—0,11	—	14—70
Полиуретаны	Материал ПУ-1	1,21	500—600	700—800
	Поропласт	0,035	1,0	—
	Компаунд К-30	1,0	10—40	—
Стеклопластики	Пресс-материал АГ4	1,7—1,9	800	1200
	Стекловолокнит	1,8	1000—1200	500
	Стеклопластик КС	1,3—1,4	1500—1700	2200—2500
	Капролон СМ	1,61	4000—4300	4500—5000
	Прямикс ПСК-1	1,75—1,85	400	800
	Стеклотекстолит КАСТ	1,85	1000	1200
Термопласты	Полиформальдегид СТА-Б	1,4	700	800
	Поликарбонат	1,2	670—780	1000—1100
	Полиарилат	1,15	800—900	1000—1200

Продолжение табл. 64

кг/см² при сжатии	Относительные удлинения, %	Усадка, %	Твердость по *НВ*, *кГ/мм²*	Морозостойкость, °С	Водопоглощение, %	ГОСТ или ТУ
1500	—	0,6—1	25—30	—60	0,1	ГОСТ 5689—66
800—1200	—	0,1—0 6	25—33	—	0,4—0,5	ГОСТ 5689—66
850—1000	—	0,2—0,6	30	—	0,2—0,5	ГОСТ 10851—64
—	—	—	25	—	0,25—0,7	ГОСТ 2718—66
1000—1500	—	—	25—40	—	0,3—0,7	ГОСТ 5—72
—	—	—	25	—	3—5	ГОСТ 8697—58
1100	—	0,5	10—12	—60	—	СТУ 30—14148—63
1550	—	—	20—35	—	0,39—0,051	СТУ 49—91—60
7—50	—	1,0	—	—	0,3	ВТУ ВНИИСС № 14—62
800—850	50—150	1,0—1,2	10—12	—50	0,1	МРТУ 6—М—881—62
0,06—0,8	150	—	—	—40	—	ТУ 35—ХП—395—62
—	60—84	4,75—7,5	11—14	—	0,13—0,33	ВТУ ВЭИ № 8—56
1300	—	0,15	26—30	—60	0,05	ГОСТ 10087—62
1000—1500	—	—	—	—	0,5	ТУ ОПИ—503—036—53
1200—1250	4—10	0,45	20—22	—	1,3—1,8	ТУ № П—385—64
2800—3000	—	—	30—35	—	0,6	—
900	—	0,65—0,22	15	—	0,5	ТУ ЛЗСП № 31—65
—	—	—	30	—	0,6	ГОСТ 10292—62
1300	15—40	—	25—30	—60	3,5	МРТУ 6—05—1018—66
800—900	50—110	0,6—0,7	15—16	—100	0,3	ТУ № П—7—66
900—1200	—	—	20—25	—	—	ТУ НИИПМ № П—436—65

152. Назначение и области применения пластмасс

Наименование пластмасс	Основные свойства, определяющие назначение пластмасс	Область применения
Прессовочные порошки	Технологичность, универсальность	Панели, щиты, ручки, кнопки, коробки, бачки, маховички, катушки, профильные детали, электроустановочные детали и др.
Прессовочные порошки специального назначения, текстолит, гетинакс, древеснослоистые пластики, пластикат кабельный, полистирол, полиэтилен	Диэлектрические свойства	Детали зажигания установок ТВЧ, электроустановок высокого напряжения, маслостойкие детали. Изоляция кабелей
Волокнит, текстолит, асботекстолит, стеклотекстолит, гетинакс, древеснослоистые пластики, винипласт	Высокие механические свойства	Челноки ткацких станков, ролики, панели, рейки, маховички, зубчатые колеса, шкивы, щиты, конструкции силового и несилового назначения, гибочные штампы, втулки, прокладки, листы, плиты, трубы и др.
КФ-3, КФ-3М, асботекстолит ТТТ	Фрикционные свойства	Тормозные колодки для вагонов, автомобилей и других машин
Текстолит, гетинакс, волокнит, древеснослоистые пластики	Антифрикционные свойства	Цельнопрессованные и намоточные вкладыши подшипников для всевозможных машин, ролики, втулки, катушки и др.
Асфальтопековые массы, фаолит, асбовинил, винипласт, полиэтилен, полиизобутилен, политетрафторэтилен	Химическая стойкость	Детали химической аппаратуры, трубопроводов и запорной арматуры; аккумуляторные баки, защитные слои аппаратов. Облицовка кислотных ван (винипласт)

Продолжение табл. 152

Наименование пластмасс	Основные свойства, определяющие назначение пластмасс	Область применения
Пленки из эфиров, целлюлозы, целлулоид, оргстекло, астролон, полистирол	Прозрачность	Прозрачные шкалы и защитные стекла
Разные пресс-порошки	Специальные свойства	Задержание рентгеновских лучей. Защита против выделения аммиака и др.
Мипора и пенопласты		Термозвукоизоляция, средства плавучей техники. Смягчение и обессоливание воды, извлечение цветных и редких металлов из вод, очистка сбросных производственных вод и пр.
Клеи разных марок		Для склеивания всех материалов, включая металлы. Крепители формовочных земель
Разные высокомолекулярные соединения		Высокопрочные нити, волокна и пленки различного назначения

Древеснослоистые пластики

Древеснослоистые пластики (ДСП) предназначаются для изготовления вкладышей подшипников машин и механизмов, а также для использования в качестве конструкционного и электроизоляционного материала.

ДСП изготовляются из березового шпона, пропитанного фенольно- или крезольно-формальдегидными смолами, и выпускаются в виде плит:

а) коротких — толщиной 15—50 *мм*, длиной 750—1500 *мм*, шириной 900—1200 *мм*;

б) длинных — толщиной 15—50 *мм*, длиной 2300, 4800, 5500, 5700 *мм*, шириной 900—1200 *мм*.

В зависимости от расположения волокон шпона различают три марки ДСП: ДСП-Б; ДСП-В и ДСВ-Г.

153. Физико-механические свойства тек

Наименование текстолита	Удельный вес	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^5$	Водопоглощаемость за 24 ч, %	Электросопротивление, *ом·см*	Пр пр
Поделочный ПТ, ПТ-1, ПТК	1,3—1,4	3,3—4	0,8	—	65
Листовой электротехнический А, Б, Г . . .	1,3	3,3—4	0,5—1,5	10^8	По 6
Листовой электротехнический ВЧ	1,3	3,3—4	—	10^{10}	
Стеклотекстолит электротехнический	1,6	—	0,6—1	10^{11}	
Стеклотекстолит КАСТ	1,75—1,85	—	3	—	По г
КАСТВ	1,75—1,85	0,8	0,8—1,5	$3 \cdot 10^{12}$	

154. Физико-механические свойства ДСП

Марка ДСП		Предел прочности $кГ/см^2$, не менее				
		при растяжении вдоль волокон	при сжатии вдоль волокон	при скалывании в плоскости склейки	при статическом изгибе	при ударном изгибе
Б	Короткие	2600	1600	140	2800	80
	Длинные	2200	1550	120	2600	70
В	Короткие	1400	1200	130	1800	30
	Длинные	1100	1100	120	1500	30
Г	Короткие восьмигранной формы	—	1200	130	1000	20

Примечание. Для всех марок: плотность не менее 1,3 $Г/см^3$, влажность не более 7%; водопоглощение за 24 *ч* не более 5%.

Текстолит

Текстолит изготовляется прессованием полотнищ хлопчатобумажной ткани, пропитанной искусственной смолой.

В зависимости от физико-механических свойств выпускаются следующие основные виды текстолита:

а) поделочный трех марок — ПТК, ПТ, ПТ-1 (по ГОСТ 5—72) для различных изделий толщиной 0,5—70 *мм*;

б) листовой электротехнический (по ГОСТ 2910—67) марок А, Б, Г толщиной 0,5—50 *мм* и ВЧ толщиной 0,5—8 *мм*;

в) стеклотекстолит листовой электротехнический (по ГОСТ 12652—67) толщиной 0,5—15 *мм*;

г) стеклотекстолит конструкционный КАСТ (ТУМХП 1512—49) толщиной 1,2 *мм* и КАСТВ (ТУМХП 2182—54) толщиной 1,2 и 1,5 *мм*.

Резина, асбест и другие неметаллические материалы

Резина

В машиностроении применяется мягкая эластичная резина и твердая резина — эбонит.

155. Основные физические свойства мягкой резины и эбонита

Свойства	Мягкая резина	Эбонит
Удельный вес, $Г/см^3$	—	До 1,25
Предел прочности при изгибе, $кГ/см^2$, не менее	—	700
Твердость, $кГ/см^2$	—	900—1400

Продолжение табл. 155

Свойства	Мягкая резина	Эбонит
Коэффициент теплопроводности, $\frac{кал}{см \cdot сек \cdot град}$	$342 \cdot 10^{-6}$	$388 \cdot 10^{-6}$
Удельная теплоемкость, $\frac{кал}{г \cdot град}$	0,510	0,341
Коэффициент Пуассона	0,5	0,2
Диэлектрическая постоянная (при 1000 циклах в 1 *сек*)	2,68	2,82
Коэффициент потерь (при 1000 циклах в 1 *сек*)	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$	$5{,}1 \cdot 10^{-3}$
Электропроводность, $\frac{1}{ом \cdot см}$	$13 \cdot 10^{-18}$	$15 \cdot 10^{-18}$

Резина применяется в производстве шин для автотранспорта, ремней и лент, рукавов напорных и всасывающих, амортизаторов, обкладок валов для машин бумажной и текстильной промышленности, штампов, уплотнителей и многих других изделий. Из эбонита изготовляются различные детали в приборостроении, электротехнике и в производствах других видов.

Асбест

Наибольшее значение в машиностроении имеет хризотиласбест. Он обладает высоким пределом прочности, большой эластичностью, высокими диэлектрическими свойствами, незначительной теплопроводностью (0,102—0,13 *ккал/м·ч°* С). Из хризотиласбеста вырабатывается асбестовое трепаное волокно для набивок изоляционных изделий, тормозные накладки, фрикционные кольца, фильтр-волокно, асбестовые нити, шнуры, ленты и другие тепло- и электроизоляционные материалы. Широкое применение в электротехнической, теплотехнической и химической промышленности имеет листовой асбестовый материал — бумага термоизоляционная, асбестовый картон, паронит и другие асбестовые изделия.

Стекло

Различают стекло простое и техническое (оптическое, зеркальное, армированное, светотехническое, термостойкое и др.).

В зависимости от химического состава удельный вес стекла колеблется в пределах от 2,5 (оконное) до 6,5 (с содержанием до 80% окиси свинца).

Теплопроводность стекла весьма мала (0,0017—0,0032 *кал/см×* ×*сек* °С), особенно хорошими теплоизоляторами являются стекловата и пеностекло. Предел прочности при растяжении кварцевого стекла равен 12—12,5 *кГ/мм²*. Прочность закаленного стекла в 6 раз превышает прочность незакаленного. Электропроводность стекла при нормальной температуре незначительна. Пробивное напряжение 10—30 *кв/мм*.

Диэлектрическая постоянная стекла зависит от состава и колеблется в пределах от 3,75 (кварцевое) до 16,1 (с содержанием 78% окиси свинца).

Важнейшей оптической характеристикой стекла является коэффициент преломления. Он равен 1,46 для кварцевого стекла и 2,0 для стекла с 80% окиси свинца. Классификацию химической стойкости стекла см. ГОСТ 111—65.

Клеи

Клеи применяются для силового склеивания металлов между собой и металлов с рядом неметаллических материалов (текстолитом, стеклотекстолитом, ДСП и др.).

Клеи изготовляются на основе синтетических смол. При соблюдении технологического режима и технологических условий склеивания клеи могут успешно применяться в силовых и несиловых соединениях, работающих на «сдвиг».

Основными характеристиками клеевых соединений являются: предел прочности при сдвиге, равномерный и неравномерный отрыв, предел выносливости при сдвиге и изгибе, длительная прочность при постоянной статической нагрузке, а также стойкость к нагреванию, охлаждению, действию влаги и к воздействию различных сред (масел, топлив и др.).

Наиболее распространенные марки клеев, применяемые в отечественной промышленности: клеи на основе синтетических смол БФ-2, БФ-4, БФ-6, ПУ-2, ПК-5, карбинольный и опытные клеи ВС-10Т, ВС-10М, ВК-32-200 и ВК-32-ЭМ.

Более прочные соединения получаются на клеях БФ-2, БФ-4 и ВК-32-200. Далее следуют клеи ПУ-2, ВК-32-ЭМ и ВС-10М, обладающие несколько более высокими прочностными свойствами, чем остальные. Для склеивания при температуре 60° С и работе на сдвиг преимущественно используются клеи ВК-32-200, ПУ-2 и ВК-32-ЭМ.

Клеи ВС-10Т и ВК-32-200 обладают большей стойкостью к воздействию повышенных температур (100° С и выше), чем остальные.

Воздействие влажного воздуха менее всего сказывается на прочности соединений, полученных с помощью клеев ВК-32-200, БФ-2 и БФ-4.

Клеи ВК-32-200; ПУ-2, ВК-32-200; ВС-10Т, ВС-10М, БФ-2 и БФ-4 наиболее устойчивы при вибрации. Клеи ВК-32-200, ПУ-2, ВК-32-ЭМ и ВС-10Т хорошо сопротивляются длительным статическим нагрузкам. Все указанные клеи не кородируют металлы (за исключением отдельных партий клеев БФ-2 и БФ-4, вызывающих небольшую точечную коррозию сталей) и обладают хорошей стойкостью к воздействию бензина, керосина и масел.

Основное применение эпоксидных клеев — склеивание металлов и неметаллических материалов преимущественно в конструкциях несилового назначения. К эпоксидным клеям, отверждающимся при нормальных температурах, относятся клеи Л-4, ВК-9 и КЛН-1.

Клеи горячего отверждения ВК-1, ВК-1М, ВК-1МС, эпоксид П и Пр, К-153, ВК-32-ЭМ, ФЛ-4С и ВК-7 отличаются от полимеризующихся без нагревания эпоксидных клеевых композиций более высокими прочностными характеристиками и могут использоваться для изготовления клеевых конструкций силового назначения из металлов и неметаллических материалов.

Натуральный и некоторые синтетические каучуки служат основой различных клеевых композиций, назначением которых является

склеивание резиновых изделий, крепление резины к металлам, древесине, стеклу и другим материалам.

Существуют две группы резиновых клеев — вулканизующихся и невулканизующихся. К первой группе относятся клеи на основе термопрена и натурального каучука, представляющих собой растворы указанных полимеров в растворителях, ко второй — клеи, где кроме каучуков содержатся добавки вулканизующих веществ. После вулканизации эти клеи образуют прочные клеевые соединения.

К резиновым клеям относятся клеи 88Н, 88НП и 4НБ. Клеевые соединения на клее 88НП пригодны для работы в морской воде. Клеевые пленки не стойки к действию масел и топлив.

Процесс склеивания включает подготовку поверхностей, нанесение клея, сборку, прессование и выдерживание под давлением при определенной температуре. При подготовке поверхности подгоняют одну к другой, очищают от загрязнений и масляных пятен. В ряде случаев им придают шероховатость.

Толщина клеевой прослойки должна находиться в пределах от 0,01 до 0,1 *мм*. Клей с малой концентрацией клеевого вещества (БФ-2 и БФ-4) необходимо наносить в два-три слоя. Расход клея на один слой составляет от 100 до 250 *г/м*^{2} склеиваемой поверхности. Ниже приводятся основные технологические режимы склеивания различными клеями.

156. Технологические режимы склеивани

Марка клея	Нанесение клея	Расход клея на каждый слой, *г/м²*	Количество слоев	Открытая выдержка после нанесения*, *ми*	
				первого слоя	последнего слоя
БФ-2	Двустороннее .	150—200	2—3	50—60	60—70
БФ-4	То же	150—200	2—3	50—60	60—70
ПУ-2	Дву- и одностороннее	120—250	1	5—20	—
ПК-5	То же	120—250	1	15—30	—
ВС-10М	Двустороннее .	150—200	1—2	60	60
ВС-10Т	То же	150—200	1—2	60	60
ВК-32-ЭМ	Дву- и одностороннее	100—200	1	—	—
ВК-32-200	Двустороннее .	150—200	1—2	15—20	90—10
Карбинольный	То же	100—200	1	5—10	—

* Клеями ПУ-2 и карбинольными можно склеивать поверхности при комна прессе под давлением увеличивается до 40 ч.

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Металлорежущие станки согласно принятой классификации подразделяются по назначению на 10 групп, различаемых по способам обработки; каждая группа состоит из 10 типов, а каждый тип из 10 типоразмеров.

В классификационной таблице предусмотрены свободные места для новых способов обработки и типов металлорежущих станков.

Типоразмеры образуются на основе размерных или других характеристик металлорежущих станков: по размерам столов (фрезерные станки), наибольшему размеру обрабатываемой детали над станиной (токарные станки), наибольшему диаметру сверления в сплошном металле средней твердости (сверлильные станки) и т. д.

Таким образом каждому металлорежущему станку присваивается трехзначное обозначение, первая цифра которого характеризует группу, вторая — тип, а третья — типоразмер станка.

Например, модель станка 323, обозначает: 3 — шлифовальный (группа); 2 — для внутреннего шлифования (тип); 3 — типоразмер станка (№ 3). Модель станка 2150 обозначает: 2 — сверлильный (группа); 1 — одношпиндельный (тип), 50 — типоразмер (диаметр сверления в стали).

Четырехзначное обозначение применяется для станков нового конструктивного исполнения.

В табл. 157 приводится классификация металлорежущих станков по группам и типам.

В последующих таблицах приводятся основные технические характеристики отдельных групп металлорежущих станков.

157. Классификация металлорежущих станков по

Наименование групп металлорежущих станков	Группы	Типы	
		1	2
		Автоматы и полуавтоматы	
Токарные	1	Одношпиндельные	Многошпиндельные
Сверлильные и расточные	2	Вертикально-сверлильные	Одношпиндельные
Шлифовальные и полировальные	3	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные
Комбинированные	4	—	—
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия
		Продольные	
Строгальные, долбежные и протяжные	7	Одностоечные	Двухстоечные
		Отрезные	
Разрезные	8	Работающие токарным резцом	Работающие абразивным кругом
Разные	9	Муфто- и трубообрабатывающие	Пилонасекательные

Наименование групп металлорежущих станков	Группы	Типы		
		5	6	
		Автоматы и полуавтоматы		
Токарные	1	Карусельные	Токарные и лобовые	Многор
Сверлильные и расточные	2	Радиально-сверлильные	Расточные	Алмазн точные
Шлифовальные и полировальные	3	—	Заточные	Плоско вальные угольным круглым
Комбинированные	4	—	—	-
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоот ные
Фрезерные	6	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широко версальн
			Продольные	
Строгальные, долбежные и протяжные	7	Протяжные горизонтальные	—	Протяж тикальны
			Отрезные	
Разрезные	8	Ленточные	Дисковые	Ножов
Разные	9	Для испытания инструментов	—	-

158. Технические характеристики металлорежущих станков
Одношпиндельные токарно-револьверные автоматы

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	1Б112	1Б118	1Б124	1Б136
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, *мм*	12	18	25	36
Наибольшая длина подачи прутка, *мм*	60	60	80	100
Наибольший остаток прутка, *мм*	50	50	50	50
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, *мм*	М8	М12	М18	М22
Наибольшая длина обтачивания, *мм*	50	50	80	80
Число ступеней чисел оборотов шпинделя	16	16	Бесступенчатый	
Число оборотов шпинделя в минуту	125—3760	375—4675	80—3150	63—2500
Диаметр револьверной головки, *мм*	100	100	140	140
Число отверстий в револьверной головке под инструмент	6	6	6	6
Наибольший ход револьверной головки, *мм*	50	50	80	80
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до револьверной головки, *мм*	65—140	65—140	64—180	64—180
Наибольший поперечный ход, *мм*:				
переднего и заднего суппортов	32	32	40	40
вертикального суппорта	30	30	30	30

Продолжение табл. 158

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	1Б112	1Б118	1Б124	1Б136
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	2,8	2,8	4,5	4,5
Масса станка, *кг* . . .	1050	1050	1750	1750
Габариты, *мм*:				
длина	1540	1540	2000	2000
ширина	800	800	800	800
высота	1380	1380	1500	1500

159. Многошпиндельные токарные прутковые автоматы

Техническая характеристика	1240—0	1240—4	1240—6	1261М	1262М	1265	1290—4
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, *мм* . . .	40	40	40	50	50	65	100
Наибольшая длина обрабатываемого прутка, *мм*	4000	4000	4000	3600	3600	3000	3000
Наибольшая длина обтачивания, *мм* . .	—	80	80	145	145	175	200
Наибольший остаток прутка, *мм* . . .	65	70	70	80	80	80	85
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, *мм*	—	27	27	30	30	36	64
Число шпинделей .	4	4	6	6	4	6	4
Диаметр отверстия шпинделя, *мм* . . .	64	64	64	76	76	90,8	130
Число оборотов шпинделя в минуту .	198—1483	156—2120	156—2120	88—1015	88—1015	78,5—1600	54—737

Продолжение табл. 159

Техническая характеристика	1240—0	1240—4	1240—6	1261М	1262М	1265	1290—4
Число ступеней чисел оборотов шпинделя	24	24	24	33	33	27	24
Расстояние от оси шпинделя до верхней плоскости продольного суппорта, *мм*	—	57,5	57,5	60,28	60,28	80	132,75
Наименьшее и наибольшее расстояние от переднего торца продольного суппорта до торца шпинделя, *мм*	—	0—245	0—245	20—172	20—172	34—214	22—227
Наибольший ход продольного суппорта, *мм*	—	80	80	152	152	180	205
Наибольший ход поперечного суппорта, *мм*	25	22	22	88	88	90	125
Расстояние от оси шпинделя до плоскости резцедержателя, *мм*	45	45	45	50	70	65	75
Наибольшая перестановка упора, *мм*	300	190	190	175	175	170	205
Мощность электродвигателя привода, *квт*	10	14	20	14	14	28	28
Масса станка, *кг*	4400	8700	9000	7000	6800	13 500	17 000
Габарнты, *мм*:							
длина	6000	5685	5685	5665	5665	5270	5360
ширина	1325	1580	1580	1320	1320	1520	1955
высота	1850	1960	1960	1855	1855	2070	2100

160. Многошпиндельные токарные пол

Техническая характеристика	Ти			
	1240-6П	1261П	1262П	
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, *мм* . . .	90	130	130	
Наибольшая длина обтачивания, *мм*	80	120	120	
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, *мм*	27	30	30	
Число шпинделей	6	6	4	
Число оборотов шпинделя в минуту	86—1172	65—955	75—955	
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	24	36	36	
Расстояние от оси шпинделя до верхней плоскости продольного суппорта, *мм*	57,5	60,28	60,28	

Техническая характеристика	Типо			
	1240-6П	1261П	1262П	12
Наименьшее и наибольшее расстояние от переднего торца суппорта до торца шпинделя, *мм*	0—262	41—176	70—205	65-
Наибольший ход продольного суппорта, *мм*	80	135	135	
Наибольший ход поперечного суппорта, *мм*	50	88	90	
Расстояние от оси шпинделя до плоскости резцедержателя, *мм*	50	50	50	
Мощность электродвигателя привода, *квт*	20	14	14	
Вес станка, *кГ*	9000	7200	7850	13
Габариты, *мм*:				
длина	3200	3070	3180	3
ширина	1540	1440	1440	1
высота	1960	1775	1850	2

* Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы.

161. Многорезцовые токарные полуав

Техническая характеристика	1720	1730	1721
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над станиной, *мм*	300	410	490
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над суппортом, *мм*	200	300	200
Наименьшее и наибольшее расстояние между центрами, *мм*	0—300	200—500	150—8
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	12	12	14
Число оборотов шпинделя в минуту	105—1000	40—500	71—14
Конус шпинделя	№ 4	№ 5	
Наибольшее перемещение суппортов, *мм*:			
переднего продольное	150	290	290
» поперечное	75	80	85
заднего продольное	—	—	290
» поперечное	90	135	85
Мощность электродвигателя привода, *квт*	4,5	10,0	14/28
Масса станка, *кг*	2000	3452	5000
Габариты, *мм*:			
длина	1800	2350	2930
ширина	1290	1750	1338
высота	1460	1420	1760

162. Токарно-револьверные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	1365	1П318	1П326	1П365
Наибольший диаметр прутка, *мм*	65	18	26	65
Наибольший диаметр заготовки над станиной, *мм*	500	—	—	500
Наибольший диаметр заготовки над поперечным суппортом, *мм*	320	100	150	320
Наибольшая длина обрабатываемой детали, *мм*	—	100	150	—
Расстояние от торца шпинделя до плоскости револьверной головки, *мм*	275—1000	100—310	127—427	275—1000
Число оборотов шпинделя в минуту	34—1500	200—4000	200—3350	34—1500
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	12	4	4	12
Наибольшее продольное перемещение револьверного суппорта, *мм*	725	210	300	725
Наибольшее перемещение поперечного суппорта, *мм*:				
продольное	725	—	—	725
поперечное	270	—	—	270
Подача поперечного суппорта, *мм/об*	0,045—1,35	0,025—0,1	0,025—0,1	0,045—1,35
Подача продольная револьверного суппорта, *мм/об*	0,09—2,7	0,05—0,2	0,05—0,2	0,09—2,7
Мощность электродвигателя, *квт*	14	2,8	4,5	14
Масса станка, *кг*	4200	1300	1200	3350
Габариты, *мм*:				
высота	1530	1345	1300	1530
ширина	1530	830	700	1530
длина	3700	1835	2230	3700

Техническая характеристика	Типо		
	153	1531	1551
Наибольший размер обрабатываемой заготовки, *мм*.			
боковым суппортом . . .	1120	1120	1500
верхними суппортами . .	1250	1250	1650
Диаметр планшайбы, *мм* . .	1030	1120	1400
Наибольшая высота обрабатываемой заготовки, *мм* . . .	1000	1000	1250
Наибольший вес обрабатываемой заготовки, *Т*	2	2,5	5
Количество суппортов . . .	2	2	3
Наибольшее вертикальное перемещение суппортов, *мм*:			
верхних	700	700	865/950
бокового	960	970	1230
Наибольшее горизонтальное перемещение суппортов, *мм*:			
верхних	750	852	890/990
бокового	600	500	600
Наибольший угол поворота верхних суппортов, *град* . . .	±90	±90	±45
Число ступеней подач суппортов	8	8	12
Подачи суппортов на один оборот планшайбы, *мм* . . .	0,83—8,4	3,15—18,0	0,2—9,0
Число скоростей планшайбы	12	18	18
Число оборотов планшайбы в минуту	7,5—100	6,3—315	2—70
Мощность электродвигателя привода, *квт*	20	28	28
Масса станка, *кг*	10 000	12 000	28 000
Габариты, *мм*:			
длина	2 350	3 000	4 495
ширина	2 185	2 440	4800
высота	3 815	3 380	4 080

русельные станки

размеры					
1553	1556	1557	1532	1565	1570
2100	2500	3000	3200	5000	—
2300	2700	3200	3400	5250	6800
2100	2250	2800	3000	4500	6200
1600	1600	1600	2000	3200	4000
6,3	14	10	14	45	14
3	2	2	2	2	1
865/950	950	1000	1500	1800	2500
1230	1565	1475	1450	2650	—
1215/1315	1600	2000	2000	2800	6250
600	850	725	850	1400	—
±45	45/15	±40	45/15	45/15	30,8
12	12	12	12	12	Бесступенчатое регулирование
0,2—9,0	0,24—20,0	0,2—9,0	0,24—20,0	0,2—16,0	0,015—60,0
18	18	18	18	Регулирование бесступенчатое	
1,4—48	0,95—47,5	1,14—4,00	0,6—31,0	0,4—20	0,24—5
40	40	40	55	70	150
34 000	472 000	46 000	57 000	140 000	368 000
4 345	3 600	5 640	8 450	11 200	12 800
5 450	6 900	7 060	4 900	5 750	15 980
4 250	5 600	4 510	7 000	8 470	10 800

164. Токарные станки малых

Техническая характеристика	Типо			
	1602	1610	1П1611	1613Д
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над станиной, *мм*	130	200	250	240
Расстояние между центрами, *мм*	250	350	500	270
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над суппортами, *мм* .	84	100	140	155
Наибольшая длина точения, *мм*	220	350	500	190
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, *мм*	13,5	20	24	14
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	Бесступенчатое	12	12	16
Число оборотов в минуту:				
прямое вращение	125—2500	58—2020	56—2500	100—2000
обратное вращение	125—2500	58—2020	56—2500	100—2000
Диаметр отверстия шпинделя, *мм*	12	22	26	22
Наибольшее перемещение суппорта, *мм* . .				
продольное	220	385	510	190
поперечное	95	135	165	135
Число ступеней подач:				
продольное	5	8	24	25
поперечное	—	—	24	—
Пределы подач, *мм*:				
продольное	0,03—0,205	0,03—0,53	0,06—0,73	0,06—2,5
поперечное	—	—	0,025—0,37	—
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	0,65	1,7	4,5	1
Масса станка, *кг* . .	290	615	1140	470
Габариты, *мм*:				
длина	1030	1590	2010	1100
ширина	665	700	850	680
высота	1260	1285	1180	1180

и средних размеров

размеры					
1615М	1616	1П61	1К62Б	1620	1П625
320	320	320	400	400	500
750	750	750	710—1000—1400	1000	1000
150	175	170	220	230	260
700	700	670	645—935—1335	1000	1000
34	29	32	48	45	43
8	12	18	24	Бесступенчатое регулирование	18
44—1000	44—1980	50—2500	12,5—2000	18—3000	31,5—1600
44—1000	44—1980	50—2500	19,0—2420	22—930	21,5—1600
35	30	33	50	47	55
760	850	710	645—935—1335	1000	1000
190	210	190	250	200	—
4	20	36	5	64	32
4	20	36	48	64	32
0,06—2,72	0,06—3,34	0,049—2,712	0,08—1,52	0,08—1,52	0,088—1,712
0,025—1,1	0,044—2,47	0,027—1,44	0,075—4,46	0,08—1,52	0,03—0,58
2,8	4,5	4,5	10	14	14
950	1950	1500	—	—	3000
1960	2355	2650	2785	3180	3450
920	852	910	1165	1317	1280
1145	1275	1615	1350	1285	1335

Техническая характеристика	Типо		
	1Д63А	163	1А64
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, *мм* . .	630	630	800
Расстояние между центрами, *мм*	3000	1400	2800
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, *мм* .	345	340	450
Наибольшая длина точения, *мм*	2510	1400	2520
Наибольший вес обрабатываемой заготовки, *Т*	—	—	5
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	18	24	24
Число оборотов шпинделя в минуту	14—750	10—1250	7,1—750
Диаметр отверстия шпинделя, *мм*	70	70	80
Число ступеней подач:			
продольных	26	70	32
поперечных	26	70	32
Пределы подач, *мм*:			
продольных	0,15—8,65	0,11—4,67	0,2—3,05
поперечных	0,05—0,9	0,035—1,15	0,07—1,04
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	10	14	20
Масса станка, *кг* . .	4065	4000	11 700
Габариты, *мм*:			
длина	5110	3535	5 780
ширина	1690	1435	2 000
высота	1275	1300	1 660

крупных размеров

размеры					
165	1660	1670	1680	1682А	1683
1000	1250	1600	2 000	3 200	4 000
5000	6300	8600	10 000	14 000	16 000
600	860	1120	1 520	2 500	3 300
2800	6300	8600	10 000	14 000	16 000
50	30	50	50	170	170
24	3	3	3	3	3
5—500	3,15—200	2,5—160	2—128	1,25—80	1—64
80	75	80	80	100	100
32	48	14	14	С бесступенчатым регулированием	
32	48	14	14	3	3
0,2—3,5	0,19—11,4	0,2—38	0,2—38	0,4—16	0,4—16
0,07—1,04	0,075—4,5	0,09—7,78	0,09—7,78	0,2—8	0,2—8
28	60	100	100	200	200
13 000	48 598	145 365	156 000	350 000	460 000
5 780	12 700	17 300	18 260	26 760	28 650
2 000	3 230	4 060	4 060	5 430	7 270
1 760	2 020	2 500	2 750	4 300	4 700

166. Вертикально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры				
	2118	2А125	2А135	2А150	2170
Наибольший диаметр сверления, *мм*	18	25	35	50	75
Вылет оси шпинделя, *мм*	200	250	300	350	400
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочего стола, *мм*	650	700	750	800	850
Диаметр шпинделя, *мм*	30	45	90	105	110
Конус Морзе	2	3	4	5	6
Наибольшее перемещение шпинделя, *мм*	150	175	225	300	—
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	6	9	9	12	12
Число оборотов шпинделя в минуту	310—2975	97—1360	68—1100	34—1200	22—1018
Наибольшее перемещение шпиндельной бабки, *мм*	130	200	200	250	500
Количество ступеней подач	1	9	11	9	9
Подачи на один оборот шпинделя, *мм*	0,2	0,1—0,81	0,115—1,6	0,12—2,64	0,15—3,2
Размер рабочего стола, *мм*	350××350	375××375	450××450	500××600	600×750
Наибольшее перемещение рабочего стола, *мм*	435	325	325	325	350
Мощность электродвигателя, *квт*	1	2,8	4,5	7	10
Масса станка, *кг*	453	927	1528	2255	3603
Габариты, *мм*:					
длина	912	980	1240	1550	1630
ширина	550	825	810	970	1220
высота	1740	2300	2565	2865	3230

167. Радиально-сверлильные ста

Техническая характеристика	Типораз			
	2А53	2А55	257	2
Наибольший диаметр сверления, *мм*	35	50	75	10
Наименьший и наибольший вылет оси шпинделя, *мм*	35—1200	400—1590	500—2000	500—
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, *мм*	500—1500	820—1500	600—1750	750—
Размер плиты, *мм* . .	1240×750	1490×810	2065×1300	3080×
Диаметр шпинделя, *мм*	35/70	45/80	60/105	70/1
Конус Морзе	4	5	6	
Наибольшее перемещение шпинделя, *мм* . .	300	350	450	50
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	12	19	22	2
Число оборотов шпинделя в минуту	50—2240	30—1700	11—1400	9—

Техническая характеристика	Типоразм			
	2А53	2А55	257	25
Количество ступеней подач	8	12	18	18
Подача на один оборот шпинделя, *мм*	0,06—1,22	0,05—2,2	0,037—2,0	0,1—
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки, *мм*	850	1100	1500	250
Наибольшее вертикальное перемещение траверсы, *мм*	700	680	700	135
Мощность электродвигателя привода сверлильной головки, *квт* . . .	2,8	4,5	7,0	1
Масса станка, *кг* .	3100	4100	10000	2000
Габариты, *мм*:				
длина	2060	2445	3600	486
ширина	910	1000	1550	173
высота	3070	3265	3875	453

168. Горизонтально-расточные ст

Техническая характеристика	Типоразмер					
	2613	262Г	2621	262Д	2630	2654
Диаметр шпинделя, *мм*	62	85	85	110	125	150
Конус Морзе	4	5	5	6	М80	М80
Размеры рабочего стола или плиты, *мм*	710× ×900	800× ×1000	800× ×1000	800× ×1000	1250× ×1600	500× ×1800
Наибольший вес обрабатываемой детали, *Т*	—	2	2	2	4	8
Наименьший и наибольший вылет оси шпинделя, *мм* (до стола или плиты)	0—710	45— 800	45— 800	45— 800	0— 1400	60— 1860
Наибольшее перемещение стола, *мм*:						
поперечное	800	850	850	850	1400	1600
продольное	1000	1140	1200	1225	1600	1650

Техническая характеристика	Типоразмеры					
	2613	262Г	2621	262Д	2630	2654
Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной бабки, *мм*	710	755	755	755	1400	1800
Наибольшее продольное перемещение выдвижного шпинделя, *мм* . .	560	600	600	600	1000	1200
Подача шпинделя, *мм/об*	0,0125—1,5	0,05—16,0	0,025—8,0	0,05—16,0	0,04—14,4	2,0—
Подача стола и шпиндельной бабки на один оборот шпинделя, *мм/об*	0,0125—1,5	0,025—8,0	0,013—4,0	0,025—8,0	—	1,0—
То же на один оборот планшайбы, *мм/об*	0,05—29,0	0,05—16,0	0,013—4,0	0,025—8,0	0,04—14,4	1,0—750 *мм/мин*
Подачи радиального суппорта, *мм/об*	0,025—12,0	0,025—8,0	—	—	0,025—8,0	0,5—375 *мм/мин*

Техническая характеристика	Типоразмер					
	2613	262Г	2621	262Д	2630	2654
Число оборотов выдвижного шпинделя в минуту . .	51—	20—	38—	20—	7,5—	7,5—
Количество ступеней чисел оборотов планшайбы .	12	15	18	18	18	18
Число оборотов планшайбы в минуту	6,4— 161	10— 200	38— 2000	20— 1000	4,5— 250	3,75— 192
Мощность электродвигателя привода, *квт*	4,5	6,5/7	6,5/7	6,5/7	10	14
Масса станка, *кг*	6000	11 750	11 350	11 350	23 100	38 500
Габариты, *мм*:						
длина . . .	4090	5 070	5 070	5 070	7 600	10 400
ширина . . .	1970	2 250	2 250	2 250	4 200	5 600
высота . . .	2380	2 755	2 755	2 755	3 700	5 600

169. Координатно- и алмазнорасточны

Техническая характеристика	Типо		
	2А430	КР450	
Наибольший диаметр сверления, *мм*	16	25	
Размеры рабочей поверхности плиты (стола), *мм*:			
ширина	280	380	
длина	560	520	
Наибольшее перемещение стола, *мм*			
продольное	400	450	
поперечное	250	—	
Наибольшее перемещение вертикального шпинделя, *мм* .	150	120	
Расстояние до стола (плиты), *мм*:			
от оси шпинделя	—	—	
от торца шпинделя	115—435	575	250

Техническая характеристика	Типо		
	2А430	КР450	
Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной бабки, *мм*	—	300	
Пределы чисел оборотов расточного шпинделя в минуту .	140—2840	55—1500	5
Пределы продольных подач шпинделя, *мм/об*	—	0,025—0,25	0,
Пределы продольных и поперечных подач стола, *мм/об* . .	—	—	0,
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,7; 1,7; 2,0	0,85	
Масса, *кг*	2380	1200	
Габаритные размеры, *мм*:			
длина	1460	1710	
ширина	1500	1425	
высота	2060	2150	

170. Внутришлифовальные станки

Техническая характеристика	Типоразме			
	3225	3227	3А-240	
Наибольший размер обрабатываемой заготовки, *мм*	100	300/500	240/500	
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемого отверстия, *мм* .	6—25	25—100	12—100	
Наибольшая длина шлифуемого отверстия, *мм*	50	125	130	
Наибольшее поперечное смещение оси шлифовальной бабки, *мм* (вперед—назад) . . .	4—10	20—100	25—15	
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки, *мм*	250	450	380	
Скорость перемещения стола, *м/мин*	0,25—5,5	0,2—12	0,2—8	
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту	24000	6250—18250	900—10000	3
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя передней бабки . . .	Регулирование бесступенчатое		3	

Техническая характеристика	Типоразм			
	3225	3227	3А-240	
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя передней бабки в минуту	475—1500	150—1250	190—570	
Наименьшая и наибольшая поперечная подача, *мм*	Минутная			
	0,03—0,3	0,375—0,9	0,001—0,07	0
Наибольший поворот передней бабки, *град* . .	30	30	10	
Наименьший и наибольший диаметр шлифовального круга, *мм* .	5—20	17—80	10—50	
Наибольшая ширина шлифовального круга, *мм*	32	50	50	
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	2	2,8	2,8	
Масса станка, *кг* . .	1125	2000	1900	
Габариты, *мм*:				
длина	1690	2300	2100	
ширина	840	1280	1105	
высота	1370	1690	1315	

171. Круглошлифовальные стан

Техническая характеристика	Типораз			
	310	3153М	312М	3151
Небольшой размер обрабатываемой заготовки, *мм*:				
диаметр	100	130	200	200
длина	150	500	500	750
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемых отверстий, *мм*	3—15	—	25—50	—
Наибольший диаметр шлифуемого круга, *мм*	150	400	300	600
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту	4500/6700	1800/2200	2500	1080/1240
Наибольшее перемещение стола, *мм*	230	590	590	760
Скорость перемещения стола, *мм/мин*	150—1500	200—6000	201—6000	100—10 000
Наибольший угол поворота стола, *град*	+7—5	±6	±6	±6
Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки, *мм*	40	130	215	200

Техническая характеристика	Типораз			
	310	3153М	312М	3151
Наименьшая и наибольшая поперечная подача шлифовальной бабки на один ход стола, *мм*	0,0025—0,025	0,0025—0,025	0,0025—0,025	0,01—0,03
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя передней бабки . . .	Регулирование бесступенчатое	6	6	3
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя передней бабки в минуту	200—1200	150—800	150—800	75—150—300
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	0,7	2,8	2,8	7
Масса станка, *кг* . .	450	2100	2300	3230
Габариты, *мм*:				
длина	670	2000	2000	2320
ширина	600	1260	1365	1720
высота	1350	1260	1365	1475

Техническая характеристика	Типораз				
	3162	3164	3141	3164А	3172
Наибольший размер обрабатываемой заготовки, *мм*:					
диаметр	300	400	400	400	550
длина	1000	2000	2000	3000	4000
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемых отверстий, *мм* .	—	—	27—300	—	—
Наибольший диаметр шлифуемого круга, *мм* .	750	900	600	900	900
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту	825	910	1100— 1300— 1560— 1870	910	860
Наибольшее перемещение стола, *мм*	1050	2000	2060	3000	4500
Скорость перемещения стола, *мм/мин*	100— 10 000	200— 6000	100— 10 000	200— 6000	100— 2500
Наибольший угол поворота стола, *град* . . .	±7	±3,5	±10	±3	±6
Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки, *мм* . .	250	305	395	305	450

Техническая характеристика	Типора				
	3162	3164	3141	3164А	317
Наименьшая и наибольшая поперечная подача шлифовальной бабки на один ход стола, *мм*	0,1—0,5 *мм/мин*	0,01—0,03	0,01—0,03	0,01—0,03	0,0 0,(
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя передней бабки . .	3	3	Регулирование бесступенчатое	8	
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя передней бабки в минуту	60—120—240	30—232	60—500	30—235	12—
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	14	14	10	14	
Масса станка, *кг* . .	5850	10 000	6000	11 500	20 (
Габариты, *мм*:					
длина	3230	6 300	5050	8 000	12
ширина	2360	2 450	1090	2 430	4
высота	1500	1 630	1900	1 630	2

*Перемещение каретки.

172. Плоскошлифовальные станки с прямоугол

Техническая характеристика	Тип ста			
	371М-1	372Б	373	
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, *мм*:				
длина	600	1200	1000	
ширина	250	360	360	
высота	300	400	350	
Размеры стола, *мм*:				
длина	600	1000	750	
ширина	200	300	300	
Наибольшая и наименьшая скорость продольного перемещения стола, *м/мин*	0—18	3—30	3—30	
Наименьшая и наибольшая поперечная подача шлифовальной бабки на один ход стола, *мм*	0,2—2	3—30	—	
Наименьшая вертикальная подача шлифовальной бабки на один ход стола, *мм*	0,01	0,01	0,01	

Техническая характеристика	Типо		
	371М-1	372Б	373
Размеры шлифовального круга, *мм*:			
длина	250	350	350
ширина	20	40	—
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту	2870	1440	1450
Мощность электродвигателя привода, *квт*	2,8	4,5	10
Масса станка, *кг*	1900	4500	5000
Габариты, *мм*:			
длина	2500	3505	3450
ширина	1590	1845	1645
высота	2000	2135	2135

173. Плоскошлифовальные станки с кругл

Техническая характеристика	Типора		
	3740	3А741	3756
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, *мм*:			
длина	475	800	350
ширина (диаметр)	400	800	750
высота	175	150	350
Диаметр стола, *мм*	400	750	750
Пределы чисел оборотов стола в минуту	40—210	14—105	5—29
Количество шлифовальных бабок	1	1	1
Наименьшая и наибольшая вертикальная подача шлифовальной бабки, *мм*	За ход стола		
	0,005—0,03	0,005—0,03	0,16—1,6 в минуту
Размеры шлифовального круга, *мм*	350	400	Колы 450
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту	1440	1440	975
Мощность электродвигателя привода, *квт*	7	7	28
Масса станка, *кг*	3750	5530	7400
Габариты, *мм*:			
длина	2250	3095	2600
ширина	1585	1875	1565
высота	1900	2085	2530

174. Бесцентровошлифовальные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	3180	СБШ2	3182	3663
Наибольший размер обрабатываемого изделия, *мм*:				
диаметр	75	75	150	200
длина	150	—	200	100
Пределы диаметров шлифуемых отверстий изделий, *мм*	3—75	3—75	10—150	60—170
Диаметры кругов, *мм*:				
шлифовальных	395—500	До 500	480—600	30—100
ведущих	260—300	300	300—500	—
Число оборотов шлифовального круга в минуту	1200	1200	1000	9000 и 1200
Пределы чисел оборотов изделия в минуту	13—94	12—300	7—58	100—200
Пределы продольных подач, *мм/мин*	—	—	—	500—12 000
Мощность главного электродвигателя, *квт*	14,0	14,5	20,0	4,5
Масса станка, *кг*	3600	3600	6500	5600
Габаритные размеры станка, *мм*:				
длина	2265	2250	1590	3245
ширина	1650	1500	1700	1450
высота	1620	1620	1820	1540

Техническая характеристика	Типо				
	5А301	5310	5320	5324	5Б325
Наибольший диаметр обрабатываемых зубчатых колес, *мм*	125	200	320	500	500
Наибольший модуль зубьев обрабатываемых колес, *мм*:					
по стали	1,25	3	4	5	6
по чугуну	1,5	4	5	6	6
Наибольшая ширина обрабатываемых колес с винтовым зубом, *мм*	125	140	250	250	320
Наибольший угол наклона зуба обрабатываемого колеса, *град*	±60	±60	±60	±30	±60
Наименьшее расстояние между осями обрабатываемого колеса и оправки фрезы, *мм*	—	30	30	30	30
Диаметр стола, *мм*	90	150	230	320	475
Диаметр отверстия стола, *мм*	М3	30	45	80	80
Наибольший диаметр червячной фрезы, *мм*	45	80	90	120	145
Количество ступеней чисел скоростей шпинделя фрезы	6	8	8	8	7
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя фрезы, *мин*	83—257	63—318	50—250	50—250	31—246
Наименьшая и наибольшая подачи на один оборот стола, *мм*:					
вертикальная	0,2—2	0,25—4	0,25—3	0,25—4	0,5—3
горизонтальная	0,1—1	0,1—1	0,05—1	0,05—1	—
тангенциальная	0,1—1	0,15—1,5	0,15—1	0,15—1,5	—
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,6	1,7	1,7	2,8	2,8
Масса станка, *кг*	750	1550	2100	2900	4200
Габариты, *мм*:					
длина	1025	1562	1940	2175	2750
ширина	625	925	1000	1150	1250
высота	1460	1700	1830	1890	1950

(для цилиндрических колес)

размеры						
5Д32	5А326	5327	5330	5353	5355М	5342
800	750	1000	1500	3000	5000	2000
6 8	10 10	10 12	15 20	26 30	30 40	15 20
400	650	650	1500	3000	5000	2000
±20	±60	±45	±45	±45	±45	±45
30 475	90 650	90 650	100 1375	250 2400	500 4000	100 1600
80	170	170	300	500	800	350
120	200	200	275	360	400	250
7	7	7	16	16	16	16
47,5—192	37,5—157	37,5—157	16—100	10—56	10—56	16—100
0,5—3 0,1—1 0,25—1	0,5—4 — —	0,5—3 0,1—1 0,2—1,5	0,3—6 0,15—2,4 0,11—2,26	0,26—12 0,13—1,9 0,2—1,8	0,26—12 0,12—2,9 0,2—1,8	0,3—15 0,1—2,9 0,2—1,8
2,8 3650	7 8300	7 8700	14 25 000	20 82 500	20 166 000	14 23 000
2395 1210 1975	3195 1605 2235	3370 2040 2235	5755 2680 3560	8 710 4 275 4 850	10 915 7 600 6 310	5 330 2 350 3 000

176. Зуборезные станки для конических колес с прямыми зубьями

Техническая характеристика	Типоразмеры				
	523	5П23	5А26	526	5283
Наибольший диаметр обрабатываемого зубчатого колеса, *мм*	110	160	600	610	1500
Наибольший модуль обрабатываемого колеса, *мм*	2,5	3	5—8	8	30
Наибольшая длина образующей делительного конуса, *мм*	57	80	300	300	750
Наибольшая ширина венца обрабатываемого зубчатого колеса, *мм*	22	20	50—90	90	270
Наименьший и наибольший угол делительного конуса обрабатываемого колеса, *град*	14°02′—75°58′	5°—85°	6°—84°	5°42′—84°18′	5°43′—84°17′
Наименьшее и наибольшее число зубьев обрабатываемого колеса	10—80	5—200	10—200	10—200	10—300
Диаметр фрезы, *мм*	—	140	—	—	—
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,6	2,8	2,2	2,8	7
Масса станка, *кг*	1000	1600	6000	4500	18 000
Габариты, *мм*:					
длина	1100	1080	2000	2400	3550
ширина	1540	590	1300	1940	2510
высота	1310	1470	1350	1700	2300

177. Зуборезные станки для конических колес со спиральными зубьями

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	5П23А	5А27С1	528	5284
Наибольший диаметр обрабатываемых зубчатых колес, *мм*:				
при передаточном отношении 10 : 1 и угле спирали 30°	140	450	840	1500
при передаточном отношении 1 : 1 и угле спирали 30°	100	325	600	1060
Наибольший модуль обрабатываемого колеса, *мм*	3	10	15	25
Наибольшая ширина венца обрабатываемого колеса, *мм*	20	65	100	235
Наименьший и наибольший угол делительного конуса обрабатываемого колеса, *град* (для ортогональной передачи)	5°—85°	5°43′—84°17′	5°30′—84°20′	6°—84°
Наименьший и наибольший угол спирали обрабатываемого колеса, *град*	0—30	0—30	0—45	0—30
Наименьшее и наибольшее число зубьев обрабатываемого колеса	5—200	5—200	4—200	12—180
Наименьший и наибольший диаметр резцовых головок, *дюйм*	$^1/_2$—3$^1/_2$	6—12	6—18	—
Наименьшее и наибольшее число оборотов резцовой головки в минуту	80—635	16—88	21—300	—
Мощность электродвигателя привода, *квт*	2,8	4,5	10	7
Масса станка, *кг*	1600	6800	13 700	25 000
Габариты, *мм*:				
длина	1080	2080	2 100	2 880
ширина	590	1680	2 100	2 880
высота	1470	1530	1 950	2 390

178. Зубодолбежные станки

Техническая характеристика	Типоразмер			
	5107	514	5А12	515
Диаметры нарезаемых зубчатых колес, *мм*	До 80	20—	12—	100
Наибольшая ширина нарезаемых зубчатых колес, *мм*:				
наружного зацепления	20	105	50	17
внутреннего зацепления	15	75	30	17
Модуль нарезаемых зубчатых колес	0,2—1	2—6	До 2	До
Число скоростей инструмента	—	—	5	—
Пределы чисел двойных ходов в минуту	400—2000	125—359	190—600	25—
Пределы подач на один двойной ход инструмента, *мм*				
круговых	0,0125—0,327	0,17—0,44	0,1—0,38	0,1—
радиальных	—	0,024—0,095	—	0,03—
Мощность главного электродвигателя, *квт*	0,6	2,8	1,2	6,6/
Масса, *кг*	850	3500	1650	920
Габаритные размеры, *мм*:				
длина	725	1760	1235	307
ширина	650	1270	1025	148
высота	1320	2060	1725	329

179. Зубошлифовальные станки, работающие по методу копирования

Техническая характеристика	Модель станка		
	586	5860А	5861
Диаметр обрабатываемого изделия, *мм*:			
наименьший	50	100	150
наибольший	250	800	1250
Модуль зубчатого колеса, *мм*:			
наименьший	1,0	1,5	5,0
наибольший	10,0	12,0	16,0
Число зубьев обрабатываемой шестерни:			
наименьшее	10	16	16
наибольшее	300	300	250
Наименьшее и наибольшее расстояние между центрами, *мм*	220—280	370—450	—
Наибольшая ширина обрабатываемой шестерни, *мм*	200	250	300
Тип шлифовального круга	—	Профилированный	—
Время поворота рабочего шпинделя на 1 зуб в *сек* . .	—	0,85; 1,7; 2,6; 3,5	—
Число оборотов шлифовального круга в минуту .	—	1465	1325; 1525
Наименьший и наибольший диаметр шлифовального круга, *мм*	250—350	300—400	350—500

Продолжение табл. 179

Техническая характеристика	Модель станка		
	586	5860А	5861
Ширина шлифовального круга, *мм*	до 40	до 50	—
Наибольшее вертикальное перемещение каретки или шлифовальной головки, *мм*	900	400	—
Величина вертикального перемещения каретки на одно деление лимба, *мм*	0,01	0,01	0,01
Наибольшее перемещение стола (ползуна), *мм*	780	1700	940
Скорость перемещения стола, *мм/мин*	1500	1200	1500
Вертикальная автоматическая подача шлифовальной бабки на один двойной ход ползуна, *мм*	0,01; 0,03; 0,07; 0,15	—	—
Радиальная автоматическая подача на один двойной ход ползуна (стола), *мин*	—	—	0,015—0,045
Число двойных ходов ползуна (стола), *мин*	бесступенчатое регулирование		
Мощность электродвигателя, *квт*	7,0	10,0	10,0
Габариты станка:			
длина	3350	4310	4780
ширина	2670	3075	2860
высота	3017	2480	2815
Масса станка, *кг*	8500	11 000	16 000

180. Зубошлифовальные станки, работающие по методу обката

Техническая характеристика	Модель станка		
	5831	584	5851
Наружный диаметр изделия, *мм*:			
наименьший	30	60	35
наибольший	320	500	320
Нормальный модуль, *мм*:			
наименьший	1,5	2,0	1,5
наибольший	6,0	10,0	10,0
Число зубьев, обрабатываемых шестерен:			
наименьшее	12	8	10
наибольшее	150	150	120
Наибольшая ширина зубчатого венца, *мм*:			
для прямозубых колес	100	180	170
для косозубых колес	71—97	—	—
Наибольший угол наклона зуба в градусах	45	45	45
Расстояние между центрами, *мм*:			
наименьшее	150	20	300
наибольшее	375	464	360
Наибольшая длина хода стола, *мм*	200	300	350
Количество шлифовальных кругов	1	1	2
Диаметр шлифовального круга, *мм*:			
наименьший	160	120	165
наибольший	240	260	225
Число оборотов шлифовального круга в минуту	2575	2200	2388; 3345

Продолжение табл. 180

Техническая характеристика	Модель станка		
	5831	584	5851
Продольная подача или предел продольных подач каретки, *мм/мин*:			
черновая	127; 186; 265; 370; 525; 760	34—268	0—0,1 на один двойной ход ползуна в *мм*
чистовая	52; 76; 108; 150; 212; 310	—	—
Пределы подачи обката, *мм/мин* (бесступенчатое регулирование)	56—866	60—610	0—1800
Радиальная подача на 1 двойной ход ползуна, *мм* .	—	0,03—0,3	—
Число двойных ходов ползуна или число одинарных обкатов в минуту	50; 70; 100; 140; 200; 280	—	90; 100; 112; 125; 136; 150; 180; 200; 225; 250; 272; 300
Осевая подача шпинделя шлифовальных кругов, *мм/об*	—	—	0,0012; 0,0024; 0,0036; 0,0048
Суммарная мощность электродвигателей, *квт* . .	3,1	4,5	5,5
Габариты станка, *мм*,			
длина	2390	2500	3225
ширина	2110	2140	1700
высота	2990	2800	1970
Масса станка, *кг*	4750	6000	4800

181. Зубошлифовальные станки, работающие абразивным червячным кругом

Техническая характеристика	Модель станка	
	5А832	5833
Модуль обрабатываемого зубчатого колеса, *мм*:		
наименьший	0,3	0,5
наибольший	2,5	4,0
Диаметр обрабатываемого зубчатого колеса, *мм*:		
наименьший	20	30
наибольший	200	320
Наибольшая ширина зубчатого колеса, *мм*:		
для прямозубых колес	80	100
для косозубых колес	40	70
Число зубьев обрабатываемого колеса:		
наименьшее	14	18
наибольшее	200	240
Расстояние между центрами, *мм*:		
наименьшее	170	250
наибольшее	240	350
Наибольший угол наклона зуба в градусах	±45	±45
Наибольший ход суппорта заготовки, *мм*	100	190
Диаметр абразивного червяка, *мм*:		
наименьший	—	380
наибольший	400	500
Ширина абразивного червяка, *мм*	63	75
Диаметр отверстия абразивного червяка, *мм*	203	203
Число оборотов шлифовального шпинделя, в минуту	1500	1350—1500
Пределы автоматнческих радиальных подач за один ход суппорта изделия, *мм*	0,03—0,3	0,03—0,3
Вертикальные подачи за один оборот зубчатого колеса, *мм*	0,12; 0,22; 0,37; 0,51; 0,68; 1,12	0,12; 0,22; 0,37; 0,51; 0,68; 1,12
Мощность электродвигателя, *квт*	4,5	7,0
Габариты станка, *мм*:		
длина	2180	3030
ширина	2700	1965
высота	1940	1875
Масса станка, *кг*	6860	7500

182. Резьбо- и шлицешлифовальные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	ММ582	5824	345А	3451А
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, *мм*:				
диаметр	250	150	400	400
длина	700	1600	800	1300
Наименьшие и наибольшие размеры шлифуемой резьбы, *мм*:				
диаметр	5—200	30—150	28—120	28—120
длина	475	1400	—	—
шаг	0,5—40	0,5—40	—	—
Профили шлифуемых резьб, *град*:				
треугольные с углом при вершине . . .	35 и 60	55 и 60	—	—
трапецеидальные с углом при вершине .	30 и 40	30 и 40	—	—
Наибольшая высота профиля (для трапецеидальной резьбы с углом при вершине 30°), *мм* .	16	16	—	—
Наибольший угол подъема винтовой линии шлифуемой резьбы, *град*	±18	±18	—	—
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя обрабатываемой заготовки (регулируется бесступенчато) в минуту	1—160	1—20	—	—
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту . . .	1350—2450	1350—2450	2850; 4300 и 5700	2850; 4300 и 5700
Наибольшая величина затылования в радиальном направлении, *мм* . .	4—0	Нет	—	—

Продолжение табл. 182

Техническая характеристика	Типоразмеры			
	ММ582	5824	345А	3451А
Наибольшая конусность шлифуемой резьбы	1:16	Нет	—	—
Величина быстрого отвода шлифовальной бабки, *мм*	6	6	—	—
Номинальный диаметр шлифовального круга для наружной резьбы, *мм*	400	400	75—200	До 200
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемой внутренней резьбы, *мм*	25—170	Нет	—	—
Наибольшая длина шлифуемой внутренней резьбы, *мм*:				
при наименьшем диаметре резьбы	25	»	—	—
при наибольшем диаметре резьбы	75	»	—	—
Наименьший и наибольший шаг шлифуемой внутренней резьбы, *мм*	0,5—6,0	»	—	—
Наибольший угол подъема винтовой линии шлифуемой внутренней резьбы, *град*	±6	»	—	—
Наименьшее и наибольшее число оборотов шлифовального круга для внутренней резьбы в минуту	5000—15 000	»	—	—
Мощность электродвигателя привода, *квт*	4,2	4,2	2,8	2,8
Габариты, *мм*:				
длина	2645	5253	4500	6000
ширина	2110	2110	1425	1425
высота	1735	1760	1765	1480

183. Фрезерные станки горизонтальные,

Техническая характеристика	Типоразмеры					
	6П80	6П80Г	6П10	6Н81	6Н81Г	6Н11
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, *мм*	0—300	0—300	10—300	30—350	10—350	20—350
Наименьшее и наибольшее расстояние от вертикальных направляющих станины до середины стола, *мм*	197—357	197—357	197—357	170—370	170—370	170—370
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, *мм*	—	—	270	—	—	280
Расстояние от оси шпинделя до нижней плоскости хобота, *мм*	140	140	—	150	150	—
Наибольшее расстояние от вертикальных направляющих станины до поддерживающих стоек, *мм*	545	545	—	510	510	—
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до подшипника поддержки, *мм*	447	447	—	470	470	—
Наибольшее расстояние от задней кромки стола до вертикальных направляющих станины, *мм*	257	257	257	240	240	240
Размеры рабочей поверхности стола, *мм*:						
ширина	200	200	200	250	250	250
длина	800	800	800	1000	1000	1000
Наибольший угол поворота, *град*	±45	—	—	±45	—	—
Число Т-образного паза, *мм*	3	3	3	3	3	3
Ширина Т-образного паза, *мм*	14	14	14	14	14	14
Расстояние между Т-образными пазами, *мм*	45	45	45	50	50	50

вертикальные и универсальные

	Типоразмеры							
	6Н82	6Н82Г	6Н12	6Н12Б	6Н83	6Н83Г	6Н13	6Н13В
	30—400	30—400	30—400	30—400	30—370	30—450	30—450	30—450
	220—480	220—480	220—480	220—480	260—580	260—580	260—580	260—580
	—	—	320	320	—	—	450	450
	155	155	—	—	190	190	—	—
	775	775	—	—	950	950	—	—
	700	700	—	—	850	850	—	—
	320	320	320	320	380	380	380	380
	320	320	320	320	400	400	400	400
	1260	1250	1250	1250	1600	1600	1600	1600
	±45	—	—	—	±45	—	—	—
	3	3	3	3	3	3	3	3
	18	18	18	18	18	18	18	18
	70	70	70	70	90	90	90	90

Техническая характеристика	Типоразмеры					
	6П80	6П80Г	6П10	6Н81	6Н81Г	6Н11
Наибольшие перемещения стола, *мм*:						
продольное	400	400	400	600	600	600
поперечное	160	160	160	200	200	200
вертикальное	300	300	300	350	350	350
Быстрые перемещения, *мм/мин*:						
продольное	2800	2800	2800	2900	2900	2300
поперечное	2000	2000	2000	2300	2300	2300
вертикальное	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Количество ступеней подач	12	12	12	16	16	16
Подача стола, *мм/мин*:						
продольная	22,4—1000	22,4—1000	22,4—1000	35—980	35—980	35—980
поперечная	0,7 от продольных	0,7 от продольных	0,7 от продольных	0,8 от продольных	0,8 от продольных	0,8 от продольных
вертикальная	0,35 от продольных	0,35 от продольных	0,35 от продольных	0,4 от продольных	0,4 от продольных	0,4 от продольных
Диаметр отверстия в шпинделе, *мм*	17	17	17	17	17	17
Размеры диаметров оправок, *мм*	17; 22; 27; 32	17; 22; 27; 32	17; 22; 27; 32	17; 22; 27; 32	17; 22; 27; 32	17; 22; 27; 32
Количество ступеней чисел оборотов	12	12	12	16	16	16
Наименьшее и наибольшее число оборотов шпинделя в минуту	50—2240	50—2240	50—2240	65—1800	65—1800	65—1800
Мощность электродвигателя привода главного движения (шпинделя), *квт*	2,8	2,8	2,8	4,5	4,5	4,5
Мощность электродвигателя подачи стола, *квт*	0,6	0,6	0,6	1,7	1,7	1,7
Масса станка, *кг*	1420	1385	1450	2000	2000	2200
Габариты, *мм*:						
длина	1720	1720	1720	2100	2100	2100
ширина	1750	1750	1750	1930	1780	1540
высота	1575	1575	1820	1600	1900	2297

Продолжение табл. 183

Типоразмеры							
6Н82	6Н82Г	6Н12	6Н12Б	6Н83	6Н83Г	6Н13	6Н13В
700 260 320	700 260 370	700 260 370	700 260 370	900 320 350	900 320 420	900 320 420	900 320 420
2300 2300 770	2300 2300 770	4000 2300 770	2300 2680 1330	2300 2300 770	2300 2300 770	2300 2300 770	2400 2700 1300
18	18	18	18	18	18	18	18
19—300	30—950	30—950	27— 2000	23,5— 180	23,5— 180	23,5— 1180	27— 2000
1/3 от продольных	1/3 от продольных	1/3 от продольных	13— 670	8—390	8—390	8—390	3—750
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	29	29	29	—	—	—
32; 40	32; 40	29; 40; 50	29; 40; 50	29; 40; 50	32; 50	32; 50	32; 50
18	18	18	18	18	18	18	18
30—1500	30—1500	30—1500	63— 1500	30— 1500	30— 1500	63— 1500	63— 3150
7,0	7,0	7,0	10,0	10,0	10,0	10,0	14,0
1,7 2850	1,7 2750	1,7 2900	1,7 3000	2,8 4200	2,8 4000	2,8 4500	2,8 4300
2100 2440 1615	2100 2440 1615	2100 2440 1875	1875 2285 2200	2370 3040 1760	2370 3040 1760	2370 3140 2245	2245 3040 2370

184. Продольно-фрезерные ста

Техническая характеристика	Тип			
	6622	6632	6642	665
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца вертикального шпинделя до поверхности стола, *мм*	—	150—750	150—1000	200—1
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца горизонтального шпинделя до поверхности стола, *мм*	75—400	100—600	75—800	155—1
Наименьшее и наибольшее расстояние между торцами горизонтальных шпинделей, *мм* .	300—650	375—775	675—1075	850—1
Расстояние между стойками, *мм*	820	950	1250	165
Наименьшее и наибольшее расстояние между осями вертикальных шпинделей, *мм* . . .	—	—	450—1750	550—2
Наименьшее и наибольшее расстояние от нижней плоскости поперечины до поверхности стола, *мм*	—	205—835	255—1035	310—1
Наименьшее и наибольшее расстояние от оси вертикального шпинделя до центра стола, *мм*	—	—	220—875	275—1

Техническая характеристика	Типо			
	6622	6632	6642	6652
Расстояние от оси вертикального шпинделя до поверхности стойки, *мм*	—	500	500	625
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до поверхности стойки, *мм*	140	300	300	450
Расстояние от торца горизонтального шпинделя до вертикальной плоскости шпиндельной бабки, *мм*	40	35	35	30
Расстояние от торцовой поверхности стоек до торца стола при его крайнем переднем положении, *мм*	1810	2655	3480	5193
Размеры рабочей поверхности стола, *мм*:				
ширина	450	650	900	1250
длина	1600	2200	3000	4250
Наибольший вес фрезеруемой заготовки, *Т*	1,5	2,5	5	8
Число Т-образных пазов . .	3	3	5	5
Ширина Т-образных пазов, *мм*	22	22	28	28

Техническая характеристика	Типо			
	6622	6632	6642	6652
Расстояние между Т-образными пазами, *мм*	110	170	140	210
Наибольшее перемещение стола, *мм*	1600	2200	3000	4500
Быстрые перемещения стола, *мм/мин*:				
при прямом ходе	4000	3000	3000	4000
» обратном »	4000	3000	3000	4000
Количество ступеней подач .	18	18	18	
Подачи стола, *мм/мин* . . .	20—1000	190—950	19—950	23,5—1
Число шпиндельных бабок:				
вертикальных	—	1	2	2
горизонтальных	2	2	2	2
Наибольшее осевое перемещение шпинделя в бабке ручное, *мм*	175	200	200	275
Диаметр отверстия в шпинделе, *мм*	29	29	29	29
Конус шпинделя	№ 3	№ 3	№ 3	№ 3

Техническая характеристика	Типо			
	6622	6632	6642	6652
Размеры диаметров нормальных оправок для закрепления инструмента, *мм*	40; 50	40; 50	40; 50	40; 5
Наибольший рекомендуемый диаметр фрезерной головки, *мм*	200	300	350	400
Быстрое перемещение бабок, *мм/мин*:				
вертикальных	—	1500	1500	2000
горизонтальных	200	1500	1500	2000
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	18	12	12	12
Число оборотов шпинделя в минуту:				
прямое вращение	25—1250	47,5—600	47,5—600	37,5—4
обратное вращение . . .	25—1250	47,5—600	47,5—600	37,5—4
Количество ступеней подач бабок:				
вертикальных	—	18	18	
горизонтальных	2	18	18	

Техническая характеристика	Тип			
	6622	6632	6642	665
Подачи бабок, *мм/мин*:				
вертикальных	—	1,5—475	1,5—473	11,8—
горизонтальных	63—200	9,5—475	9,5—473	11,8—
Наибольший угол поворота бабок вправо и влево, *град* . .	—	±30	±30	±3
Мощность электродвигателя привода, *квт*	7	10	14	20
Мощность электродвигателя, подач, *квт*	1,7	4,5	4,5	10
Мощность электродвигателя ускоренного перемещения стола, *квт*	—	4,5	4,5	13,
Мощность электродвигателя перемещения траверсы, *квт* . .	—	4,5	7	
Масса станка, *кг*	8000	23 000	30 000	64 00
Габариты, *мм*:				
длина	4450	5 900	7 650	11 15
ширина	3020	4 350	4 650	5 60
высота	2115	3 360	3 650	4 60

185. Карусельно-фрезерные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры	
	621	623
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, *мм*	0—450	100—600
Расстояние от стойки до оси шпинделя, *мм*	300	360
Наименьшее и наибольшее расстояние от стойки до оси стола, *мм* . .	500—800	750—1100
Расстояние между осями шпинделей, *мм*	330	470
Диаметр стола, *мм*	1000	1500
Наибольший вес фрезеруемой заготовки, *кГ*	4000	8000
Число Т-образных пазов	10	12
Ширина Т-образных пазов, *мм* . .	18	28
Расстояние между Т-образными пазами, *мм*	100	210
Поперечное перемещение стола, *мм*	300	350
Число круговых подач стола . . .	12	12
Величины подач, отнесенные к диаметру 1000 *мм*, *мм/мин*	75—950	60—750
Наибольшее ручное осевое перемещение шпинделя в бабке, *мм* . . .	100	150
Диаметр отверстия в шпинделе, *мм*	29	29
Размеры диаметров нормальных оправок для крепления инструмента, *мм*	40,50	40,50
Наибольший рекомендуемый диаметр фрезерной головки, *мм*	325	450
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	8	8
Число оборотов шпинделей в минуту:		
чернового	37,5—190	30—150
чистового	60—300	47,5—235
Мощность электродвигателя привода главного двигателя, *квт*	14	14

Продолжение табл. 185

Техническая характеристика	Типоразмеры	
	621	623
Мощность электродвигателя подачи стола, *квт*	28	28
Масса стола, *кг*	7900	15 000
Габариты, *мм*:		
длина	2610	2 090
ширина	1530	3 210
высота	3100	3 185

186. Барабанно-фрезерные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры		
	6021	6022	6023
Рабочая поверхность стола, (диаметр), *мм*	1000	1000	1000
Наибольший ход стола или длина барабана, *мм*	450	650	900
Расстояние от оси шпинделей до поверхности стола или расстояние между стойками, *мм*	700	900	1150
Пределы расстояний между торцами шпинделей, *мм*	380—590	580—790	830—1040
Число шпинделей	4	4	4
Число скоростей шпинделей	6	6	6
Пределы чисел оборотов шпинделей в минуту	23—75 37—118 60—190	23—75 37—118 60—190	23—75 37—118 60—190
Время полного оборота барабана, *мин*	12,7—41	12,7—41	12,7—41
Мощность электродвигателя привода (каждого шпинделя), *квт*	10 или 20	10 или 20	10 или 20
Масса станка, *кг*	24 500	25 000	26 000
Габариты, *мм*:			
длина	2 800	3 060	3 310
ширина	1 950	1 950	1 950
высота	5 100	3 750	3 750

187. Поперечно-строгальные ст

Техническая характеристика	7311	7А35
Наименьшая и наибольшая длина хода ползуна, *мм*	10—200	0—500
Наибольшее расстояние от резца до станины (вылет), *мм*	350	640
Размер рабочей площади стола (длина и ширина), *мм*	200×180	500×360
Наибольшее поперечное (горизонтальное) перемещение стола, *мм* . .	250	600
Наибольшее вертикальное перемещение стола, *мм*	150	310
Наибольшее расстояние от нижней кромки ползуна до стола, *мм* . . .	200	400
Наибольшее вертикальное перемещение резцовой головки, *мм*	70	170
Наибольший угол поворота резцовой головки, *град*	60	60
Наибольшие размеры державки резца (ширина×высота), *мм*	12×16	20×40

Техническая характеристика	7311	7А35
Число двойных ходов ползуна в минуту	50—62,5	12,3—138
Наименьшая и наибольшая поперечная подача стола на двойной ход ползуна (регулирование бесступенчатое), *мм*	0,1—0,6	0,3—4,8
Размеры станочных тисков (ширина губок и расход губок), *мм*	130×120	260×250
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,5—1,0	4,5
Масса станка, *кг*	580	1222
Габариты, *мм*:		
длина	1135	2335
ширина	670	1355
высота	1350	1540

188. Продольно-строгальные стан

Техническая характеристика	Типораз				
	7231А	7134	7242А	7142А	724М
Наибольшая ширина строгания, *мм*	1000	1000	1 400	1 400	1 50
Наибольшее расстояние между поверхностью стола и траверсой, *мм*	870	870	1 270	1 270	1 25
Размеры стола, *мм*:					
ширина	900	900	1 250	1 250	1 30
длина	3000	3000	6 000	6 000	4 00
Расстояние между стойками, *мм*	1100	—	1 550	—	1 55
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, *кг*	5000	5000	10 000	10 000	10 00
Количество верхних суппортов (на траверсе)	2	2	2	2	2
Количество боковых суппортов (на стойках)	1	1	1	1	2
Наибольшее горизонтальное перемещение суппортов, *мм*:					
верхних	1420	1020	1 890	1 560	1 84
боковых	250	250	300	250	33

Техническая характеристика	Типора				
	7231А	7134	7242А	7142А	724М
Наибольшее вертикальное перемещение суппортов, *мм*:					
верхних	250	250	300	250	330
боковых	850	870	1100	1040	1250
Наибольший угол поворота суппортов, *град*:					
верхних	±60	±60	±60	±60	±5
боковых	±60	±60	±60	±60	±5
Количество ступеней горизонтальных подач суппортов:					
верхних	Изменение величины подачи бесступенчатое				2
боковых	Ручная подача				
Горизонтальные подачи на один двойной ход стола, *мм*:					
верхних суппортов .	0,5—25,0	0,5—25,0	0,5—25,0	0,5—25,0	0,5—
боковых суппортов .	Ручная подача				

Техническая характеристика	Типораз				
	7231А	7134	7242А	7142А	724М
Количество ступеней вертикальных подач суппортов:					
верхних	Изменение величины подачи бесступенчатое				2
боковых	То же				2
Вертикальные подачи суппортов на один двойной ход стола, *мм*:					
верхних	—	0,125—6,2	0,125—6,2	0,125—6,2	0,25-25,
боковых	0,25—12,0	0,25—12,0	0,25—12,0	0,25—12,0	0,25-12,
Быстрое горизонтальное перемещение суппортов, *мм/мин*:					
верхних	2330	2330	2330	2330	300
боковых	—	—	—	—	—
Быстрое вертикальное перемещение суппортов, *мм/мин*:					
верхних	585	585	585	585	150
боковых	1070	1070	1070	1070	300

Техническая характеристика	Типора				
	7231А	7134	7242А	7142А	724
Наибольшее сечение резца, *мм*	80×60	80×60	80×60	80×60	75×
Наименьшая и наибольшая скорость рабочего хода, *м/мин* . . .	5—75	5—75	6—60	6—60	6—
Наименьшая и наибольшая скорость обратного хода, *м/мин* . . .	15—75	15—75	15—60	15—60	12—
Мощность электродвигателя привода, *квт* . .	40	40	40	40	72
Мощность электродвигателя привода стола, *квт*	16,2	16,2	16,2	16,2	27/
Масса станка, *кг* . .	22 000	20 000	40 000	40 000	33 0
Габариты, *мм*:					
длина	7 495	7 495	13 390	13 390	9 6
ширина	3 260	3 275	4 275	4 010	4 3
высота	2 710	2 890	3 100	3 600	3 6

189. Долбежные станки

Техническая характеристика	Типоразм			
	7412	7417	7420	7430
Наименьший и наибольший ход долбяка, *мм*	5—100	0—160	6—200	125—38
Установочное перемещение долбяка, *мм* . .	Регулируется	285	225	200
Расстояние от наружной плоскости резцедержателя до станины, *мм* .	160	480	480	560
Расстояние от плоскости стола до нижнего конца направляющих долбяка, *мм*	220—320	320	320	420
Размер (диаметр) рабочей поверхности стола, *мм*	310×180	500	500	650
Наибольшее перемещение стола в продольном (по направляющим станицы), *мм*	220	475	500	635
Наибольшее перемещение стола в поперечном направлении (по направляющим каретки), *мм* .	160	530	500	635

Техническая характеристика	Типораз			
	7412	7417	7420	7430
Наименьшее и наибольшее расстояние от нижней кромки суппорта до плоскости стола, *мм*	50—320	25—450	25—450	40—60
Наименьшее и наибольшее расстояние задней кромки стола до станины, *мм*	10—170	25—500	30—530	30—60
Наибольший угол поворота долбяка, *град*	6	5	5	10
Наименьшая и наибольшая продольная и поперечная подачи, *мм*	0,1—0,6	0,8—1,20	0,1—1,2	0,1—1,
Наименьшая и наибольшая круговые подачи стола	—	0,05—0,81°	0,66—0,76°	0—2
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,5—1,0	2,8	2,8	7
Масса станка, *кг*	790	2370	2340	5500
Габариты, *мм*:				
длина	1000	1880	1950	2500
ширина	750	1410	1700	1990
высота	1780	2150	2280	2670

190. Протяжные станки

Техническая характеристика	Типора			
	7А510	7А520	7552	7540
Наибольший ход каретки, *мм*	1 250	1 600	2 000	2 00
Номинальное тяговое усилие, *кГ*	10 000	20 000	100 000	40 00
Пределы рабочих скоростей, *м/мин*	1,5—13	1,5—11	0,3—3,7	1—6
Мощность главного электродвигателя, *квт* .	14,0	20,0	55,0	40,(
Масса станка, *кг* . .	3900	5 900	17 400	10 50
Габаритные размеры, *мм*:				
длина	6080	6 700	10 315	8 35
ширина	880	1 870	2 037	2 03
высота	1200	1 280	2 415	1 35

Примечание. Станки 7А510, 7А520, 7540, 7552 — горизонта них поверхностей различной геометрической формы; 7А7058 и 7720 ния внутренних поверхностей различной геометрической формы; 7Б7 протягивания наружных поверхностей различной геометрической фо

191. Резьбонакатные станки

Техническая характеристика	Типоразмеры				
	МФ-103	МФ-128	5А935	5936	ГД-3
Диаметр накатываемой резьбы, *мм*					
наименьший	1	2	2	2	5
наибольший	2	6	8	5	125
Наибольшая длина накатываемой резьбы, *мм*	17	20	115	120	120
Предел чисел оборотов шпинделей в минуту	46—65	33—50	25—100	115—125	25—200
Сила давления роликов, *Т*	3	6	10	20	25
Мощность электродвигателя привода, *квт*	0,6	1,7	4,5	7,0	14,0
Масса станка, *кг*	350	1050	1300	4200	5500
Габариты, *мм*:					
длина	658	300	1200	1300	2500
ширина	594	760	1000	1200	1500
высота	1415	1600	1500	1500	1500

Правила и нормы расположения металлорежущего оборудования в механических цехах

Расположение станков в цехе должно обеспечивать не только технологические требования и рациональную организацию рабочего места (удобное положение рабочего, место для хранения материала, заготовок, инструмента и вспомогательных приспособлений к станкам), но и требования техники безопасности.

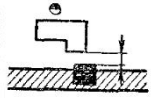
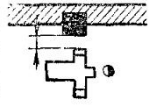
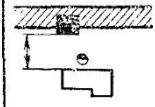
Положение станков в цехе координируют относительно колонн пролета участка. Расстояние от определенной колонны в двух направлениях ориентирует расположение станка на участке.

Правилами охраны труда и удобствами эксплуатации станков регламентированы размеры расстояний (разрывов) между станками в продольном и поперечном направлениях, размеры расстояний от стен и колонн, размеры рабочего места и размеры продольных проходов, предназначенных для транспортирования материалов, заготовок и др. Эти размеры установлены с учетом крайних положений движущихся частей станка для мелких, средних и крупных станков.

Перед станком предусматривают место для рабочего шириной 750 *мм*. Положение рабочего обозначено на эскизе кружком; часть кружка, обращенная к станку, не заштрихована.

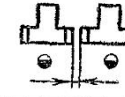
Наименьшие расстояния от элементов здания до станков приведены в табл. 192.

192. Наименьшие расстояния от станков до стен и колонн здания, *мм*

Характеристика размеров	Эскиз	Наименьшие расстояния между станками		
		мелкими	средними	крупными
От выступающих конструкций стены до:				
тыльной стороны станка		400	500	700
боковой стороны станка		400	500	600
фронта станка .		1000	1200	1500
От колонны до:				
тыльной стороны станка		300	400	600
боковой стороны станка		400	500	600
фронта станка .		700	800	1000

Расстояния между станками вдоль линии их расположения (по фронту) приведены в табл. 193.

193. Наименьшие расстояния между станками по фронту, *мм*

Виды станков	Наименьшее расстояние между станками		
			
	мелкими	средними	крупными
Токарные, револьверные патронные, горизонтальные токарные полуавтоматы и автоматы для штучных работ	400	500—600	600—700
Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы, карусельно-токарные, вертикально-расточные, вертикально-протяжные	—	600—700	900—1000
Вертикально-сверлильные	400	500	500
Горизонтально- и вертикально-фрезерные	400	500	600
Поперечно-строгальные	400	600	—
Продольно-фрезерные, продольно-строгальные, плоскошлифовальные двухстоечные	—	700	800—900
Зубофрезерные, зубострогальные, зубодолбежные (обслуживаемые с боковых сторон)	400—500	500—600	700—800
Радиально-сверлильные:			
расстояние между концами рукавов при развороте на угол 45°	—	500	600
то же на угол 180°	—	200	300
Кругло- и внутришлифовальные, плоскошлифовальные . .	400	600	800

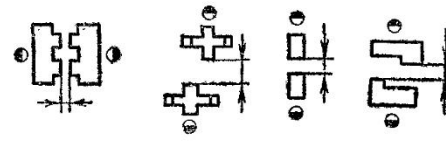
Расстояния между станками при поперечном расположении их приведены в табл. 194.

194. Наименьшие расстояния между станками при поперечном расположении их к проезду или проходу, *мм*

Схемы расположения станков	Эскиз	Наименьшие расстояния между станками		
		мелкими	средними	крупными
Станки расположены в «затылок»		800	900	1000
Каждый станок обслуживается одним рабочим		1400	1500	1600
Два станка обслуживает один рабочий . . .		800	900	—

Расстояние между тыльными сторонами станков приведены в табл. 195.

195. Наименьшие расстояния между тыльными сторонами станков, *мм*

Виды станков			
	Наименьшие расстояния между тыльными сторонами станков		
	мелких	средних	крупных
Токарные, револьверные патронные, зубофрезерные, зубострогальные, зубодолбежные, вертикально-протяжные, шлифовальные . . .	400	500	600

Продолжение табл. 195

Виды станков	Наименьшие расстояния между тыльными сторонами станков		
	мелких	средних	крупных
Горизонтальные токарные полуавтоматы и автоматы для штучных работ, продольно-фрезерные, продольно-строгальные, плоскошлифовальные с продольным столом двухстоечные .	500	600	700
Вертикальные многошпиндельные токарные полуавтоматы, карусельно-токарные .	—	700	900
Вертикально-сверлильные, горизонтально- и вертикально-фрезерные	400	400	500
Радиально-сверлильные	—	600	800
Поперечно-строгальные	400	500	—

Ширина прохода или проезда между станками регламентируется в зависимости от характера движения — одностороннего или двухстороннего, а также от вида транспорта.

Так, при расположении проходов или проездов между тыльными или боковыми сторонами станков при одностороннем движении и транспортировке электротележками ширина проезда должна быть не менее 17000 *мм*, а при двухстороннем — не менее 3000 *мм*.

При расположении проходов или проездов между фронтами станков при тех же условиях в первом случае ширина проезда должна быть не менее 2600 *мм*, а во втором — не менее 3000 *мм*.

Несколько отличается расположение револьверных станков и автоматов для прутковой работы, а также протяжных, продольно-строгальных, продольно-фрезерных, горизонтально-расточных и других станков подобного типа. Эти станки в целях лучшего использования площади размещают под углом в 15—20° загрузочной стороной к проходу.

При многостаночной работе станки устанавливают с учетом размещения органов их управления и наиболее удобного для рабочего положения при минимальной затрате времени на переходы от станка к станку. В этих случаях станкам придают различное положение — непрямолинейное и перпендикулярное к оси пролета участка.

Категория сложности ремонта, ремонтная единица и нормативы трудоемкости работ при ремонте металлорежущего оборудования

Степень сложности ремонта станков, его особенности оцениваются категориями сложности ремонта. Чем сложнее станок, чем больше его основные размеры и выше достигаемая на этом станке точность обработки, тем выше категория сложности его ремонта.

Для оценки ремонтных особенностей металлорежущего и другого оборудования в качестве эталона принят токарно-винторезный станок 1К62 с высотой центров 200 *мм* и расстоянием между центрами 1000 *мм*. Станку-эталону присвоена 11-я категория сложности ремонта. Ниже приводится методика определения категории сложности ремонта станков по данным ЭНИМС.

Для планирования учета ремонтных работ, а также для расчетных целей введено понятие «ремонтная единица», которая характеризует трудоемкость всех видов ремонта и профилактических операций станка 1-й категории сложности ремонта.

Применительно к отдельно взятому станку категория сложности ремонта и число ремонтных единиц совпадают. Так, для того же станка-эталона 1К62 трудоемкость его ремонта соответствует трудоемкости ремонта станка, оценивающегося 11-ю ремонтными единицами.

Ремонтные единицы могут суммироваться. По сумме ремонтных единиц определяют требуемое количество рабочих, штаты отдела главного механика, количество станков в ремонтно-механическом цехе, ремонтные материалы и другие данные, необходимые для выполнения работ по ремонту и межремонтному обслуживанию.

Ниже приводятся данные, характеризующие трудоемкость ремонтных операций всех видов ремонта и межремонтного обслуживания на одну ремонтную единицу. Эти нормативы не являются величиной постоянной и по мере улучшения технологии и организации ремонтных работ пересматриваются и ужесточаются (см. сноску к табл. 196).

196. Формулы для определения категории сложности ремон

Наименование станков	Формулы для определения категории сложности ремонта	Значения коэффициентов, учиты			
		высоту и расстояние между центрами и число ступеней скоростей			конструкт иные осо бенности нормальн исполнен до повыш ной точно
		K_1	K_2	K_3	α
Токарные	$\alpha (K_1 h + K_2 L + K_3 n) + C$	0,025	0,001—0,002	0,1—0,2	0,9—1,
Токарно-карусельные	$\alpha (K_1 D + K_2 H + K_3 n) + C$	0,005	0,0035	0,42	1—1,7

Токарно-многорезцовые горизонтальные	$\alpha (K_1 h + K_2 L + K_3 n) + C$	0,025	0,002	0,05	1—1,2
Токарно-многорезцовые вертикальные	$K_1 z + K_2 L + K_4 S + K_5 y$	2	0,01	K_4=0,03 K_5=3	—
Токарно-револьверные	$K_1 d + K_2 L + K_3 n + C$	0,03	0,002—0,004	0,15	—
Вертикально-сверлильные	$\alpha (K_1 d + K_2 L + K_4 S)$	0,1	0,001	K_4=0,012	0,8—1,

Наименование станков	Формулы для определения категории сложности ремонта	Значения коэффициентов, учит			
		высоту и расстояние между центрами и число ступеней скоростей			конструк ные оо беиност нормаль исполн до повы ной точ
		K_1	K_2	K_3^*	α
Горизонтально-расточные	$\alpha (K_1 D + K_2 S + K_4 l + K_5 b) + C$	0,08	0,006	K_4=0,003 K_5=0,001	0,9
Круглошлифовальные	$\alpha (K_1 h + K_2 L + K_3 n) + C$	0,025	0,002	0,35	1—1

Плоскошлифовальные	$\alpha (K^* z(K_1 B + K_2 l + K_4 S) + C$	0,007	0,005	K_4=0,2 K_7=1,2	1—1,
Внутришлифовальные	$\alpha (K_1 d + K_2 l + K_3 n) + C$	0,01	0,01	0,3	1,2—1
Фрезерные, универсальные, горизонтальные и вертикальные	$\alpha (K_1 L + K_2 B + K_3 n + K_4 S) + C$	0,0025	0,005	K_4= =0,008—0,1	1,2—1
Строгальные	$\alpha (K_1 S + K_2 l + K_3 n) + C$	0,008	0,0035	0,25	1—1
Долбежные	$\alpha (K_1 D + K_2 S + K_3 n) + C$	0,003	0,01	0,5	0,9—1

* Коэффициент, учитывающий количество шпинделей.

197. Трудоемкость ремонтных работ и межремонтного обслуживания металлорежущих станков на одну ремонтную единицу (предельная), *ч*

Ремонтная операция	Виды работ			
	Слесарные	Станочные	Прочие (окрасочные, сварочные и др.)	Всего
Промывка	0,6	—	—	0,6
Проверка на точность . .	0,3	—	—	0,3
Осмотр перед капитальным ремонтом	1,6	0,4	—	2,0
Осмотр	1,0	0,5	—	1,5
Малый ремонт	5,0	4,0	1,0	10,0
Средний ремонт	18,0	10,0	8,0	30,0
Капитальный ремонт . .	30,0	20,0	4,0	54,0

Примечания.

1. Нормы на станочные работы предусматривают изготовление запчастей в ремонтном цехе завода. При получении их в централизованном порядке со стороны нормы соответственно уменьшаются.
2. При продолжительности работы станков свыше 20 лет нормы на слесарные работы увеличиваются на 10%.
3. При механизации слесарных работ (шабрение, притирка и др.) нормы соответственно уменьшаются на 10—15%.
4. При организации ремонта работ на удобных площадках и хорошо организованном рабочем месте, обеспечении достаточным количеством грузоподъемных средств нормы слесарных работ могут быть снижены на 15%.

Неполадки при работе на станках

При работе на станках могут возникнуть различные неполадки, часть которых оказывает непосредственное влияние на точность обрабатываемых заготовок.

В нижеследующих таблицах приведены основные неполадки при работе на станках разных типов, влияющие на технологическую точность обрабатываемых заготовок, а также причины возникновения этих неполадок и возможные способы их устранения.

198. Характерные виды неполадок при работе на токарных ст

Дрожание обрабатываемой заготовки или режущего инструмента	Выкрашивание режущих кромок инструмента	Повышенный износ режущих кромок инструмента
Недостаточная жесткость обрабатываемой заготовки	Неправильная установка режущего инструмента относительно центра обрабатываемой заготовки	Повышенная твердость обрабатываемой поверхности заготовки
Обрабатываемая заготовка имеет слишком большую длину при небольшом диаметре	Высокая твердость режущего инструмента	Необходимо произвести отжиг или нормализацию, или снизить скорость резания
Обработка производится без люнета	Наличие трещин после термообработки	Наличие на обрабатываемой поверхности заготовки посторонних включений (шлак, окалина, песок)
Задняя бабка слабо закреплена		Высокая скорость резания
Пиноль задней бабки имеет слишком большой вылет		Неудовлетворительная заточка режущих кромок инструмента
Клинья суппорта слабо подтянуты		Недостаточное охлаждение режущего инструмента
Подшипники шпинделя передней бабки требуют регулировки		
Режущий инструмент имеет большой вылет		

199. Характерные виды неполадок при работе на револьверных станка

Не выдержана длина обрабатываемой заготовки	Пруток провертывается в зажимной цанге	Дробленая поверхность обрабатываемой заготовки	Увод сверла и увеличенный размер обрабатываемого отверстия	При р нии н ся н чисто ности обраб отверс
Неправильно установлен упор, ограничивающий подачу прутка	Пруток слабо зажат в цанге	Шпиндель имеет осевую игру	Неправильно заточено сверло	Ось стия совпа осью ваемо верст
При сверлении пруток подается обратно, в результате чего при отрезании длина обрабатываемой заготовки не выдерживается	Проверить и отрегулировать натяжение зажимной цанги	Клинья суппортов слабо подтянуты	Разработано гнездо револьверной головки	Сле менит щуюс под
Произвести предварительное сверление меньшим диаметром сверла, а затем окончательное сверление сверлом требуемого по чертежу диаметра	Размеры прутков отклоняются от требуемой толщины или диаметра			Шп перед имеет игру
Проверить и отрегулировать натяжение зажимной цанги				Нер ная или подач
Шпиндель передией бабки имеет осевую игру				Реж кромк вертк ны

200. **Характерные виды неполадок при работе на сверлильных стан**

Выкрашивание режущих кромок сверла	Увод сверла и увеличенный размер обрабатываемого отверстия	При сверл ся необ
Нагревание и быстрое охлаждение сверла при затачивании или сверлении	Неправильная установка обрабатываемой заготовки	Неудов ная зато
Неудовлетворительная заточка сверла	Неправильный зажим сверла	Несоот зочно-ох жидкост
Провертывание сверла в патроне	Неудовлетворительная заточка сверла	Чрезме
Несоответствие смазочно-охлаждающей жидкости	Неровные углы или длина режущих кромок или то, и другое вместе	
Высокая скорость резания		
Чрезмерная подача		
Наличие на обрабатываемой поверхности заготовки посторонних включений (шлака, окалины, песка)		

201. Характерные виды неполадок при работе на строгальных станках

Дробление обрабатываемой поверхности	При строгании не получается необходимая чистота поверхности	Непараллельность обрабатываемой поверхности плоскости основания	Отжим режущего инструмента	Выкраши ние режу кромо инструме
Неравномерный износ направляющих и зубчатой рейки стола в результате строгания на коротких ходах	Дрожание стола, суппорта и резцедержателя с резцом Неудовлетворительный зажим обрабатываемой детали Повышенная твердость обрабатываемой поверхности заготовки Отжечь заготовку; переточить резец, увеличив угол резания; снизить скорость резания Мягкий материал обрабатываемой заготовки Переточить резец, уменьшив угол резания; уменьшить подачу, увеличив скорость резания	Непараллельность поперечины плоскости стола	Неудовлетворительная заточка углов резца Завышенная глубина строгания Наличие мертвого хода в суппорте Вертикальные салазки не застопорены	Неудов летвори- тельная точка уг резца Неудов летвори- тельная мообрабо ка резца

202. Характерные виды неполадок при ра
на внутришлифовальных станках и основные причины

Не выдержаны размеры обрабатываемой детали	Конусность обрабатываемой детали	Прижоги на обрабатываемой поверхности	При ш чается пов вози
Неудовлетворительно отрегулирована подача Обработанная деталь измерялась в нагретом состоянии	Отжим шпинделя шлифовального круга Непараллельность оси шпинделя передней бабки и направляющих продольного хода стола Неправильный выбор шлифовального круга (мягкий)	Засаливание шлифовального круга Неправильный выбор шлифовального круга (твердый) Недостаточное охлаждение Повышенная скорость вращения шлифовального круга Повышенная поперечная подача (глубина шлифования)	Шл не от Неи ческая Под бабки Не шпинд го кр Неп шение ми с вальн батыв Неп шлифо Заг зочно- жидко

203. Характерные виды неполадок при ра
плоскошлифовальных станках и основные причины их

Не выдержаны размеры обрабатываемой детали	Конусность обрабатываемой детали	Прижоги на обра поверхно
Неправильно установлена подача (ручная, автоматическая)	Грязь и забоины на поверхности магнитной плиты	Засаливание вального круга
Обработанная деталь измерялась в нагретом состоянии	Выпуклость или вогнутость поверхности магнитной плиты	Неправильно шлифовальный
	Изношенность направляющих шлифовальной головки или стола	Неправильно режим шлифо
	Нежесткое крепление обрабатываемой детали	Недостаточн дение
	Неточность приспособления для крепления обрабатываемой детали	Значительна контакта шлиф круга и обраб детали
	Неправильный выбор шлифовального круга	

Техника безопасности

Основные правила по технике безопасности при работе на металлорежущих станках

Причинами травматизма в случае отсутствия или недостаточности предупредительных мер при работе на металлорежущих станках являются:

1) вращающиеся валы, муфты, шпиндели, шкивы, зубчатые колеса и т. д., выступающие части, зазоры между вращающимися деталями станка, зазоры между любыми подвижными и неподвижными частями и другие детали и узлы кинематической системы станка, передающие движение от привода до зоны резания;

2) вращающиеся инструменты (сверла, фрезы, абразивные круги и др.), возвратно-поступательно движущиеся инструменты (строгальные и долбежные резцы, ножовка и др.), обломки инструмента и установочно-зажимные приспособления при их установке и снятии;

3) движущиеся и неподвижные обрабатываемые заготовки во время установки и съема и в процессе резания, а также стружка и другие отходы при обработке и уборке.

Ниже приводятся технические условия безопасности на токарно-винторезные и токарно-револьверные станки, составленные с учетом рекомендаций ВНИИ охраны труда ВЦСПС, предназначаемые для заводов, выпускающих станки, а также требующие выполнения при модернизации действующего станочного парка.

Технические условия безопасности на токарно-винторезные и токарно-револьверные станки среднего размера

1. В конструкции станка и отдельных его узлов должны быть предусмотрены элементы, обеспечивающие безопасность при монтаже, наладке, обслуживании и ремонте.

2. Станок в целом и отдельные его узлы должны обладать достаточной прочностью и жесткостью, исключающей поломку и разбалтывание отдельных деталей, при работе на максимально допустимых режимах резания.

3. Все быстровращающиеся части станка (шпиндель, патрон и др.) должны быть тщательно сбалансированы.

4. Закрепляющие и поддерживающие изделие устройства, как, например, хомутики, планшайбы, патроны, вращающиеся центры и др., должны иметь гладкие наружные поверхности. При наличии на наружных поверхностях выступающих частей эти устройства должны быть ограждены.

5. Патроны и планшайбы должны иметь замковые приспособления и устройства против самоотвинчивания при реверсировании вращения шпинделя.

6. Станок должен быть снабжен устройством, надежно защищающим работающих от травм отлетающими стружками.

7. Передачи движения от электродвигателя (ременные, зубчатые и др.) должны быть ограждены сплошными металлическими открывающимися укрытиями или размещены внутри станины станка.

8. Коробка скоростей, коробка подач и механизм фартука должны иметь полностью закрытую конструкцию.

9. Станок должен иметь сигнализацию для контроля нормальной смазки ответственных узлов.

10. Все места для заполнения маслом, не имеющие специальных масленок, должны быть отмечены (окрашены) красным цветом.

11. Части станка и приспособлений к нему не должны иметь острых углов.

12. Головки крепежных болтов и винтов, особенно на вращающихся или перемещающихся деталях, должны быть «утоплены».

13. Концы валов и поступательно перемещающихся штанг, как правило, не должны выступать из корпусов механизмов станка, в противном случае их необходимо оградить.

14. Станок должен быть оснащен тормозным устройством, автоматически действующим при выключении приводного механизма к шпинделю, устройством для автоматического выключения подачи в случае перегрузки, а также в случае останова шпинделя станка.

Станок должен быть рассчитан на работу по упорам.

15. Станины станков снабжаются специальными болтами с обозначениями «земля» и предназначенными для заземления. Если корпуса электрооборудования станка не имеют надежного металлического соединения с заземленной станиной, то они заземляются самостоятельной шиной.

16. Аппаратура и электропроводка должны быть защищены от воздействия масла, охлаждающих жидкостей и от механических повреждений.

17. Подвижные участки электропроводки должны находиться в гибких металлических металлорукавах, снабженных уплотнением против проникновения масла и охлаждающих жидкостей.

18. Наружные поверхности оградительных и предохранительных устройств окрашивают в цвет станка, а внутренние поверхности оградительных устройств — в красный цвет, сигнализирующий об опасности работы с открытым ограждением.

19. Станки снабжаются светильниками местного освещения обеспечивающими освещенность рабочих зон (место обработки, лимбы подач, таблицы настройки станка) в соответствии с санитарными нормами.

Работа на металлорежущих станках относится к разряду точных зрительных работ. Система освещения станков должна быть комбинированной (общее и местное освещение).

20. Устройство местного освещения станков должно быть безопасным. С этой целью напряжение сети местного освещения не должно превышать 36 *в*; подводка электрических проводов к светильнику должна быть скрытой; необходимо, чтобы конструкция светильника исключила перекручивание и перетирание проводов и попадание на них применяющихся при обработке жидкостей (масла, эмульсии и др.).

Кронштейн местного освещения должен фиксировать светильник во всех требуемых положениях без дополнительных операций по закреплению светильника.

21. В целях безопасности при монтаже и перестановках станка в станине предусматриваются: в подошве — углубления для перемещения ломиками, а в корпусе — специальные места для захвата, или отверстия для перемещения краном.

22. Направляющие станины (особенно с левой стороны суппорта) должны быть защищены от стружки и случайных ударов специальными подвижными металлическими ограждениями.

23. Станина должна иметь прилив у основания для заземляющего болта.

24. Поперечные ребра и стенки станины должны образовывать проемы для свободного прохода стружки. При этом верхняя поверхность поперечных ребер должна иметь заостренную или округлую форму.

25. Форма наружных поверхностей суппорта должна способствовать легкому сходу стружки в корыто станка.

26. Ходовые валики и винты должны быть «утоплены» в нише станины или защищены телескопическими ограждениями.

27. Конструкция резцедержателя должна обеспечивать точную установку резцов по центру и надежное их закрепление. Головки крепежных болтов рекомендуется выполнять «утопленными» в теле резцедержателя.

28. Конструкция задней бабки должна обеспечивать легкое перемещение ее по направляющим станка и надежное закрепление в требуемом положении.

При массе задней бабки свыше 80 *кг* ее перемещать следует посредством маховичка, расположенного с фронтальной стороны станка.

29. Задняя бабка токарно-винторезных станков должна быть рассчитана на работу с вращающимся центром.

Рекомендуется встроенная конструкция заднего центра.

30. Пиноль должна иметь надежный зажим в требуемых положениях, исключающий возможность ослабления в процессе работы на высоких скоростях.

Пиноль задней бабки в целях удобства обслуживания станка целесообразно перемещать посредством маховичка, расположенного с фронтальной стороны станка.

31. Расположение рычагов и кнопок управления должно быть таким, чтобы рабочий мог легко (не сгибая сильно корпуса и не вытягиваясь) и безопасно производить с ними все необходимые манипуляции.

32. Необходимо, чтобы кнопки и рычаги управления были снабжены ясными надписями, обозначающими осуществляемые ими действия.

33. Конструктивное выполнение и расположение пусковых устройств должно исключать возможность неожиданного (случайного) пуска станка.

Кнопки управления должны быть «утоплены» в коробке или ограждены специальным кольцом. Кнопка «Стоп» должна быть красного цвета.

Рычаги рукоятки включения и переключения снабжаются надежными фиксаторами, исключающими самопроизвольное или случайное их перемещение.

34. Усилия на рычагах управления и маховичках ручного перемещения не должны превышать 3 *кГ*.

Скоростное точение, в основе которого лежит квалифицированное использование резцов, оснащенных пластинками твердого сплава (во многих случаях с механическим креплением пластинок), характеризуется относительно высокими скоростями движения частей станка и обрабатываемого изделия, а также отделением от обрабатываемого изделия большого количества горячей стружки, отлетающей при обработке хрупких металлов (бронзы, чугуна и др.), и сливной (ленточной) — при обработке вязких металлов (особенно сталей).

Ниже приводятся инструкции по технике безопасности для токарей и фрезеровщиков, составленные с учетом рекомендаций ВНИИ охраны труда ВЦСПС. Эти инструкции являются типовыми и отражают только основные вопросы техники безопасности, поэтому необходимо учитывать специфику работы на данном предприятии.

Инструкция по технике безопасности при скоростном точении

Для безопасного ведения процесса скоростного точения необходимо строго соблюдать нижеследующую инструкцию:

1. Резцы, оснащенные твердым сплавом, следует предохранять от ударов. Твердые сплавы обладают повышенной хрупкостью, поэтому надо аккуратно обращаться с твердосплавными резцами при заточке, транспортировке, установке, смене и в процессе резания и хранить их в инструментальном шкафу, в специальных ячейках.

2. Устанавливать на станок надо только вполне исправный резец. Перед установкой следует проверить: а) надежность крепления пластины твердого сплава (особенно при механическом ее креплении); б) целостность и правильность заточки пластины твердого сплава. Последняя не должна иметь зазубрин, трещин, сетки и прижогов. Режущая кромка должна быть доведена.

3. Резец надо устанавливать строго по высоте центров станка. В случае установки резца выше или ниже оси центров или не перпендикулярно и не параллельно оси изделия углы резания будут не соответствовать углам заточки и появится опасность выкрашивания пластины и поломки резца.

Для установки резца по оси центров надо пользоваться только специально для этого предназначенными подкладками; применять для этой цели случайные предметы (обломки ножовки, гайки и т. д.) категорически запрещается.

4. Во всех случаях надо устанавливать резец с минимальным вылетом из резцедержателя; по условиям безопасности и для получения обработанной поверхности хорошего качества вылет резца из резцедержателя не должен превышать более чем в полтора раза высоту державки резца. Резец надо закреплять надежно, не менее чем двумя болтами резцедержателя.

5. Обрабатываемые детали и приспособления для закрепления изделия массой более 20 *кг* устанавливают на станок и снимают при помощи подъемных устройств (общецеховых или индивидуальных).

Приспособления и детали должны быть укреплены надежно. Для подъема необходимо пользоваться специальными быстродействующими захватами.

6. Обрабатываемое изделие следует надежно закрепить в центрах или в патроне. При обработке деталей в центрах нужно предварительно проверить правильность зацентровки обрабатываемой детали. При применении вращающихся центров заднюю бабку необходимо надежно закрепить на направляющих станины. При обтачивании длинных деталей (осей, валов и т. д.) на высоких скоростях следует применять роликовые люнеты. В кулачковом патроне (без подпора центром задней бабки) закрепляются только весьма короткие (L не более двух d) уравновешенные детали. В других случаях пользуются для подпора центром задней бабки.

Несоблюдение этих требований может привести к вылету детали в процессе обработки вследствие сгорания центра, отхода задней бабки и т. д.

7. При обработке деталей следует применять режимы резания, указанные в операционной карте для данного изделия. Всякое изменение режимов резания необходимо согласовывать с мастером или технологом цеха.

8. При скоростном точении пользуются устройствами, защищающими от травм стружкой. Если обрабатываются вязкие металлы (стали и др.), дающие сливную (ленточную) стружку, то применяются резцы с канавками или накладными порогами на передней поверхности, которые дробят или завивают стружку в процессе точения.

При обработке хрупких металлов (бронзы, чугуна и др.), дающих мелкую отлетающую стружку, а также при дроблении стальной стружки в процессе точения применяются защитные устройства: индивидуальные щитки, прозрачные быстроустанавливаемые на рабочую позицию экраны или специальные стружкоотводчики.

9. Во избежание травм, могущих произойти вследствие поломок инструмента, необходимо строго соблюдать следующие правила:

а) сначала включать шпиндель, а потом подачу; при этом обрабатываемая деталь приводится во вращение раньше соприкосновения ее с резцом; не следует производить врезание в обрабатываемую деталь при подаче суппорта вручную, так как это приводит к выкрашиванию режущей кромки;

б) перед остановкой станка нужно выключить подачу, а потом шпиндель.

10. Если при точении возникают большие вибрации, то следует остановить станок и сообщить об этом мастеру.

11. Если в процессе работы обнаружено затупление резца или выкрашивание режущей кромки, надо немедленно сменить резец.

12. В целях безопасности, облегчения условий работы и достижения высокой производительности рекомендуется всемерно сокращать ручные приемы работы путем использования лимбов продольной и поперечной подачи, применения упоров, устройств для автоматического измерения размеров в процессе резания, быстродействующих зажимных приспособлений и т. д.

Скоростное фрезерование, в основе которого лежит применение фрез, оснащенных твердым сплавом (в большинстве случаев с механическим креплением резцов), характеризуется относительно высокими скоростями движения частей станка и режущего инструмента, а также отделением от обрабатываемого изделия большого количества горячей отлетающей стружки.

Для безопасного ведения процесса скоростного фрезерования необходимо строго соблюдать нижеследующую инструкцию.

Инструкция по технике безопасности при скоростном фрезеровании

1. Фрезы, оснащенные пластинками твердого сплава, следует предохранять от ударов, хранить, перевозить и переносить в специальной таре.

2. Перед установкой на станок фрез, приспособлений и обрабатываемых деталей их следует очистить от стружки и масла; особенно тщательно очищаются их соприкасающиеся поверхности, чтобы обеспечивалась правильная установка.

3. Перед установкой на станок фрезы следует проверить:

а) надежность крепления зубьев (резцов);

б) целостность и правильность заточки пластин твердого сплава. Последние не должны иметь выкрошившихся мест, зазубрин, трещин, сетки и прижогов.

4. Установку и съем фрезы следует производить в рукавицах. Фрезы массой от 3 до 8 *кг* подводятся к шпинделю вертикально-фрезерного станка подъемом стола; при этом на стол под фрезу устанавливается деревянная прокладка. Фрезы массой свыше 8 *кг* устанавливаются специальным подъемным устройством (общецеховым или индивидуальным) также с применением прочной и устойчивой деревянной подставки.

5. При установке фрезу проверяют на радиальное и торцовое биение; биение на периферии не должно превышать 0,03 *мм*, а по торцу, в зависимости от характера обработки (черновая или чистовая), не более 0,04—0,08 *мм*.

6. Приспособления и обрабатываемые детали массой свыше 20 *кг* устанавливаются на станок и снимаются при помощи подъемных устройств с использованием предназначенных для этого мест строповления (отверстия, рамы, пальцы).

7. Фрезеруемая деталь в приспособлении должна быть надежно закреплена с направлением усилий резания на неподвижные опоры. Деталь следует закреплять возможно ближе к обрабатываемой поверхности. При закреплении детали прижимными планками последние следует располагать горизонтально с применением только специально для этого предназначенных подкладок.

Детали с необработанными поверхностями (особенно имеющие литейные и штамповочные уклоны) закрепляют при помощи приспособлений и тисков с насеченными губками.

При закреплении детали необходимо пользоваться безопасными ключами-рукоятками.

8. При использовании пневматических, гидравлических и электромагнитных приспособлений для закрепления деталей необходимо тщательно оберегать от механических повреждений трубки подачи воздуха и жидкости, а также электропроводку. Надо помнить, что при внезапном падении давления в пневмо- или гидросети или при внезапном перерыве в питании током изделие открепляется и если станок не снабжен соответствующими автоблокировками обрабатываемая деталь может вылететь из приспособления.

На станках современных конструкций безопасность применения пневматических, гидравлических и электромагнитных зажимных приспособлений обеспечивается введением соответствующих автоблокировок или ограничителей.

9. Для обработки деталей применяются режимы резания, указанные в операционной карте для данного изделия. Всякое изменение режимов резания согласовывается с мастером или технологом.

10. При работе фреза должна быть ограждена. Если надежного ограждения нет, то во избежание ранения фрезой устанавливать изделие на станок и снимать его следует на расстоянии от фрезы (в безопасной зоне).

11. При скоростном фрезеровании необходимо пользоваться устройствами для защиты от отлетающей стружки и предупреждения рассеивания ее по рабочему месту.

В зависимости от направления полета стружки и степени ее рассеивания надо применять индивидуальные средства защиты (очки, индивидуальные щитки), прозрачные экраны, препятствующие рассеиванию стружки, или специальные стружкоотводчики, улавливающие и отводящие стружку в стружкосборник.

12. Во избежание травм, могущих произойти вследствие поломок станка и режущего инструмента, необходимо строго соблюдать следующие правила:

а) сначала включать шпиндель, а потом подачу; при этом фреза приводится во вращение раньше соприкосновения ее с деталью (соприкосновение невращающейся фрезы с обрабатываемой поверхностью не допускается);

б) перед остановкой станка вначале выключать подачу, а потом шпиндель (нельзя выключать шпиндель при включенной подаче);

в) вводить фрезу в деталь следует постепенно, без удара (особенно важно при ручной подаче).

13. Если при фрезеровании возникают большие вибрации, то следует остановить станок и сообщить об этом мастеру.

14. Если обнаружено затупление фрезы или выкрашивание пластин твердого сплава, то необходимо сменить фрезу.

15. В целях безопасности, облегчения условий работы и достижения высокой производительности надо всемерно сокращать ручные приемы работы путем применения быстродействующих зажимных устройств, подъемных устройств, упоров и т. п.

Применение приспособлений, обеспечивающих надежное закрепление обрабатываемых заготовок, повышает точность обработки, производительность и облегчает условия труда. Ниже приводятся технические условия безопасности установочно-зажимных приспособлений.

Технические условия безопасности установочно-зажимных приспособлений

1. Приспособления не должны иметь острых ребер и углов. Наружные поверхности корпусов и других крупных деталей приспособлений должны быть возможно более гладкими.

2. Вращающиеся приспособления (например, патроны токарных станков) не должны иметь на поверхности выступающих частей. Если выступающие части все же имеются, то их следует заключать в кожух, надетый на патрон или установленный неподвижно на станке.

3. Приспособления должны быть удобными в эксплуатации и не требовать затраты больших физических усилий на их перемещение. Рекомендуется, чтобы усилия, прилагаемые к приспособлениям, не превышали норм, принятых для металлорежущих станков (при направлении усилия вверх и вниз 6—8 *кГ*; в сторону 4—5 *кГ*), с учетом снижения их на частые перемещения от 20 до 40%.

Для крупносерийного производства рекомендуется применение многоместных приспособлений, сокращающих число ручных операций, приспособлений для обработки деталей в кассетах, приспособлений, в которых несколько зажимов объединены одним винтом или рукояткой. Усилия, прилагаемые к объединенным зажимам, не должны превышать указанных выше норм. Рекомендуется применение пневматических, гидравлических и электрифицированных зажимных приспособлений, устраняющих необходимость в приложении значительных усилий.

4. Органы управления приспособлений должны быть расположены так, чтобы обеспечивалось удобство пользования ими, по возможности не сходя с рабочего места. Они должны быть хорошо видны и легко доступны. Рекомендуется органы управления приспособлениями рассчитывать для работы правой рукой.

5. Органы управления должны располагаться возможно дальше и в стороне от режущего инструмента.

6. Конструкция и расположение органов управления приспособлениями должны исключать возможность их перемещения от случайного прикосновения, толчка или вибрации.

7. Пневматические приспособления, фиксирующие механические запоры и предотвращающие самопроизвольное освобождение зажимов при перерыве в подаче воздуха, следует объединять с управлением подачей воздуха в одной рукоятке.

8. Гайки и головки зажимных болтов должны быть расположены удобно для захвата их ключами или съемными рукоятками. Головки зажимных болтов должны быть высокими ($h=1{,}6\,d$) и закаленными. Рекомендуется предусматривать пользование не обычными, а глухими ключами или специальными ключами-рукоятками.

9. Жесткость корпусов приспособлений должна обеспечивать неизменность положения элементов приспособления и отсутствие вибраций.

10. Зажимы должны надежно закреплять деталь и обеспечивать неизменность положения ее в процессе обработки. Необходимо, чтобы упоры и прижимы располагались возможно ближе к плоскости обработки.

11. Основные опоры следует располагать на максимальном расстоянии друг от друга для обеспечения устойчивого положения детали в приспособлении.

12. Приспособления должны надежно зажимать обрабатываемые детали.

Рекомендуется применение приспособлений, в которых при увеличении усилий резания усилия зажима также возрастают. При использовании приспособлений с пневматическим или гидравлическим приводом рекомендуется, где это возможно, блокировать механизмы зажима с подачей станка так, чтобы последняя осуществлялась только при надежном зажатии детали.

13. Упорные и прижимные планки приспособлений, предназначенных для деталей, имеющих необработанные поверхности, должны быть снабжены насечками.

14. Приспособления должны быть снабжены устройствами, предотвращающими самопроизвольное освобождение зажимов при перерыве в питании и отбрасывание детали.

Для пневматических и гидравлических приспособлений рекомендуется:

а) предусматривать принудительное освобождение детали, например зажимы, работающие через самотормозящие устройства (клин, эксцентрик);

б) питание приспособлений блокировать с пусковым устройством станка. Для предотвращения мгновенного падения давления в воздушной питающей сети устанавливать обратные клапаны.

Для электромагнитных и других электрифицированных приспособлений рекомендуется питание приспособлений блокировать с пусковым устройством станка и снабжать станки устройствами, предотвращающими возможность сбрасывания детали, например ограждениями. Последние могут быть установлены на приспособлении или на столе станка.

15. Пневматические и гидравлические приспособления или группы приспособлений должны быть снабжены контрольной аппаратурой для наблюдения за давлением в сети. Приборы следует рас-

полагать в удобном для наблюдений месте. Регуляторы давления должны находиться в удобных и легко доступных местах.

На гидравлических приспособлениях следует устанавливать устройства, предохраняющие систему от перегрузки.

16. Шланги и трубы, подводящие воздух или жидкость, а также места их ввода не должны располагаться со стороны рабочего места, стеснять рабочую зону или затруднять доступ к органам управления приспособлением и станком.

Для пневматических приспособлений выпуск (выхлоп) отработавшего сжатого воздуха из приспособлений должен осуществляться так, чтобы исключалось разбрызгивание эмульсии, разбрасывание стружек и образование пыли, и ни в коем случае не должен быть направлен в сторону рабочего места. Рекомендуется выхлопные штуцеры дополнять отводными трубками.

17. Силовую подводку к электромагнитам приспособлений следует производить так, чтобы она находилась в стороне от режущего инструмента. Подводка не должна располагаться со стороны рабочего места и должна быть надежно защищена от механических повреждений и преждевременного износа. Обмотка электромагнитов в приспособлениях должна быть надежно защищена от механических повреждений, проникновения эмульсии и загрязнения.

18. Приспособления должны обеспечивать удобство установки и снятия отрабатываемых деталей.

19. В приспособлениях, предназначенных для обработки тяжелых деталей, предусматривается возможность свободной закладки и съема стропов, клещей и других захватных устройств для перемещения деталей с помощью подъемно-транспортных механизмов.

20. В приспособлениях, в которых детали устанавливаются вручную должно предусматриваться достаточное место для рук, охватывающих деталь.

21. Приспособления, имеющие перекрытия над местом установки, в которых возможно деталь сразу опустить на базирующую плоскость, должны быть снабжены специальными устройствами. На эти устройства деталь может быть предварительно установлена, а затем передвинута на место. Рекомендуется устройство выносных кронштейнов, салазок и рольгангов, а также механизация доставки детали до места.

22. Конструкция посадочных пальцев приспособления и их расположение должны обеспечивать отсутствие заедания детали. Рекомендуется, чтобы концы пальцев были выполнены в виде приемных конусов.

23. Рекомендуется устройство выдвижных пальцев или автоматическое опускание детали на пальцы.

23. При установке деталей на горизонтальные посадочные пальцы должна быть устранена возможность самопроизвольного падения с них детали.

24. В случаях, когда устанавливаются и снимаются детали без остановки станка в непосредственной близости от движущегося инструмента, а также в автоматизированных приспособлениях, снабженных механизмами перемещения, независимыми от движения стола станка, должны предусматриваться специальные автоматические устройства, исключающие возможность травмирования рук режущим инструментом.

Рекомендуется устройство ограждений, связанных с движением приспособления или стола станка, которые закрывали бы режущий

инструмент во время установки и снятия детали и открывали бы его во время процесса резания.

25. При использовании быстродействующих приспособлений (например, пневматических, гидравлических) должна быть исключена возможность попадания рук между зажимом и деталью. Этот зазор должен не превышать 5 *мм*. Для обеспечения последнего в универсальных приспособлениях рекомендуется предусматривать возможность регулировки зева приспособления в процессе установки в зависимости от размера деталей.

26. Приспособления, предназначенные для обработки деталей, формы, размеры и способ закрепления которых делают затруднительной выемку их после обработки, должны быть снабжены выталкивателями. Рекомендуется, чтобы после удаления детали выталкиватель автоматически возвращался в исходное положение.

27. Приспособления должны обеспечивать удобство очистки их от стружек без непосредственного участия рук. Это должно предусматриваться конструкцией отдельных элементов приспособлений.

28. Для удаления стружки в корпусе приспособления должны быть предусмотрены окна, вырезы. Для этой цели можно также рекомендовать различные вспомогательные устройства: лотки, воронки. В корпусе приспособления не должно быть острых входящих внутренних углов. Наружные поверхности корпусов должны быть по возможности гладкими, без выступов и ребер. Ребра жесткости должны располагаться так, чтобы не скапливалась на них грязь и стружки.

29. Приспособления должны обладать герметичностью, чтобы между трущимися поверхностями и в пневмосистему не попадали грязь и охлаждающая жидкость.

30. Очистка приспособлений от стружки и пыли с помощью сжатого воздуха не рекомендуется. При необходимости использования сжатого воздуха для очистки приспособления обязательно должны быть предусмотрены устройства, исключающие разлетание стружки и пыли и попадание их на станочника и в движущиеся части станка.

31. В тяжелых приспособлениях должны быть устройства для строповки: специальные отверстия, рымы, пальцы

Отверстия следует располагать так, чтобы пропускаемый в них строп не повреждался, кромки отверстий не должны быть острыми. Рымы — их расположение и количество зависят от размеров, веса и конфигурации приспособлений. Устройство съемных рымов не разрешается. Пальцы могут устанавливаться в крайнем случае, когда невозможно снабдить приспособление отверстиями или рымами. Пальцы должны иметь предохранительные буртики для предотвращения соскальзывания стропов.

32. Устройства для строповки должны располагаться так, чтобы исключалось самопроизвольное перемещение приспособлений на стропах.

Устройства для строповки должны располагаться так, чтобы висящее на стропах приспособление находилось в том положении, в котором оно должно быть установлено на станке.

33. Приспособления массой до 20 *кг* должны обеспечивать надежность и безопасность охвата их руками при установке (снятии) на станок без подведения рук под опорную плоскость.

34. Приспособление в нерабочем состоянии, будучи поставленным или положенным на стол, стеллаж, пол, должно быть устойчивым и исключать возможность опрокидывания при незначительном толчке или задевании.

35. На вращающихся приспособлениях должны быть предусмотрены устройства, предотвращающие их самопроизвольный сход со шпинделя станка.

При работе на шлифовальных станках особое внимание должно быть уделено правильности установки и крепления шлифовального круга, выбору режима резания и соблюдению условий безопасности работы. Ниже приводится инструкция по технике безопасности при шлифовальных работах.

Инструкция по технике безопасности при шлифовальных работах

1. Балансировка. Продолжительность службы шлифовального круга зависит от уравновешенности шлифовального круга, поэтому для точной и спокойной работы шлифовальный круг должен подвергаться балансировке (уравновешиванию).

Причинами неуравновешенности шлифовальных кругов являются: неодинаковая плотность материала, неправильная форма наружной поверхности, эксцентричное расположение отверстия по отношению к наружной поверхности круга и эксцентричное расположение круга на шпинделе или фланцах.

Сбалансированным шлифовальным кругом следует считать такой круг, у которого центр тяжести совпадает с геометрическим центром оси вращения.

Балансируют шлифовальные круги на специальных установках, которые отличаются друг от друга характером опор для установки оправки. Опорами могут быть призмы, диски, цилиндрические валики и т. д.

Обязательной балансировке подлежат все шлифовальные круги диаметром от 100 *мм* и выше.

Если круг уравновесить не удается, то его необходимо заменить другим. После правильного уравновешивания круга его вместе с фланцами снимают с оправки и устанавливают на станок, производя соответствующее оформление в журнале балансировки.

В особо ответственных случаях рекомендуется производить повторную балансировку круга по мере его срабатывания.

2. Правила осмотра и хранения абразивного инструмента. При получении абразивного инструмента необходимо его тщательно осмотреть. Для хранения абразивного инструмента на складе необходимо иметь специальные стеллажи соответствующего профиля и размеров.

Инструмент на складе или на месте хранения должен быть предохранен от мороза, влаги и ударов, между кругами должны быть проложены прокладки (картон, бумага и др.). Круги на бакелитовой и магнезиальной связке, находящиеся на складе больше одного года, к эксплуатации не допускаются. На рабочем месте абразивный инструмент необходимо хранить отдельно от металлических предметов, так как даже от небольшого удара или толчка инструмент получает трещины, трудно различимые невооруженным глазом. Поэтому, прежде чем устанавливать новый круг на шпиндель станка, его нужно испытать.

3. Испытание шлифовальных кругов на прочность. Шлифовальные круги диаметром 150 *мм* и выше, предназначенные для работы с окружной скоростью более 10 *м/сек*, помимо внешнего осмотра и простукивания, должны быть испытаны на специальных испытательных стендах или специальных станках, пред-

назначенных для этой цели, при числе оборотов, превышающем указанное в маркировке круга на 50%. Продолжительность вращения круга при испытательной скорости должна составлять: для кругов с наружным диаметром до 475 *мм* — 5 *мин*, 500 и более — 7 *мин*.

Испытательный стенд должен постепенно и плавно увеличивать скорость до требуемой для испытания соответствующего круга. Одновременно он должен быть снабжен стационарным тахометром для контроля числа оборотов круга.

Испытательные стенды систематически подвергаются осмотру и контролю, биение шпинделя стенда не должно превышать 0,03 *мм*.

204. Рекомендуемые числа оборотов при испытании кругов

Диаметр шлифовального круга	Продолжительность испытания, *мин*	Число оборотов кругов на различных связках, *мин*		
		керамической	бакелитовой	вулканитовой
100	5	4200	5900	5000
150	5	3900	5700	4750
175	5	3200	4800	4000
200	5	2850	4300	3600
250	5	2250	3500	2850
300	7	1900	2800	2400
350	7	1850	2500	2000
400	7	1400	2100	1800
500	10	1150	1750	1400
600	10	1100	1400	120
750	10	780	1100	950
900	10	650	950	780
1000	10	550	850	720

При испытании кругов применяются фланцы диаметром не ниже $^1/_2$ и не более $^2/_5$ диаметра круга, за исключением кругов с большими внутренними диаметрами.

Круги, выдержавшие испытания, записываются в специальную книгу по особой форме и на самом круге делается соответствующая пометка (краской или специальным ярлыком) — указывается порядковый номер круга по книге испытаний, ответственное лицо за испытание и дата испытания.

4. Установка шлифовальных кругов на станках. Круги на шлифовальные станки устанавливают специально проинструктированные работники, после предварительной проверки кругов на отсутствие трещин. Способы крепления кругов должны обеспечивать надежность закрепления круга на шпинделе, в круге не должно создаваться внутренних напряжений, для чего между фланцами и кругом с обеих сторон ставятся прокладки из эластичного материала (плотной бумаги, картона, резины и т. д.) толщиной от 0,5 до 3 *мм* в зависимости от диаметра круга. Прокладки должны перекрывать всю зажимную поверхность фланцев и выступать наружу по всей окружности. Необходимо, чтобы поверхности

соприкосновения фланцев, прокладок и шлифовального круга были совершенно чистыми, а зажимная поверхность фланца была шириной не менее $^1/_{16}$ диаметра круга. Отверстие в круге должно быть больше диаметра шпинделя на 0,2—0,4 *мм*.

5. В целях предотвращения несчастных случаев при шлифовании необходимо соблюдать следующие обязательные условия:

а) направление винтовой нарезки на конце шпинделя должно быть обратным направлению вращения круга. При вращении станка в обе стороны винтовое крепление снабжается стопором;

б) при работе без охлаждения станки должны иметь пылеотсасывающие устройства;

в) шлифовальные круги во время работы должны быть ограждены защитными кожухами, которые изготовляются из стали или ковкого чугуна и прочно прикрепляются к станкам. Толщина стенок защитного кожуха приводится ниже.

При большей окружной скорости толщина стенок увеличивается по расчету. Зазор между кругом и цилиндрической поверхностью защитного кожуха должен быть в пределах от 20 до 30 *мм*, а зазор между кругом и боковой стенкой кожуха 10—15 *мм*. Угол раскрытия защитного кожуха может колебаться от 60 до 180°.

Столы плоскошлифовальных станков и магнитные плиты должны иметь ограждения на случай отлетания деталей.

6. Для поддержания изделий, подаваемых к шлифовальному кругу вручную, должны применяться подручники или заменяющие их приспособления. Подручники должны быть передвижными, чтобы их можно было устанавливать в требуемом положении по мере срабатывания круга.

Зазор между краем подручника и рабочей поверхностью шлифовального круга должен быть менее половины толщины шлифуемого изделия, но не более 3 *мм*, причем край подручника со стороны круга не должен иметь выбоин. Подручники устанавливаются так, чтобы изделие соприкасалось с кругом по горизонтальной плоскости, проходящей через центр круга, или несколько выше ее (до 10 *мм*).

Подручник после каждой перестановки должен надежно закрепляться.

205. Наименьшая толщина стенок кожуха (при окружной скорости кругов до 35 *м/сек*), *мм*

Толщина шлифовального круга	Диаметр шлифовального круга													
	75—150		175—300		325—400		425—500		525—600		625—750		775—1250	
Ковкий чугун														
50	6	6	9	8	13	9	16	13	19	16	22	19	25	22
100	8	8	9	8	13	9	16	13	19	16	22	19	29	22
150	10	8	9	8	16	13	19	16	22	16	25	19	32	22
Стальное литье														
50	4	4	6	4	8	6	10	8	12	10	15	13	18	16
100	6	6	8	6	10	8	12	10	14	12	17	15	20	19
150	6	6	10	8	12	10	14	12	16	14	19	17	23	21

7. Правила эксплуатации шлифовальных кругов. Каждый круг после установки его на шлифовальном станке должен проверяться на холостом ходу при рабочем числе оборотов не менее 5 *мин* при обязательной установке защитного кожуха. К работе кругом можно приступить, убедившись в его прочности и отсутствии биения.

Если при работе применяется охлаждающая жидкость, то она должна непрерывно омывать круг по всей рабочей поверхности. Вредно влияющую на связку кругов охлаждающую жидкость применять нельзя. Работа боковыми поверхностями кругов не допускается, если эти круги не предназначены для этого вида работы.

При работе на одном шпинделе двумя кругами размеры этих кругов не должны отличаться по диаметру более чем на 10%. Окружная скорость при заточке инструмента должна быть не ниже 20÷25 *м/сек*. При уменьшении диаметра круга вследствие его срабатывания число оборотов может быть увеличено, но так, чтобы не была превышена окружная скорость, допустимая для данного круга. Для защиты глаз от отлетающих мелких частиц круга на станках должны устанавливаться защитные экраны, а рабочие снабжаться очками.

8. Правила безопасной работы. Для безопасной работы шлифовальщику необходимо:

а) хорошо знать свойства шлифовального круга и обращаться с ним осторожно;

б) в совершенстве знать устройство основных узлов станка;

в) усвоить порядок и приемы включения и выключения механизмов станка;

г) строго соблюдать установленные режимы работы;

д) быть внимательным и своевременно замечать малейшие неполадки в работе станка;

е) строго соблюдать все правила техники безопасности, не допускать неосторожного обращения со станком, не отходить от работающего станка;

ж) следить за прочностью закрепления детали.

Затягивать гайки при креплении шлифовального круга допускается только гаечными ключами по диаметрально противоположным сторонам фланца.

Перед установкой шлифовального круга на станок следует проверить наличие на круге отметки о его испытании, а для скоростных кругов, предназначенных для работы с окружной скоростью до 50 *м/сек*, наличие на круге красной полосы или надписи «скоростной». Круги, предназначенные для работы с окружной скоростью до 65 *м/сек*, должны иметь две красные полосы.

При изменении наружного диаметра устанавливаемого на станок шлифовального круга в сторону его увеличения необходимо проверить, не превышает ли скорость вращения шпинделя допустимую скорость шлифования, установленную для данного круга.

На каждом станке на видном месте должно быть указано число оборотов шпинделя в минуту, на котором закрепляется круг.

Общие сведения

Элементы режущего инструмента и углы заточки

Обработка деталей со снятием стружки, осуществляемая режущим инструментом, называется процессом резания.

Поверхность, с которой снимается стружка, называется обрабатываемой, а после обработки — обработанной поверхностью. Поверхность, которая образуется на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой инструмента, является поверхностью резания.

Усилие, необходимое для снятия стружки, называется силой резания. Сила резания приложена к режущей кромке под некоторым углом, величина которого зависит от свойств обрабатываемого материала, режимов резания и геометрии режущего инструмента.

Основными элементами режущей части инструмента являются:

а) поверхность, по которой сходит стружка, — передняя;

б) поверхность, обращенная к обрабатываемой детали, — задняя;

в) кромка, образованная пересечением передней и задней поверхности и называемая режущей кромкой.

Режущий инструмент в зависимости от назначения и конструкции может иметь несколько передних и задних поверхностей, а следовательно, и режущих кромок.

Режущие кромки подразделяются на главную, вспомогательную и переходную режущие кромки.

Кромки, снимающие большую часть длины периметра поперечного сечения слоя, называются главными, а меньшую часть — вспомогательными.

Кромка, образованная сопряжением главной и вспомогательных режущих кромок, называется переходной режущей кромкой. Выполняется она в виде угловых фасок или радиусов закругления. Задняя грань, примыкающая к главной режущей кромке, называется главной задней поверхностью, к вспомогательной — вспомогательной задней поверхностью, к переходной — переходной задней поверхностью. Поверхность резания является переходной от обрабатываемой к обработанной поверхности.

На рис. 5 показаны основные элементы режущей части инструмента: передняя поверхность *1*, главная задняя поверхность *2*, вспомогательная задняя поверхность *3*, главная режущая кромка *4*, вспомогательная режущая кромка *5*, вершина *6*.

Углы режущего инструмента определяются по отношению к плоскости резания, проходящей через режущую кромку и

касательную к поверхности резания, а также к основной плоскости, параллельной направлениям продольной и поперечной подач.

Главные углы резца определяют в главной секущей плоскости, перпендикулярной проекции главной режущей кромки на основную плоскость (рис. 6).

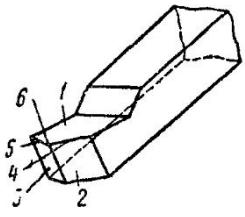


Рис. 5. Элементы рабочей части инструмента (резца)

Основными элементами геометрии режущей части являются: α — главный задний угол, образованный главной задней поверхностью и плоскостью резания; способствует уменьшению трения обрабатываемой поверхности о заднюю поверхность резца;

β — угол заострения, образованный передней и главной задней поверхностью;

γ — передний угол, образованный передней поверхностью и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания; чем больше угол γ, тем легче врезание резца, меньше усилие резца и расход мощности;

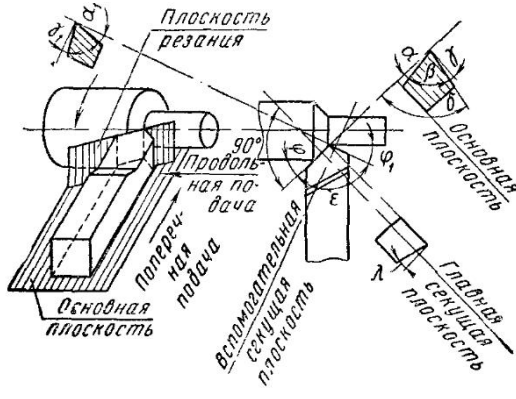


Рис. 6. Основные элементы режущей части инструмента (резца)

δ — угол резания, образованный передней поверхностью и плоскостью резания;

φ — главный угол в плане, образованный проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением продольной подачи;

φ_1 — вспомогательный угол в плане, образованный проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением продольной подачи; углы φ и φ_1 оказывают влияние на стойкость резца;

ε — угол при вершине в плане, образованный проекцией главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость;

λ — угол наклона главной режущей кромки, образованный главной режущей кромкой и прямой, лежащей в плоскости резания и параллельной основной плоскости, влияет на направление схода стружки.

Процесс образования стружки

От направления сбега стружки в процессе резания зависит форма стружки и ее направление.

Различают следующие виды стружек: скалывания, сливную и надлома (рис. 7).

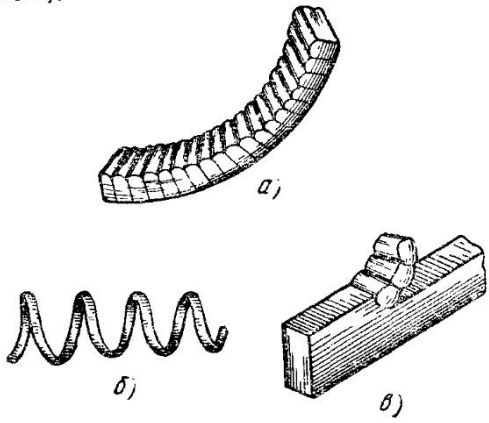


Рис. 7. Виды стружек:
а — стружка скалывания, *б* — стружка сливная, *в* — стружка надлома

Стружки скалывания образуются при обработке вязких металлов при малых скоростях резания и большой толщине снимаемого слоя.

При уменьшении вязкости или толщины снимаемого слоя, а также при увеличении скорости резания или переднего угла стружка скалывания переходит в сливную.

Стружка сливная образуется в результате пластической деформации металла в направлении плоскостей сдвига. При сливной стружке поверхность обработки получается более чистой, а сам процесс обработки осуществляется с меньшей силой резания.

Стружка надлома образуется при обработке металла с низкими пластическими свойствами (чугун, бронза); в этом случае ввиду хрупкости металлов происходит разрушение срезаемого слоя в разных направлениях, и стружка представляет собой отломанные частицы металла.

В процессе резания режущие элементы инструмента, внедряясь в материал обрабатываемой заготовки, непрерывно образуют новые поверхности на заготовке и на срезаемой стружке. Контакт этих свежеобразованных поверхностей происходит в условиях больших давлений и температур, в результате чего на передней поверхности резца, у его режущей кромки образуется н а р о с т, представляющий собой часть металла, сильно пластически деформированного и часто прилипшего (приваренного) к резцу. Нарост увеличивает передний угол инструмента, уменьшает силу резания и ухудшает качество обработанной поверхности.

Наростообразование связано со скоростью резания, с увеличением скорости резания наростообразование уменьшается и исчезает при скоростях свыше 50—70 *м/мин*.

Силы, действующие на резец

Равнодействующей всех сил, действующих на резец со стороны обрабатываемого металла, является сила сопротивления резания—P. Эта сила слагается из трех взаимно перпендикулярных составляющих сил, а именно: P_z — действующей в вертикальной плоскости в направлении, совпадающем с направлением скорости резания, P_x — действующей в горизонтальной плоскости, совпадающей с направлением продольной подачи, и P_y — совпадающей с направлением поперечной подачи (рис. 8).

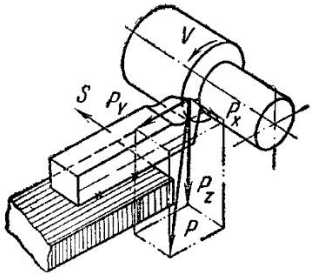


Рис. 8. Разложение равнодействующей силы на составляющие

По составляющей P_z определяется величина мощности, крутящего момента на шпинделе, а также рассчитываются элементы станка на прочность.

Величина силы P_z определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot t \cdot S^{0,75}, \ кГ$$

где C_p* — коэффициент, зависящий от обрабатываемого металла и величины углов заточки резца;

t — глубина резания, *мм*;

S — подача инструмента, *мм*, на 1 оборот шпинделя.

По составляющей P_x рассчитывают на прочность механизм подачи станка. Величина P_x колеблется в пределах от 0,15 до 0,3 P_z.

Составляющая P_y влияет на величину прогиба обрабатываемой детали, поэтому при обработке тонких и длинных деталей, в целях уменьшения величины P_y, главный угол резца в плане φ делают равным 90°. Величина P_y колеблется в пределах от 0,3 до 0,5 P_z.

Определение величины мощности при резании производится по следующей формуле

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} \ квт,$$

а мощности электродвигателя привода

$$N_{эл} = \frac{N}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \ квт$$

где η_1 — к. п. д. станка;

η_2 — к. п. д. электродвигателя.

---

* Для наиболее распространенных видов металла коэффициент C_p имеет следующие значения: для сталей — 225, ковкого чугуна — 103, серого чугуна — 98.

Износ и стойкость

В процессе резания происходит трение стружки о переднюю поверхность режущего инструмента и поверхности резания о заднюю поверхность, что и вызывает износ режущих элементов инструмента. За единицу износа принимают наибольшую ширину (в *мм*) изношенной контактной площадки задней поверхности инструмента.

Степень износа режущих элементов инструмента изменяется в зависимости от физико-механических свойств металла как обрабатываемой детали, так и инструмента, а также от давления на трущейся поверхности, скорости трения и температуры на поверхности трения. Величина износа с течением времени, в результате резкого изменения условий трения, возрастает, так как повышение температуры на трущейся поверхности превосходит температуру отпуска материала инструмента.

В зависимости от материала режущего инструмента и условий эксплуатации допускается различная величина износа. Так, при токарной обработке с охлаждением деталей из чугуна и стали резцами, оснащенными пластинками из быстрорежущей стали, допускается износ от 1,5 до 2 *мм*; при обработке без охлаждения — от 0,3 до 1 *мм*. При обработке резцами, оснащенными твердым сплавом, стали, стального литья и цветных металлов допускается износ от 0,4 до 1,6 *мм*; при обработке чугуна — от 0,8 до 1,7 *мм*.

Суммарная продолжительность резания между переточками режущей кромки называется стойкостью режущего инструмента и измеряется в минутах.

Стойкость зависит от материала инструмента, скорости резания, подачи, глубины резания, обрабатываемого материала и других факторов. Так как наибольшее влияние на стойкость оказывает скорость резания, то эта зависимость может быть выражена следующей формулой:

$$v = \frac{C}{T^m},$$

где v — скорость резания, *м/мин*;
C — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, инструмента, подачи, глубины резания и т. д.;
T — стойкость резца, *мин*;
m — показатель относительной стойкости, величина которого составляет от 0,1 до 0,3 (см. табл. 206).

Заточка режущего инструмента производится на станках различных типов в зависимости от вида инструмента. Режущие части инструмента из быстрорежущей стали затачивают на кругах из электрокорунда твердостью СМ-1 — СМ-2, зернистостью 46—60. Твердосплавные пластины затачивают на кругах из зеленого карбида кремния. Чистовая заточка ведется кругами твердостью СМ1—М1, зернистостью 46—60, а чистовая заточка кругами твердостью М1—М3, зернистостью 80—100, скорость круга 18—25 *м/сек*. Для увеличения стойкости инструмент доводят пастами из карбида бора на чугунном диске, вращающемся со скоростью до 3 *м/сек*. Состав пасты: 70% карбида бора зернистостью 270—325 и 30% парафина (связка). При доводке диск должен вращаться в сторону, противо-

положную направлению вращения заточного круга, т. е. диск должен «сбегать» с режущей кромки инструмента. Геометрию режущей части контролируют универсальными или специальными угломерами, а также шаблонами. В табл. 207 приводятся режимы заточки и доводки инструментов.

206. Показатели относительной стойкости (m)

Обрабатываемый материал	Условия обработки	Материал режущей части резца		
		быстрорежущая сталь	твердый сплав	
			ВК	ТК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	Точение с охлаждением	0,125	0,15	0,125
	Точение без охлаждения	0,1	0,15	0,125
	Отрезание с охлаждением	0,25	0,15	—
	Отрезание без охлаждения	0,20	0,15	—
Чугун	Точение без охлаждения	0,1	0,2	—
	Отрезание без охлаждения	0,15	0,2	—
Медные сплавы	Точение и отрезание с охлаждением и без охлаждения	0,15	0,2	—
Алюминиевые и магниевые сплавы	То же	0,3	0,3	—

Охлаждение

В процессе резания происходит тепловыделение как результат пластической деформации металла стружки и трения инструмента о поверхность резания.

Для отвода тепла от стружки и снижения температуры нагрева резца, а также уменьшения трения стружки о резец и резца о поверхность резания применяется охлаждение.

В зависимости от характера обработки и обрабатываемого металла используются различные виды смазочно-охлаждающих жидкостей; наиболее распространенными являются: водные растворы соды и мыла, водные эмульсии, различные маслянистые вещества и их смеси, например, компаундированные масла, осерненные масла, растительные масла, скипидар, керосин и др.

При обработке жаропрочных сталей в ряде отраслей промышленности применяют для охлаждения жидкую углекислоту.

Эмульсия обладает низкими смазывающими и хорошими охлаждающими свойствами, в то время как растительные масла обладают высокими смазывающими и слабыми охлаждающими свойствами.

Поэтому при обдирочных работах повышению производительности способствует применение в качестве охлаждающей жидкости эмульсии.

При отделочных работах обычно используют охлаждающие жидкости с высокими смазывающими свойствами.

При скоростном резании инструментом, оснащенным твердым сплавом, охлаждающая жидкость подается сильной струей, что обеспечивает при обработке вязких материалов повышение скорости резания на 30—50%, а также предотвращает возникновение трещин на нагретых пластинках (рекомендуемые смазочно-охлаждающие жидкости в зависимости от обрабатываемого материала и вида обработки см. на стр. 519).

Инструментальные материалы

Твердость режущего инструмента должна превышать твердость обрабатываемого металла или соответствовать (после термообработки) для углеродистых инструментальных сталей *HRC* 56—58, для легированных инструментальных сталей *HRC* 60—65 (табл. 208).

207. Режимы заточки и доводки режущих инструментов

Материал инструмента	Заточка вручную			Заточка с креплением		
	v	*S*	*P*	*v*	*S*	*t*
Быстрорежущие стали	20—30	1,5—2,5	3—4,5	15—25	1—2,5	0,03—0,1
Твердые сплавы	10—25	1—2,5	2,5—4	10—20	1—2	0,03—0,05
Минерало-керамические сплавы	5—14	1—2	1—2	5—14	1—1,5	0,02—0,05

Продолжение табл. 207

Материал инструмента	Доводка зерном или пастами			Доводка кругами		
	v	*S*	*P*	*v*	*S*	*t*
Быстрорежущие стали	—	—	—	25—35	1—1,5	0,005—0,02
Твердые сплавы	1,5—2,5	0,5—1	0,2—0,5	—	—	—
Минерало-керамические сплавы	1,5—2,5	0,5	0,2—0,3	30—35	1—1,5	0,005—0,03

Примечание. *v* — *м/сек*; *S* — *м/мин*; *P* — *кГ/см²*; *t* — *мм*.

208. Механические свойства инструментальных сталей*

Марки стали	Твердость в состоянии поставки *HB*, *кГ/мм²*	Твердость после закалки *HRC*, *кГ/мм²*
Углеродистая		
У7	187	62
У8	187	62
У8Г	187	62
У9	192	62
У10	197	62
У11	207	62
У12	207	62
Хромистая		
Х12	269—217	60
Х12М	255—207	58
ХГ	241—197	61
Х	229—187	62
Х09	229—179	62
9Х	217—179	62
Х05	241—187	64
7Х3	229—187	54
8Х3	225—207	55
Хромокремнистая		
9ХС	241—197	62
6ХС	229—187	56
4ХС	207—170	57
Хромокремнемарганцевая		
ХГС	225—207	62
Ванадиевая		
Ф	217—179	62
Хромованадиевая		
8ХФ	207—170	61
85ХФ	—	42
Вольфрамовая		
В1	229—187	62
Хромовольфрамовая		
3Х2В8	255—207	46
4Х8В2	255—207	45
ХВ5	285—229	65
Хромовольфрамокремнистая		
4ХВ2С	217—179	53
5ХВ2С	255—207	55
6ХВ2С	285—229	57
Хромовольфрамомарганцевая		
ХВГ	255—207	62
9ХВГ	241—197	62
5ХВГ	217—179	57
Хромоникелевая		
5ХНМ	241—197	47
5ХНТ	241	—
Быстрорежущая		
Р18	285—207	62*
Р18М**		
Р9, Р9М	285—207	62

* По ГОСТ 5952—63.

** В марке стали, содержащей более 0,3% Mn и имеющей пропорционально пониженное содержание вольфрама, добавляется буква М.

Для изготовления режущих инструментов применяют инструментальные стали: а) углеродистые; б) легированные, в) быстрорежущие; г) твердые сплавы и д) минералокерамику.

Быстрорежущие стали применяют только для изготовления ответственного инструмента сложной формы. Инструмент из быстрорежущей стали отличается большим сопротивлением износу и допускает скорости резания в 2 раза большие, чем инструмент из углеродистой стали.

Р9 — низколегированная быстрорежущая сталь (8,5—10% вольфрама, 2,3—2,5% ванадия и 0,9—1% углерода), применяется для изготовления инструментов с большим сопротивлением изнашиванию с сохранением режущих свойств при нагревании до 600° С.

Р18 — высоколегированная быстрорежущая сталь (18% вольфрама, 1% ванадия, 0,7% углерода и 4% хрома) применяется для изготовления инструмента, работающего в сложных напряженных режимных условиях, а именно: фасонных резцов, протяжек, зуборезного инструмента и т. д.

При обработке вязких и вместе с тем прочных нержавеющих и жаропрочных сплавов используют новые марки быстрорежущих сталей, содержащих до 5% ванадия (Р9Ф5) и до 10% кобальта (Р9К10), а также Р15Ф4 и Р10К5Ф5.

Ниже в табл. 209 приводятся марки быстрорежущих сталей, применяемые для основных видов инструмента.

209. Марки быстрорежущих сталей, применяемые для изготовления основных видов инструментов

Наименование инструмента	Рекомендуемые марки	
	Основные	Заменяющие
Резцы	Р18	Р9
Резцы для обработки вязких аустенитных сплавов	Р18Ф2К5	Р14Ф4; Р9Ф5
Сверла ∅ менее 2 *мм*	Р12	Р18
Сверла ∅ более 2 *мм*	Р6М3	Р12
Сверла для обработки сталей с $\sigma_в$ 100 *кгс/мм²*	Р9ФГ; Р9Ф2К5	
Зенкеры	Р6М3	Р12
Развертки ручные	ХВСГ	9ХС
Развертки машинные	Р12	Р6М3
Протяжки	Р12	Р6М3; Р18
Протяжки для обработки сталей с $\sigma_в$ 100 *кгс/мм²* и аустенитных сплавов	Р14Ф4	Р18Ф2
Фрезы резьбовые	Р18; Р12	Р18
Фрезы червячные	Р12	Р6М3
Фрезы червячные высокой производительности	Р18Ф2К5	Р18Ф2
Фрезы дисковые	Р6М3	Р12
Фрезы концевые, цилиндрические	Р6М3	Р12; Р18
Метчики машинные	Р12	

Примерное назначение других марок инструментальных сталей приведено в табл. 210.

210. Примерное назначение других марок инструментальных сталей

Марки стали	Назначение
Х12	Штампы для холодной штамповки устойчивые против истирания, гибочные и формовочные штампы, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, волочильные доски и волоки
Х12М	То же, что стали марки Х12, но когда требуется большая вязкость: секции кузовных штампов, дыропробивные пуансоны и матрицы, матрицы глубокой высадки листового металла, формовочные матрицы листового металла, накатные плашки, профилировочные ролики
ХГ	Измерительные инструменты, калибры, лекала, длинные метчики, плашки, фрезы, пресс-формы для пластмасс
Х09, Х	Зубила, твердые кулачки эксцентриков и пальцев, гладкие цилиндрические калибры, токарные, строгальные и долбежные резцы в инструментальных и ремонтных мастерских
9Х	Валки для холодной прокатки, пробойники, холодновысадочные матрицы и пуансоны; деревообделочный инструмент
Х05	Хирургический инструмент, шаберы, гравировальный инструмент
7Х3, 8Х3	Матрицы для горячей высадки деталей на прессах и горизонтально-ковочных машинах, формовочные и прошивные пуансоны для горячей гибки и обрезки
9ХС	Сверла, развертки, фрезы, метчики, плашки
6ХС	Пневматические зубила и штампы небольших размеров для холодной штамповки
4ХС	Зубила, обжимки, ножницы, штампы для горячей вытяжки
ХГС	Измерительные инструменты
Ф	Ударные инструменты для холодной высадки болтов, заклепок, гаек
8ХФ	Ножи для холодной резки металла, пуансоны и матрицы для холодной обрезки заусенцев
85ХФ	Рамные пилы
В1	Спиральные сверла, метчики, развертки, роликовые ножи

Продолжение табл. 210

Марки стали	Назначение
3Х2В8	Пуансоны и матрицы для горячих работ в весьма тяжелых условиях; формы для отливки под давлением сплавов на медной основе; ножи для обрезки металла в горячем состоянии
4Х8В2	Пуансоны и матрицы, работающие в тяжелых условиях нагрева; пресс-формы для пластмасс; пресс-формы для цветного литья под давлением
ХВ5	Резцы для обработки твердых материалов; гравировальные резцы для напряженной работы; фрезы для твердых материалов
4ХВ2С	Пневматический инструмент, зубила, обжимки, пресс-формы для литья под давлением сплавов на алюминиевой и магниевой основе
5ХВС	Ножницы для холодной резки металла; резьбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы для холодной штамповки, пресс-формы для литья под давлением; деревообделочные инструменты
ХВГ	Измерительные и режущие инструменты, резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки
9ХВГ	Резьбовые калибры; лекала сложной формы; точные штампы для холодной штамповки
5ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки фигурных отверстий в листовом и полосовом материале; небольшие штампы для горячей штамповки
5ХНМ, 5ХГМ	Штампы для горячей штамповки

Твердые сплавы применяют для изготовления режущих инструментов, предназначенных для обработки металлов с высокими скоростями резания (от 100 до 1200 *м/мин* и более).

Твердые сплавы получают путем спекания порошков вольфрама, титана, кобальта и угля при температуре 1500—1550° С. Пластинки из твердого сплава обладают твердостью *HRA* 87—90, малой теплопроводностью и низким коэффициентом расширения при нагреве.

Твердые сплавы вольфрамовой группы предназначаются для обработки хрупких металлов, например чугуна, бронзы и других цветных металлов. Сплавы этой группы обозначаются буквой В—ВК2, ВК3, ВК6, ВК8, ВК11 и др. (2—11% кобальта и остальное — карбиды вольфрама).

Прочность сплавов группы ВК, с одной стороны, и твердость и износостойкость, с другой стороны, зависят от процентного содержания кобальта и размеров зерен карбида вольфрама. Чем больше процентное содержание кобальта (~18%) и чем крупнее средний

размер зерен (~5 *мк*), тем выше статическая прочность твердого сплава и его ударная вязкость и меньше твердость и износостойкость. В настоящее время находят широкое применение твердые сплавы, изготовленные с более крупным зерном, ВК3М, ВК4, ВК6М и ВК8М, где буква М обозначает сплавы с мелкозернистой структурой, а В — с крупнозернистой структурой (ГОСТ 3882—67) для обработки нержавеющих и жаропрочных сталей.

Твердые сплавы вольфрамо-титановой группы применяются для обработки стали и обозначаются буквой Т — Т5К10, Т15К6, Т14К8, Т15К6Т, Т30К4, Т60К6 и др. (5—60% карбидов титана, 6—10% кобальта, остальное — карбиды вольфрама).

Дальнейшее совершенствование твердых сплавов осуществляется путем введения карбида тантала. Карбид тантала образует в твердом состоянии с карбидом титана и карбидом вольфрама тройные растворы (ТТК).

Этот сплав состоит из трех структурных фаз: твердого раствора карбидов тантала, титана и вольфрама (серые овальные зерна), свободного карбида вольфрама, образующего основной объем (белые граненые зерна), и кобальтовой связки.

211. Химический состав специальных твердых сплавов, % ГОСТ 3882—67

Марка сплава	Карбиды тантала	Карбиды титана	Карбиды вольфрама	Кобальт
ТТ7К12	3	4	81	12
ТТ7К15	3	4	78	15
Т5К12В	—	5	83	12

Добавки тантала существенно увеличивают сопротивление сплава трещинообразованию при резких сменах температуры и прерывистом резании; повышают стойкость и позволяют применять скорости резания в 1,5—2 раза выше, чем при использовании обычных сплавов (плотность 12,8—13,3 $кГ/м^3$, *HRA* 87—88 $кГ/мм^2$, $\sigma_{из}$=150—165 $кГ/мм^2$). Ниже приводится химический состав сплава ТТК.

В зависимости от назначения и области применения пластинки из твердого сплава изготовляют 38 различных форморазмеров (ГОСТ 2209—69).

В табл. 212 приводятся рекомендуемые марки твердого сплава для различных условий обработки и обрабатываемых материалов.

Минералокерамические твердые сплавы обладают твердостью *HRA* 92—93 и сохраняют режущие свойства при температуре до 1200° С. Этот инструментальный материал не содержит таких дефицитных и дорогостоящих металлов, как вольфрам, кобальт и титан, его основой является спеченная окись алюминия. Из минералокерамики изготовляются пластинки двух марок: ТВ—48 (термокорунд) и ЦМ—322 (микролит), которые, так же как и пластинки из других инструментальных материалов, применяются при различных видах обработки.

Повышенная чувствительность минералокерамических пластинок к резким изменениям температуры затрудняет припаивание их к державкам инструмента, поэтому преимущественное распространение имеет режущий инструмент с механическим креплением минералокерамических пластинок.

Резцы, оснащенные пластинками из минералокерамики, с успехом могут использоваться при чистовом и получистовом точении чугунов, сталей и цветных металлов, при работе без ударов при предварительно снятой поверхностной корке.

Торцы деталей, обтачиваемых этими резцами, должны быть предварительно надрезаны резцами, оснащенными твердым сплавом.

Для получения инструментальных материалов высокой твердости в настоящее время используют такие керамические
т. е. соединен
сталлы бораз
превышают ег
в промышлен
ве материала
как открытие
так и освоени
менением в ка
ких металлов.

212. Выбор марок твердого сплава для различи

Вид обработки	Характер и условия обработки	Рекоменд	
		углероднстой и легированной стали	специальной труднообрабатываемой стали
Обтачивание наружных и торцовых поверхностей и растачивание отверстий	Черновое точение поковок, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударами)	Т5К10 ВК8 ВК11	ВК8 ВК11
	Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	Т15К6 Т14К8 Т5К10	Т5К10 ВК8 ВК11

Вид обработки	Характер и условия обработки	Рекомендуемые м	
		углеродистой и легированной стали	специальной труднообрабатываемой стали
Обтачивание наружных и торцовых поверхностей и растачивание отверстий	Черновое точение по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	Т15К6Т	Т14К8
	Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	Т15К6 Т14К8 Т5К10	Т5К10 ВК8 ВК11
	Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	Т30К4 Т15К6Т Т15К6	Т15К6 Т14К8 Т5К10
Обтачивание наружных и торцовых поверхностей и растачивание отверстий	Тонкое точение (типа алмазной обработки) при прерывистом резании	Т30К4 Т15К6Т Т15К6	— — —
	Тонкое точение (типа алмазной обработки) при непрерывном резании	Т60К Т30К4 Т15К6Т	— — —

Точение фасонных поверхностей	Предварительная обработка резцами с фасонным профилем режущей части	Т1418 Т5К10 ВК8	— — —
	Окончательная обработка резцами с фасонным профилем режущей части	Т15К6 Т14К8 Т5К10	— — —
Отрезание и прорезание канавок	Обработка резцами токарного типа	Т15К6 Т14К8 ТК510 ВК8	Т5К10 ВК3 ВК11
Строгание и долбление	Черновая обработка	ВК8 ВК11 —	— — —
	Получистовая и чистовая обработка	Т5К10 ВК8 ВК11	— — —
Фрезерование	Предварительная обработка фрезами	Т15К6 Т14К8 Т15К0	Т15К10 ВК8
	Чистовая обработка фрезами	Т30К4 Т15К6 Т14К8	Т15К6 Т14К8 Т5К10

Вид обработки	Характер и условия обработки	Рекомендуемые м	
		углеродистой и легированной стали	специальной труднообрабатываемой стали
Сверление	Сплошное сверление	Т14К8 Т15К10 ВК8	ВК8
	Рассверливание	Т15К6 Т14К8	Т15К10 ВК6 ВК8
Зенкерование	Предварительное	Т14К8 Т5К10 ВК8	Т5К10 ВК6 ВК8
	Чистовое	Т30К4 Т15К6	Т15К6 Т14К8 Т5К10
Развертывание	Развертывание предварительное и окончательное	Т60К6 Т30К4 Т15К6Т	Т30К4 Т15КТ Т15К6

Примечание. Марки твердых сплавов расположены в порядк
шая, средняя, пониженная) в зависимости от жесткости системы: ст
деталь.

213. Основные причины неудовлетворительной работы инструм

Причины неудовлетворительной работы инструмента	Дефекты, возникающие в пр			
	поломка инструмента	выкрашивание режущей кромки	трещины на режущей кромке	обра на
Плохая конструкция инструмента	Недостаточно прочный и жесткий инструмент или слабая режущая кромка. Слишком велик передний угол и мал угол наклона режущей кромки. Неправильная конструкция стружколома			Чрез велик угол
Плохое качество изготовления инструмента	Непрочный инструмент или слабая режущая кромка	Плохая напайка пластинок твердого сплава (слишком тонкая прослойка припоя). Слишком велик передний угол. Грубая заточка и доводка		

Причины неудовлетворительной работы инструмента	Дефекты, возникающие в про			
	поломка инструмента	выкрашивание режущей кромки	трещины на режущей кромке	обра на
Неправильный выбор марки твердого сплава	Чрезмерно твердый или слишком хрупкий сплав		—	Боль держан бальта дом сп
Тяжелые условия работы	Механические удары вследствие прерывистого резания, большого припуска, малой величины подачи или плохого отвода стружки		Чрезмерный нагрев в процессе резания	Слиш низкая рость или м дача
Неправильный способ охлаждения	—	Прерывистая подача охлаждающей среды. Недостаточное охлаждение		Непр ный ви лажда среды
Плохое крепление инструмента	Слишком большой вылет или дробление инструмента		—	

Резцы

В зависимости от положения режущих кромок различают резцы левые и правые. По форме рабочей части резцы подразделяются на прямые, отогнутые, изогнутые и оттянутые. Резцы, у которых ось в плане и в боковом виде прямая, называются прямыми, а у которых ось отогнута или изогнута, называются отогнутыми или изогнутыми.

Резцы, у которых рабочая часть тоньше стержня, называют оттянутыми; по положению оттянутости различают левые, симметричные и правые резцы.

Резцы подразделяются по видам оборудования на токарные, резцы для полуавтоматов, расточные и т. д., а по роду обработки — на проходные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, галтельные, резьбовые и фасонные.

Резцы делятся по характеру обработки на обдирочные (черновые), чистовые и для тонкого точения.

Формы и размеры передней поверхности различаются в зависимости от обрабатываемого материала и типа резца.

В табл. 214 приведены формы и геометрические параметры передней поверхности резца в зависимости от обрабатываемого материала.

При скоростном точении стали необходимо применять стружколомание для облегчения удаления большого количества стружки.

Стружколомание достигается за счет радиусной формы передней поверхности резца, стружколомающих уступов, выточенных параллельно главной режущей кромке или под некоторым углом к ней, припаянных специальных пластинок или путем применения накладных стружколомателей при плоской форме передней поверхности.

В табл. 215 приводятся рекомендуемые размеры стружколомающих уступов в зависимости от глубины резания и подачи.

При выборе величин углов резца учитывают материал обрабатываемой детали и самого резца, а также условия работы: жесткость детали, способ ее закрепления на станке, чистоту и точность обработки и т. д.

В табл. 216 приводятся значения главного заднего угла α в зависимости от типа резца и обрабатываемого материала. Задний вспомогательный угол α_1 назначается равным заднему углу α у всех резцов, кроме прорезных и отрезных. Для этого вида резцов $\alpha_1 = 1 \div 2°$, причем меньшее значение углов принимается при подаче больше 0,3 *мм/об*, а большее — для подачи, равной 0,3 *мм/об* и менее.

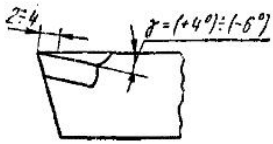
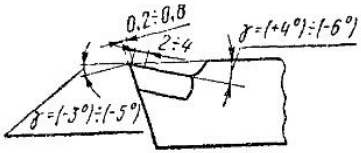
Величина переднего угла γ устанавливается в зависимости от формы передней поверхности, материала режущей части резца и обрабатываемого материала.

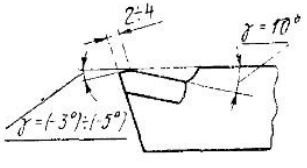
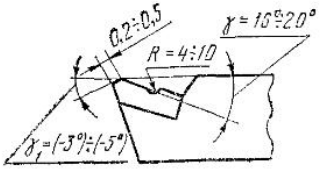
В табл. 217 приводятся значения переднего угла γ в зависимости от обрабатываемого материала.

Главный угол в плане φ следует принимать в обычных условиях в пределах от 30 до 45°, а при недостаточной жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь — в пределах 60—90°.

Угол наклона главной режущей кромки λ устанавливают для токарных резцов при работе с ударами, а также для строгальных резцов в пределах 10—15°, а для всех других условий работы токарных резцов угол $\lambda = 0$.

214. Геометрические параметры и форма передней поверхности в завис

Эскиз	Форма передней поверхности	
	Плоская с положительным передним углом	С
	Плоская с положительным передним углом и отрицательной фаской	С раб бот ма

Эскиз	Форма передней поверхности
	Плоская с отрицательным углом
	Радиусная

215. Стружколомающие уступы резцов

Глубина резания, *мм*	Подача, *мм/об*	Расстояние до главной режущей кромки, *мм*	Угол наклона канавки относительно главной режущей кромки, *град*
До 4	0,2—0,7	1,5—6	20
4—8	0,2—1,0	3—8	15
8—15	0,4—2,0	4—10	10

216. Главные задние углы резцов, *град*

Тип резца	Главный задний угол α	
	обработка стали	обработка чугуна
Токарные и револьверные всех типов	8—12	6—10
Расточные	10—14	10—14
Строгальные всех типов	6—8	4—6

217. Передние углы резцов, *град*

Обрабатываемый материал	Передний угол γ
Сталь $\sigma_{вр}$ до 80 *кГ/мм²*	16÷10
Сталь $\sigma_{вр}$ от 80 до 100 *кГ/мм²*	12÷6
Сталь $\sigma_{вр}$ свыше 100 *кГ/мм²*	6÷(—3)
Чугун *НВ* до 200 *кГ/мм²*	12÷8
Чугун *НВ* от 200 до 300 *кГ/мм²*	8÷4
Чугун *НВ* свыше 300 *кГ/мм²*	0÷(—6)
Медь	25÷20
Бронза и латунь	12÷6
Алюминий	35÷25
Алюминиевые сплавы вязкие	14÷10
Алюминиевые сплавы с кремнием	10÷6
Магниевые сплавы	12÷8

Величина углов резца может изменяться в зависимости от установки его на станке и от формы тех поверхностей, которые он обрабатывает.

При обычной установке, когда вершина резца расположена по центру обрабатываемой детали, изменения углов не происходит.

При установке резца выше центра обрабатываемой детали задний угол α уменьшается, а передний γ увеличивается.

При установке резца ниже центра, наоборот, задний угол α увеличивается, а передний γ уменьшается.

По виду материала резцы подразделяются на резцы с пластинками из твердых сплавов, с пластинками из быстрорежущих сталей и их заменителей, а также из инструментальных легированных и углеродистых сталей.

При применении твердых сплавов и быстрорежущих сталей нецелесообразно изготовлять резец целиком из этих металлов, поэтому резцы делают составными, т. е. стержни из конструкционной инструментальной стали, а рабочие части оснащают пластинками из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Из инструментальной углеродистой стали обычно изготовляют цельные резцы.

Наибольшее распространение получили составные резцы с пластинками из твердого сплава или быстрорежущей стали, причем пластинки твердого сплава припаивают или крепят механическим путем, а пластинки из быстрорежущей стали приваривают кузнечной, газовой или электрической сваркой.

Размер сечения стержня или державки резца зависит от усилия резания, а также от конструктивных размеров резцедержателя. В табл. 218—220 приводятся основные виды резцов и их размеры.

В крупносерийном и массовом производствах применяются фасонные резцы, обеспечивающие постоянство формы профиля и точность размеров обрабатываемых деталей и допускающие большее количество переточек.

Режущая кромка фасонных резцов имеет форму профиля обрабатываемой детали, что позволяет производить обработку как прямолинейных, так и криволинейных участков профиля, объединяя в одном переходе несколько переходов и операций.

Фасонные резцы подразделяются по форме, установке, расположению оси и форме образующей поверхности.

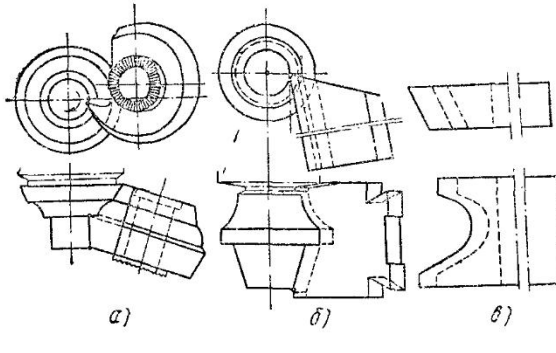


Рис. 9. Виды фасонных резцов

По форме резцы выполняются круглыми (рис. 9, *а*), призматическими (рис. 9, *б*) и стержневыми (рис. 9, *в*). Они устанавливаются относительно детали в радиальном и тангенциальном направлениях с параллельным и наклонным расположением оси резца относительно оси детали. По форме образующей поверхности различают фасонные резцы: круглые с кольцевыми винтовыми образующими и призматические — с плоскими образующими.

Профиль фасонного резца рассчитывают графическим или аналитическим методом. Графический метод применяется при расчете фасонных резцов, предназначенных для обработки деталей криволинейной формы невысокой точности, а аналитический метод — для обработки точных деталей.

Выбор задних и передних углов фасонного резца такой же, как и для обычного резца. Рекомендуются следующие величины передних углов γ в зависимости от обрабатываемого материала:

при обработке цветных сплавов	20—30°
» » мягкой стали	20°
» » стали средней твердости . . .	15°
при обработке весьма твердой стали и твердого чугуна	5°
при обработке весьма твердого чугуна и бронзы	0°

Значение заднего угла α для круглых фасонных резцов принимается в пределах 10—15°, а для призматических — в пределах 12—17°.

Приведенные значения относятся только к наружным точкам профиля резца, так как в отдельных точках профиля значение этих углов изменяется в зависимости от *приближения точек к центру* резца. В этом случае задний угол α возрастает, а передний угол γ уменьшается, и наоборот, в зависимости от угла наклона образующей по отношению к оси детали.

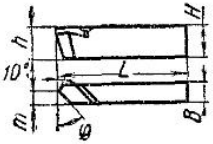
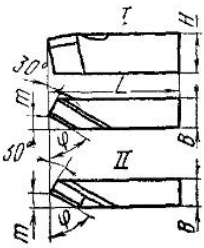
Значение заднего и переднего углов зависит также от наклона режущей кромки относительно оси детали.

Ниже приводятся средние величины стойкости резцов различных видов в зависимости от обрабатываемого материала.

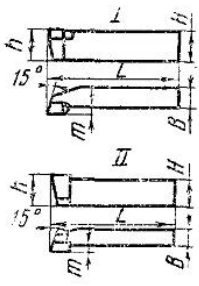
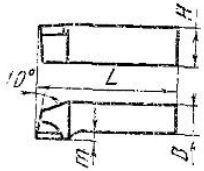
221. Средние величины стойкости резцов

Типы резцов	Размеры резцов, *мм*	Средняя стойкость *T*, *мин*		
		для резцов из быстрорежущей стали		для резцов с твердыми сплавами
		по стали	по чугуну	по стали и чугуну
Проходные (прямые и отогнутые) и подрезные	10×16 16×25 20×30	30—50	40—60	25—40

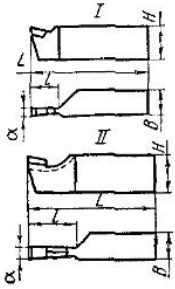
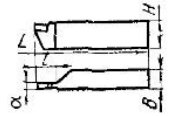
218. Основные виды токарных проходных и подрезных р

Сечение резца	Резцы проходные прямые правые и левые с углом $\varphi = 45$ и $60°$							
	с пластинками из быстрорежущей стали				с пластинками из твердого сплава			бы
								
B	H	L	m	h	m			
					$\varphi = 45°$		$\varphi = 60°$	
					I	II		
10	16	100 125	5	17	5,5	6	4,5	
12	20	125 150	7	21	7,5	7	6	
16	16	125 150	7	17	9	9	6,5	
	25	150 200	9	26	9	9	7	

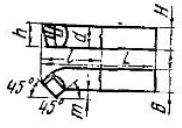
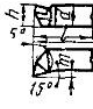
Сечение резца		Резцы проходные прямые правые и левые с углом φ=45 и 60°						
		с пластинками из быстрорежущей стали			с пластинками из твердого сплава			б
		см. рис. стр. 341			см. рис. стр. 341			
					m			
B	H	L	m	h	φ = 45°		φ = 60°	
					I	II		
20	20	125 150	9	21	12	12	9	
	30	150 200	12	31	12	12	9	
25	25	150 200 250	12	27	14	14	11	
	40	150 200 250	14	42	14	14	11	
30	30	200 300	14	32	18,5	18	15	
	45	300	16	47	18,5	18	15	
40	40	200 300	16	42	23	23	18	
	60	400 500	22	62	28	23	21	

Сечение резца							
			m				
B	H	h	I	II	m	m	
10	16	17	4	4	4	4	
12	20	21	5	5	5	5	
16	16	17	6	5	5	6	
	25	26	6	6	6	6	
20	20	21	8	6	6	8	
	30	31	8	7	7	8	
25	25	27	10	7	7	10	
	40	42	10	9	9	10	
30	30	32	12	9	9	12	
	45	47	12	12	12	12	
40	40	42	15	12	12	15	
	60	62	15	15	12	15	

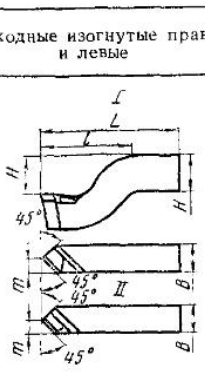
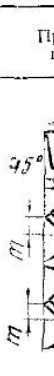
219. Основные виды токарных отрезных и расточны

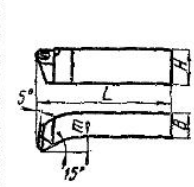
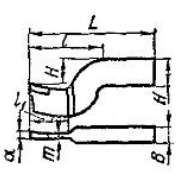
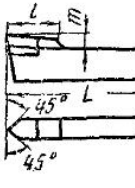
Сечение резца	Резцы отрезные правые и левые						
	с пластинками из быстрорежущей стали				с пластинками из твердого		
							
B	H	L	l	a	l	a	l
10	16	100 125	16	3	12	3	20
12	20	125 150	20	4	16	4	25

16	25	125 150 175	25	5	20	5	35
20	30	150 200	30	6	25	6	45
35	40	200 250	40	8	35	8	50
30	45	250	45	10	40	10	75

Сечение резца						
B	*H*	для сквозных отверстий			для глухих	
		d	*h*	*m*	*d*	*h*
10	16	—	—	—	—	—
12	20	16	17	8	16	17
16	25	20	21	10	20	21
20	30	25	26	12	25	26
35	40	—	—	—	—	—
30	45	—	—	—	—	—

220. Основные виды строгальных и долбежных ре

Сечение резца		Длина	Резцы		
			Проходные изогнутые правые и левые		Пр
					
B	H	L	l	m	
				I	II	I
10	16	150	45	5	5,5	5
12	20	200	55	7	7,5	7
16	25	250	65	9	9	9
20	30	300	80	12	11,5	11
25	40	350	100	14	14	14
30	45	400	120	16	18,5	18
40	60	500	150	22	23	23

Сечение резца								
B	H	m	l_1	a	m	L	l	r
10	16	5	—	—	—	—	—	—
12	20	6	25	5	4	250	35	1
16	25	8	30	5	4	300	40	1
20	30	10	30	6	5	350	45	1
25	40	12,5	40	8	6	450	55	2
30	45	15	45	10 10 12 15	8 8 10 13	500	60	2
40	60	20	60	15	13	600	70	3

Примечание. Размеры приведены как для резцов, оснащенны
так и твердого сплава.

Продолжение табл. 221

Типы резцов	Размеры резцов, *мм*	Средняя стойкость T *мин*		
		для резцов из быстрорежущей стали		для резцов с твердыми сплавами
		по стали	по чугуну	по стали и чугуну
Отрезные и прорезные	25×40 40×40	35—60	50—75	40—75
	10×16 16×25			
	20×30 25×40 30×40	15—25	25—45	25—50

Сверла

Для образования сквозных и глухих отверстий в сплошном металле и для рассверливания имеющихся отверстий, подвергающихся

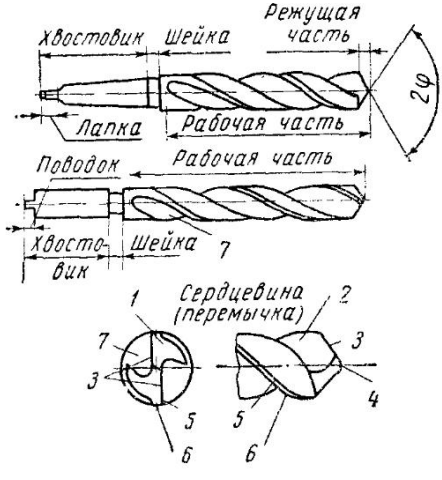


Рис. 10. Основные части спирального сверла:

1 — задняя поверхность, *2* — передняя поверхность, *3* — режущая кромка, *4* — поперечная кромка, *5* — кромка ленточки, *6* — ленточка, *7* — канавка

дальнейшей обработке (развертывание, нарезание резьбы, протягивание), применяют сверла, диаметр которых выбирают в зависимости от их назначения.

Режущая часть сверла состоит из симметрично расположенных двух или четырех режущих кромок (при двойной заточке) и одной поперечной кромки.

Два винтовых зуба, соединенных между собой сердцевиной, образуют спирали и винтовые канавки. Части канавок, прилегающие к главным режущим кромкам, образуют передние поверхности.

Задние поверхности образуются на конце сверла в результате затачивания и представляют собой части конических поверхностей.

Вдоль винтовых канавок расположены ленточки, выполняющие функции вспомогательных режущих кромок.

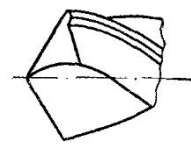
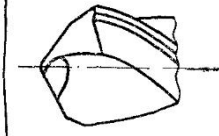
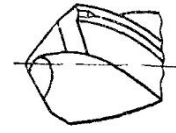
Основными частями сверла являются: режущая часть, рабочая часть, шейка, хвостовик, лапка или поводок (рис. 10).

Рабочей частью называется участок сверла, снабженный канавками. Он состоит из режущей и направляющей частей.

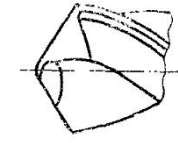
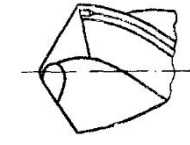
Участок сверла, имеющий режущие кромки, называется режущей частью. Хвостовиком называется часть сверла, предназначенная для передачи крутящего момента и закрепления сверла. На конце хвостовика находится лапка (для сверл с коническим хвостовиком) или поводок (для сверл с цилиндрическим хвостовиком).

Цилиндрическая выточка, соединяющая рабочую часть и хвостовик, называется шейкой.

222. Формы заточки сверл

Диаметр сверла, *мм*	Заточка	Эскиз	Обрабатываемый материал
0,05—12	Одинарная (нормальная)		Сталь, стальное литье, чугун
	Одинарная, с подточкой поперечной кромки		Стальное литье, $\sigma_{вр}=50$ *кГ/мм*^{2}, с неснятой коркой
12—80	Одинарная, с подточкой поперечной кромки и ленточки		Сталь и стальное литье, $\sigma_{вр}=50$ *кГ/мм*^{2}, со снятой коркой

Продолжение табл. 222

Диаметр сверла, *мм*	Заточка	Эскиз	Обрабатываемый материал
	Двойная, с подточкой поперечной кромки		Стальное литье, $\sigma_{вр}=50$ *кГ/мм*^{2}, с неснятой коркой; чугун с неснятой коркой
	Двойная, с подточкой поперечной кромки и ленточки		Сталь и стальное литье, $\sigma_{.р}=$ $=50$ *кГ/мм*^{2}, со снятой коркой; чугун со снятой коркой

Диаметр сверла выбирается в зависимости от назначения сверла и, как правило, немного меньше, чем диаметр обрабатываемого отверстия, так как отверстие разбивается в процессе обработки. На увеличение диаметра отверстия влияют также биение шпинделя станка, биение сверла, свойства обрабатываемого материала, неправильная заточка и т. д.

Диаметр направляющей части, как правило, уменьшается по направлению к хвостовику. Направляющая часть, следовательно, имеет обратную конусность, назначение которой — уменьшить трение о стенки обрабатываемого отверстия.

Существующие типы сверл могут быть приведены к пяти основным конструктивным группам: первые, с прямыми канавками, спиральные, для глубокого сверления, центровочные.

Кроме того, сверла характеризуются способом изготовления — цельные и составные, а также по виду хвостовика — цилиндрического, конического и четырехгранного. Наиболее распространенными видами сверл являются спиральные сверла, применяемые для различной обработки отверстий до пятого класса точности.

223. Значение углов наклона поперечной кромки и двойных углов в плане в зависимости от обрабатываемого материала

Углы наклона поперечной кромки		Двойные углы в плане	
Диаметр сверла, *мм*	Угол ψ, град	Обрабатываемый материал	Угол 2ψ *град*
0,25—0,45	18—19	Сталь, чугун, твердая бронза	116—118
0,5—0,95	20—21	Красная медь	125

Углы наклона поперечной кромки		Двойные углы в плане	
Диаметр сверла, *мм*	Угол ψ, град	Обрабатываемый материал	Угол 2φ, *град*
1,0—2,9	22—23	Мягкая бронза	130
3,0—4,4	24—25	Алюминий, баббит, силумин	130—140
4,5—8,4	26—27	Целлулоид, эбонит	89—90
8,5—9,9	28	Мрамор и другие хрупкие материалы	80

Примечание. Для получения отверстий 2, 3 и 4-го класса точности после сверления следует проводить последующую обработку: зенкерование, развертывание и протягивание.

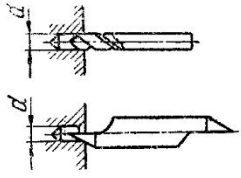
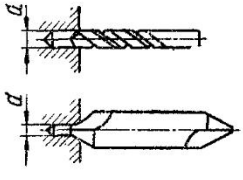
С целью облегчения процесса стружкообразования и повышения режущих свойств сверла производится подточка перемычки и ленточки, а также двойная заточка сверла. В табл. 222 приведены формы заточки сверл в зависимости от обрабатываемого материала.

Величины задних углов α, угла наклона ψ поперечной кромки, а также двойной угол в плане 2φ при вершине сверла обычно принимается: $\alpha = 8 \div 14°$; $\psi = 50 \div 55°$ и $2\varphi = 116 \div 120°$.

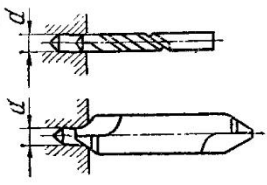
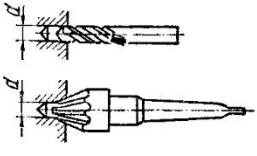
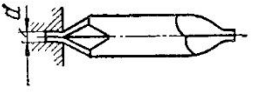
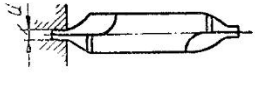
В табл. 223 приводятся их значения в зависимости от обрабатываемого материала.

В табл. 224 приводятся рекомендуемые типовые наборы центровочных сверл, а в табл. 225 — основные виды сверл и области применения.

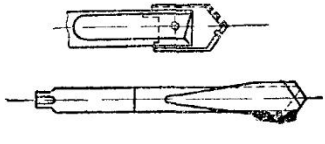
224. Центровочные сверла по ГОСТ 14952—69
(рекомендуемые типовые наборы)

Набор	Эскиз	Для центровых отверстий (гнезд) по ГОСТ 14034—68
1а		Типа А, диаметром от 0,5 до 1,5 *мм* включительно
1б		Типа А, диаметром от 0,4 до 6 *мм* включительно

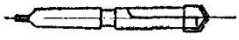
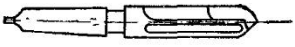
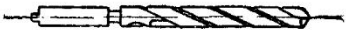
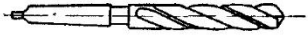
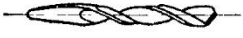
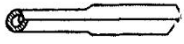
Продолжение табл. 224

Набор	Эскиз	Для центровых отверстий (гнезд) по ГОСТ 14034—68
1в		Типа В, диаметром от 0,5 до 6 *мм* включительно
2		Типа А, диаметром от 8 до 12 *мм*
3а		Типа А, диаметром от 1,5 до 6 *мм*
3б		Типа В, диаметром от 1,5 до 6 *мм* включительно

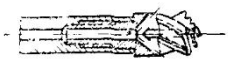
225. Виды сверл и области их применения

Эскиз	Наименование	Область применения
	Сверла перовые цельные Сверла перовые составные	Для обработки твердых материалов
	Сверла с прямыми канавками и цилиндрическим хвостовиком	Для обработки вязких материалов, а также для сверления тонких листов

Продолжение табл. 225

Эскиз	Наименование	Область применения
	Сверла с прямыми канавками и коническим хвостовиком	Для обработки вязких материалов, а также для сверления тонких листов
	Сверла с прямыми канавками составные	
	Сверла с прямыми канавками и двойной заточкой	
	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком	Для всех видов обработки
	Сверла спиральные с коническим хвостовиком	
	Сверла спиральные с четырехгранным хвостовиком (для трещоток)	Для работы ручными дрелями
	Сверла спиральные витые	Для всех видов обработки
	Сверла ружейные цельные	Для сверления глубоких отверстий небольшого диаметра
	Сверла ружейные составные	
	Сверла пушечные	Для сверления глубоких отверстий большого диаметра
	Сверла шпиндельные	

Продолжение табл. 225

Эскиз	Наименование	Область применения
	Сверла для глубоких отверстий составные	Для сверления глубоких отверстий большого диаметра
	Сверла кольцевые	Для сверления отверстий с оставлением целого стержня

226. Средние величины стойкости сверл

Диаметр сверла, *мм*	Средние величины стойкости сверл, *мин*, при обработке		
	стали	чугуна, цветных металлов и сплавов	
	Сверла из быстрорежущей стали	Сверла из быстрорежущей стали	Сверла, оснащенные твердым сплавом
5	7	12	—
10	12	21	6
15	14—20	25—30	7
20	18—22	32—40	7—8
25	20—25	40—50	10—12
30	25—30	50—55	12—17
40	40—50	75—85	—
60	60—90	105—160	—
80	120—230	210—400	—

Зенкеры

Для подготовки отверстий к дальнейшей обработке развертыванием, протягиванием и др. применяются зенкеры, которые выполняют работу, сходную по характеру с работой сверла, но зенкер имеет увеличенное по сравнению со сверлом количество зубьев, поэтому направление резания им обеспечивается лучше и получается более чистая поверхность.

Зенкеры применяют как для снятия припуска в просверленном отверстии под развертывание, так и для образования цилиндрических углублений под головки крепежных деталей, а также конических и торцовых поверхностей.

На рис. 11 приведены части и элементы цилиндрического зенкера с коническим хвостовиком, широко применяемого при обработке предварительно просверленных, отлитых или прошитых отверстий.

По типу крепления зенкеры подразделяются на хвостовые и насадные и изготовляются цельными, сварными и сборными, а также армируются твердым сплавом.

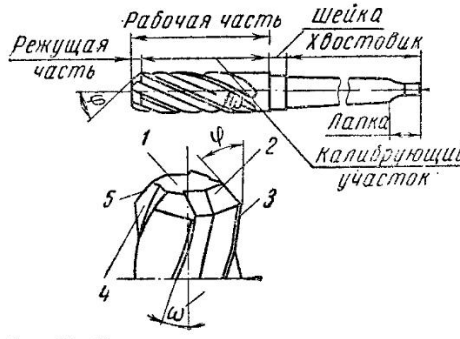


Рис. 11. Основные части цилиндрического зенкера:

1 — сердцевина, *2*—задняя поверхность; *3*—ленточка, *4* — передняя поверхность, *5* — режущая кромка, Φ — угол в плане, ω — угол наклона винтовой канавки

Диаметр выбирается, исходя из назначения зенкера. Если зенкер намечено применять для обработки просверленного отверстия под развертку, то его диаметр должен быть меньше номинального диаметра отверстия на величину припуска под развертывание. Если же зенкером окончательно обрабатывается отверстие, диаметр его должен быть принят с учетом допуска на отверстие, величины разбивания и запаса на износ.

Для зенкеров из быстрорежущей стали, предназначенных для расширения отверстий, угол при вершине φ принимается равным при обработке стали 60°, а для чугуна 45—60°. На зенкерах, оснащенных пластинками из твердых сплавов, угол φ принимается 60—75°. Задний угол $\alpha = 6 \div 10°$, передний угол γ (равен углу винтовой канавки по периферии) при обработке легированных сталей и цветных металлов 25—40°, стального литья и чугуна 15—20°. Для зенкеров, оснащенных пластинками из твердого сплава, задний угол α принимается в пределах 10—15°, угол γ при обработке чугуна составляет +5°, а при обработке стали с $\sigma_{вр} < 90$ *кГ/мм*^{2} составляет 0°, а $\sigma_{вр} > 90$ *кГ/мм*^{2} равен 5°.

227. Значение переднего угла γ в зависимости от обрабатываемого материала, *град*

Обрабатываемый металл	Угол γ
Мягкая сталь	15—20
Сталь средней твердости, стальное литье	8—12

Продолжение табл. 227

Обрабатываемый металл	Угол γ
Твердая сталь, твердый чугун	0—5
Чугун средней твердости	6—8
Алюминий, латунь	25—30

Профиль и число канавок выбираются в зависимости от назначения зенкера. Так, например, у зенкеров, используемых для снятия больших припусков, обычно делают две канавки, а для окончательной обработки отверстий применяют большее число канавок, что обеспечивает лучшее направление и чистоту обработки отверстия.

Наиболее распространенными профилями канавок являются:

а) профиль, выполненный аналогично профилю сверла, с прямолинейной режущей кромкой;

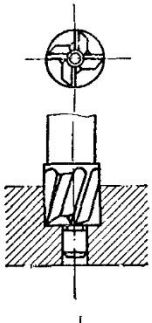
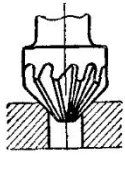
б) криволинейный профиль, обеспечивающий хороший отвод стружки;

в) профиль, ограниченный по затылку прямыми линиями.

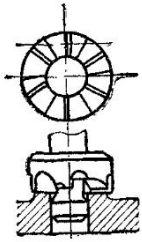
Канавки последнего типа профиля применяются для насадных зенкеров, а также для зенкеров, армированных твердым сплавом.

В табл. 228 приведены некоторые виды зенкеров и области применения.

228. Виды зенкеров и области их применения

Эскиз	Виды зенкеров	Области применения
	Зенкер цилиндрический	Для обработки отверстий с направлением
	Зенкер конический	Для обработки фасок

Продолжение табл. 228

Эскиз	Виды зенкеров	Области применения
	Цековка	Для обработки торцовых поверхностей

Развертки

Для предварительной и окончательной обработки отверстий применяют развертки, которые в основном отличаются от сверла и зенкера тем, что они снимают небольшой припуск в пределах десятых долей миллиметра и обеспечивают чистоту поверхности ▽ 7— ▽ 9.

Развертки подразделяются по способу применения: на машинные и ручные, по конструкции — на цельные и сборные, с хвостовиком и насадные, а также по принципу регулирования размеров — на постоянные и регулируемые.

229. Значение углов режущей части разверток в зависимости от области применения, *град*

Углы разверток	Виды разверток		Области применения
	машинные	ручные	
Главный угол в плане φ	15	0,5—1,5	Сквозные отверстия в вязких материалах
	5	0,5—1,5	Сквозные отверстия в хрупких материалах
	30—45	45	Глухие и сквозные отверстия
Передний угол γ	5—7	5—10	Сквозные отверстия в вязких материалах
	6	0	Сквозные отверстия в хрупких материалах
Задний угол α	4—8	4—8	Глухие и сквозные отверстия

Диаметр развертки является основным элементом, обеспечивающим выполнение заданного размера и класса чистоты поверхности. Однако при назначении диаметра развертки следует учитывать разбивание отверстия, запас на износ от трения режущей части о стенки отверстия и допуск на изготовление развертки.

Чтобы получить заданную чистоту поверхности и геометрическую форму отверстия, число зубьев должно быть увеличено, а окружной шаг берется небольшим.

Ниже приводится таблица числа зубьев разверток в зависимости от диаметра развертки

Для облегчения процесса обработки отверстия, а также удобства замеров развертки при ее изготовлении по диаметру развертки выполняется ленточка.

230. Выбор числа зубьев в зависимости от диаметра развертки

Тип развертки	Число зубьев при диаметре развертки, *мм*				
	3—10	11—14	20—30	32—45	46—50
Ручные с прямыми канавками	6	8	10	12	14
Машинные с прямыми канавками	6	8	10	12	—
Машинные насадные	—	—	10	10	14
Сборные насадные	—	—	—	8	8
Сборные хвостовые	—	—	6	8	10
Котельные	—	4	4	4	—
Ручные разжимные	6	8	8	10	12

Для получения гладкой чистой поверхности и уравнивания нагрузки применяют также неравномерную разбивку зубьев развертки по окружности.

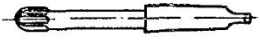
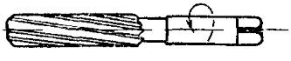
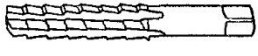
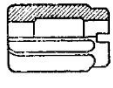
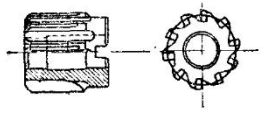
Задний конус используют для уменьшения трения калибрующей части развертки о стенки обрабатываемого отверстия.

Чтобы обеспечить опорную поверхность, профиль канавок для разверток, армированных твердым сплавом, выполняется с учетом толщины твердосплавной пластинки.

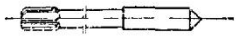
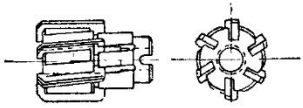
Общая длина развертки зависит от глубины развертываемого отверстия, поэтому длину рабочей части следует предусматривать в пределах 0,8—3 диаметра развертки с учетом длины направляющей части.

Основные виды разверток и области их применения приведены в табл. 231.

231. Виды разверток и области их применения

Эскиз	Наименование	Области применения
	Ручная цилиндрическая	Для развертывания отверстий вручную
	Машинная цельная с цилиндрическим хвостовиком	Для развертывания отверстий на станке
	Машинная с коническим хвостовиком	
	Машинная с винтовыми канавками	Для развертывания вручную прерывающихся отверстий
	Коническая с прямыми канавками	Для обработки отверстий под конус Морзе
	Коническая с углом 60°	Для обработки отверстий под коническую резьбу
	Машинная цельная насадная	Для развертывания цилиндрических отверстий на станке
	Машинная с квадратным хвостовиком	Для развертывания отверстий на станке
	Насадная со вставными ножами	

Продолжение табл. 231

Эскиз	Наименование	Области применения
	Машинная с цилиндрическим хвостовиком, оснащенная пластинками твердого сплава	Для развертывания отверстий на станке
	Машинная с коническим хвостовиком, оснащенная пластинками твердого сплава	Для развертывания отверстий на станке
	Машинная насадная, оснащенная пластинками твердого сплава	

232. Средние величины стойкости разверток (Р9 и Р18)

Средние величины стойкости разверток, *мин*, при					
диаметре разверток, *мм*	обработке стали и стального литья	обработке чугуна и цветных металлов	диаметре разверток, *мм*	обработке стали и стального литья	обработке чугуна и цветных металлов
6—14	18	36	30—39	54	84
5—19	24	48	40—49	72	120
20—24	30	54	50—59	78	150
25—29	42	72	60—80	84	150

Метчики

Резьбу в отверстиях нарезают метчиками, подразделяемыми на: ручные, машинные, гаечные, конические, плашечные, маточные и комбинированные. Ручные метчики предназначены для нарезания резьб вручную комплектом, состоящим из двух или трех штук. Гаечными и машинными метчиками нарезают резьбу на станках в гайках, а также в сквозных и глубоких отверстиях.

Плашечные и маточные метчики предназначаются для нарезания и калибрования резьбы в плашках.

Комбинированные метчики применяются для калибрования резьб, выполняемых фрезерованием или нарезанием.

В гайконарезных автоматах для нарезания резьбы в гайках используются метчики с изогнутым хвостовиком.

Кроме того, имеются метчики с раздвижным регулирующим устройством, позволяющим изменять диаметр метчика в пределах, компенсирующих износ, а также самооткрывающиеся метчики, позволяющие вынимать метчик после нарезания резьбы из отверстия без вывинчивания.

На рис. 12 показаны основные части и элементы метчика.

Рабочая часть (l) метчика состоит из заборной режущей части (l_1) и калибрующей зачищающей части (l_2).

Калибрующая часть служит также для направления метчика и подачи вдоль оси.

Для закрепления метчика в патроне или воротке предназначается хвостовая часть, представляющая собой цилиндр с квадратом или лыской.

Основными конструктивными элементами метчика являются режущие перья, снабженные резьбой, канавки для выхода стружки и сердечник метчика.

Длина заборной части определяется из условий работы метчика; так, для нарезания коротких сквозных резьб применяется длинная заборная часть, а при нарезании резьбы в глубоких отверстиях следует применять метчики с короткой заборной частью.

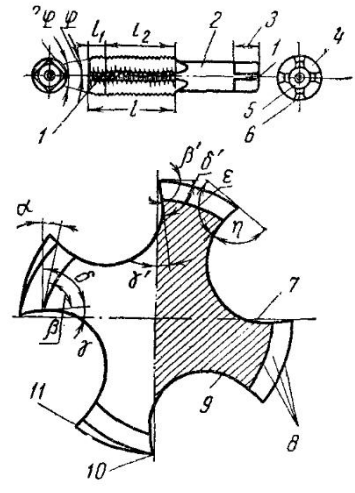


Рис. 12. Основные части цилиндрического метчика:

1 — центровое отверстие, *2* — хвостовик, *3* — квадрат, *4* — канавка, *5* — сердцевина, *6* — режущее перо, *7* — передняя поверхность, *8* — затылочная поверхность, *9* — задняя поверхность, *10* — режущая кромка, *11* — задняя кромка

Для обеспечения выхода стружки применяются различной формы канавки, из них наиболее распространенными являются:

полукруглая — ручные и калибровочные метчики;

полукруглая со спрямлением задней поверхности — гаечные метчики;

полукруглая со спрямлением передней поверхности. Канавки изготовляются прямыми и реже винтовыми.

Основными элементами геометрии режущей части метчика являются: φ — угол уклона заборной части; 2φ — угол конуса заборной части, δ — угол резания заборной части; β — угол заострения заборной части; α — задний угол заборной части, γ — передний угол заборной части; β' — угол заострения калибрующей части, δ' — угол резания калибрующей части, ε — внутренний угол задней кромки; η — внешний угол задней кромки; γ' — передний угол калибрующей части.

Точность нарезания резьбы зависит не только от точности изготовления режущего инструмента, но и от режима резания, смазки,

жесткости крепления, свойств обрабатываемого металла, поэтому на основные элементы резьб — шаг, профиль, наружный, средний и внутренний диаметры — установлены допуски.

Серьезным *затруднением при использовании* метчиков является недостаточно надежный отвод стружки.

Ряд конструкций метчиков обеспечивает облегченный отвод стружки, например:

а) метчики с углом наклона главной режущей кромки до 10°;

б) бесканавочные метчики с большим углом наклона главной режущей кромки для нарезания сквозных отверстий; стружка при работе таких метчиков движется вперед, по ходу метчика, благодаря чему уменьшается число поломок инструмента;

в) метчики с большим углом наклона винтовых стружечных канавок для нарезания глухих отверстий; при работе такими метчиками стружка выходит из отверстия сплошными лентами;

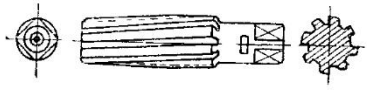
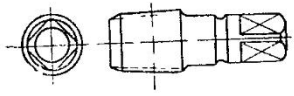
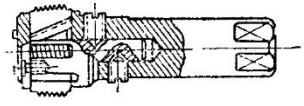
г) метчики со срезанной в шахматном порядке частью зубьев. Метчиками этого вида нарезают резьбы в вязких металлах.

Стойкость T метчиков в отличие от других видов инструмента не назначается, а определяется по формуле, например при обработке чугуна машинным метчиком:

$$v = \frac{8{,}5\,d^{1{,}2}}{T^{0{,}6} \cdot S^{0{,}9}}\ м/мин.$$

Допустимый износ для машинных метчиков принимается равным при работе по стали $0{,}125d$, а по чугуну $0{,}07d$; для гаечных метчиков — $0{,}05d$.

233. Виды метчиков и области их применения

Эскиз	Наименование	Области применения
	Метчик плашечный	Для нарезания резьбы $d = 1 \div 52$ *мм*
	Метчик маточный	Для калибровки и удаления заусенцев
	Конический метчик	Для нарезания конической резьбы
	Регулируемый метчик	Для нарезания резьбы за один проход в сквозных отверстиях деталей и гаек на станке

Продолжение табл. 233

Эскиз	Наименование	Области применения
	Метчик (гаечный) с изогнутым хвостовиком	Для нарезания резьбы за один проход в сквозных отверстиях деталей и гаек на станке

Фрезы

Для обработки плоскостей, а также фасонных поверхностей с прямыми и криволинейными образующими применяются фрезы, представляющие собой тела вращения, на торце которых или на образующей поверхности расположены режущие зубья.

Фрезы различаются по технологическим и конструктивным признакам. Основным типом являются цилиндрические фрезы. Если режущей части придать фигурную форму, то образуется группа фасонных фрез.

Для обработки канавок и прорезей применяют фрезы с заданной шириной режущей кромки при произвольном диаметре; для обработки открытых плоскостей и фигурных поверхностей — с заданным диаметром и произвольной шириной.

К первой группе относятся фрезы дисковые, пазовые, сегментные, отрезные, прорезные, Т-образные и шлицевые; ко второй — концевые, торцовые и шпоночные.

По форме зубьев фрезы можно подразделить на две группы: фрезы с остроконечными зубьями с заточкой по задней поверхности и фрезы с затылованными зубьями с ленточкой по передней поверхности.

Остроконечная форма зуба получила широкое распространение из-за простоты изготовления, высокой стойкости и возможности обеспечения заданной чистоты поверхности обрабатываемой детали.

Затылованные зубья обычно делаются у фрез, предназначенных для обработки фасонной поверхности, так как при перетачивании профиль фрезы может быть сохранен до наступления полного износа.

В современной практике рекомендуется фасонные фрезы выполнять с остроконечными зубьями, однако область применения их ограничивается необходимостью изготовления специальных приспособлений для затачивания.

Остроконечные зубья бывают трех типов: трапецеидальные, параболические и остроконечные с приближением к параболической форме задней поверхности.

Третий тип зуба является наиболее распространенным, так как для изготовления такой формы зуба не требуется сложного инструмента.

На рис. 13 показаны поверхности режущих кромок зубьев фрез; *наружная поверхность 1, задняя поверхность 2, затыловочная поверхность 3*, задняя кромка *4*, ленточка *5*, главная режущая кромка *6* (прямая или винтовая).

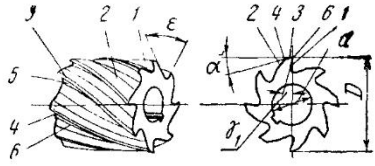


Рис. 13. Поверхности и режущие кромки зубьев фрезы

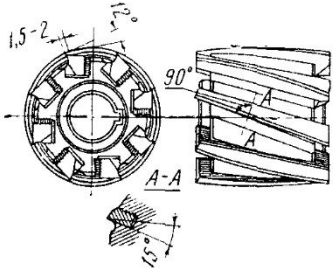
Фрезы с остроконечными зубьями изготовляются различных форм: цилиндрические с мелким и крупным зубом, сборные и составные; торцовые с мелким и крупным зубом и концевые сборные; дисковые с мелким и крупным зубом, сборные; угловые; концевые и фасонные.

Для фрез из быстрорежущей стали с остроконечными зубьями величины передних углов γ находятся в пределах от 15 до 30°, задних углов α— от 12 до 30°.

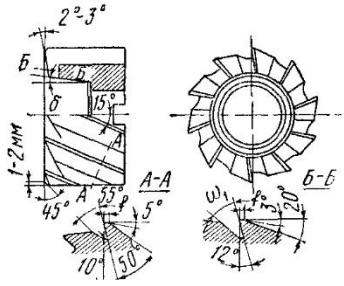
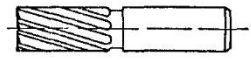
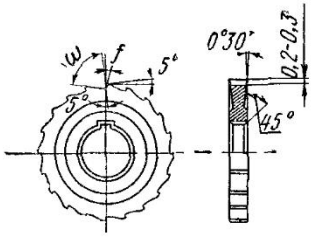
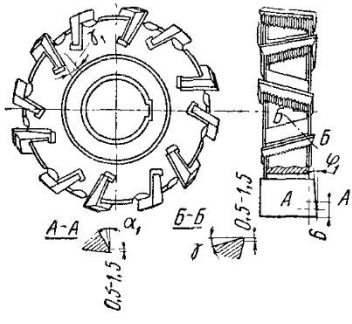
234. Диаметры оправок для фрез, *мм*

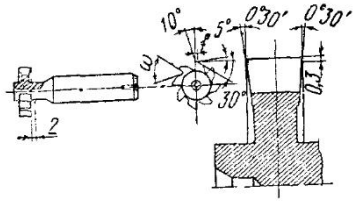
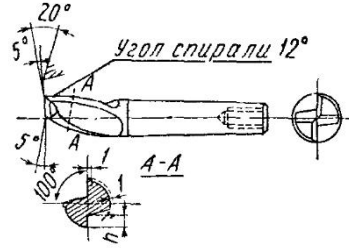
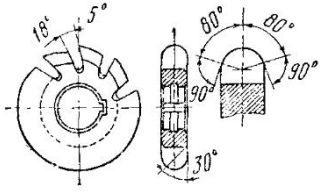
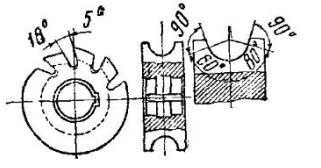
Диаметр цельных фрез	Диаметр сборных фрез	Диаметр оправки
40	—	16
50	60	22
60	75	27
75	90	32
90—110	110	40
130	130	50
150	150	60

235. Основные виды фрез и области их применения

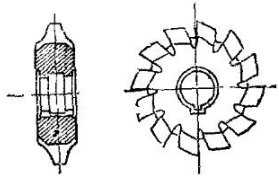
Эскиз	Наименование	Области применения
Фрезы с остроконечными зубьями 	Фрезы цилиндрические	Для обработки плоскостей на горизонтально-фрезерных станках

Продолжение табл. 235

Эскиз	Наименование	Области применения
	Фрезы торцовые насадные	Для обработки плоскостей или двух взаимно перпендикулярных плоскостей на вертикально-фрезерных станках
	Фрезы торцовые концевые	Для обработки плоскостей, канавок, выемок, пазов и пр.
	Фрезы дисковые пазовые	Для фрезерования точных пазов и прорезей
	Фрезы дисковые трехсторонние	Для фрезерования пазов и прорезей

Эскиз	Наименование	Области применения
	Фрезы для шпонок сегментных	Для фрезерования выемки под сегментную шпонку
	Фрезы шпоночные	Для фрезерования шпоночных пазов
Фрезы с затылованными зубьями	Фрезы полукруглые выпуклые	Для фрезерования радиусных канавок или пазов
		
	Фрезы полукруглые вогнутые	Для фрезерования выпуклых радиусных поверхностей

Продолжение табл. 235

Эскиз	Наименование	Области применения
	Фрезы дисковые зуборезные (модульные)	Для фрезерования цилиндрических зубчатых колес

Цилиндрические фрезы, как правило, выполняются с винтовыми зубьями, так как угол наклона винтовой канавки предотвращает неравномерность колебания силы резания, а при сдвоенных фрезах, с правым и левым направлением винтовых канавок, поглощает усилия резания.

Фрезы диаметром свыше 75 *мм* в целях экономии инструментальной стали изготовляются сборной конструкции. При определении конструктивных элемеитов основным является диаметр фрезы, от величины которого зависит число и форма зубьев, диаметр отверстия, а также толщина стружки и др.

В табл. 236 приводятся величины заточки углов ножей из твердого сплава торцовых и дисковых фрез, а в табл. 237, 238 и 239 для быстрорежущих фрез.

236. Углы заточки ножей из твердого сплава торцовых и дисковых фрез

Обрабатываемый материал	Предел прочности $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*	*Углы заточки ножей, град*					
		Задний угол α	Задний угол боковых кромок α_1	Передний угол γ	Угол наклона режущей кромки λ	Угол в плане переходной кромки φ_0	Вспомогательный угол в плане φ_1
Торцовые фрезы							
Сталь	$\sigma_в \leqslant 110$	15	20	$(+5) \div (-5)$	15	30	5
Чугун серый	$\sigma_в \geqslant 110$	20	25	-10	15	30	5
		12	17	5	$0 \div 15$	30	5
Дисковые фрезы							
Сталь	$\sigma_в \leqslant 110$	20	10	$(+5) \div (-5)$	5	45	5
Чугун серый	$\sigma_в \geqslant 110$	20	10	-10	5	45	5
		20	6	5	5	45	5

237. Рекомендуемые величины углов в плане φ и φ_1 быстрорежущих фрез

Типы фрез	Диаметр фрезы, *мм*	Величины углов, *град*	
		φ	φ_1
Торцовые головки	Св. 150	20	—
Торцовые головки	До 150	30	—
Дисковые двусторонние	Св. 150	45	25
Торцовые и дисковые при обработке двух взаимно перпендикулярных плоскостей	—	90	45
Торцовые, дисковые двусторонние	—	—	45

238. Рекомендуемые величины передних углов γ у быстрорежущих фрез, *град*

Обрабатываемый металл	Главный передний угол γ
Сталь	
$\sigma_{вр}$ до 60 *кГ/мм²*	20
$\sigma_{вр}$ = 60—100 *кГ/мм²*	15
$\sigma_{вр}$ св. 100 *кГ/мм²*	10
Чугун	
НВ до 150	15
НВ св. 150	10

239. Рекомендуемые величины задних углов α у быстрорежущих фрез, *град*

Типы фрез	Характеристика	Задний угол α у фрез	
		цилиндрических	торцовых
Цилиндрические и торцовые	с мелкими зубьями	16	8
	с крупными зубьями и вставными ножами	12	8
	с прямыми мелкими зубьями	20	6
Дисковые двусторонние и трехсторонние	с прямыми вставными ножами	16	6
	с наклонными мелкими зубьями	16	6
	с наклонными крупными зубьями и с наклонными вставными ножами	12	6
Концевые и угловые с цилиндрическим и коническим хвостовиками	Ø до 10 *мм*	25	8
	Ø = 10÷20 *мм*	20	8
	Ø св. 20 *мм*	16	8
Т-образные для станочных пазов	Ø до 25 *мм*	25	6
	Ø св. 25 *мм*	20	6
Т-образные для пазов сегментных шпонок	Ø до 25 *мм*	25	6
	Ø св. 25 *мм*	20	6
Дисковые пазовые незатылованные		20	—
Шлицевые (прорезные)	—	30	—
Отрезные (пилы круглые)	—	20	—
Фасонные незатылованные	с мелкими зубьями	16	—
Пилы с приклепанными сегментами затылованные и незатылованные	с крупными зубьями	16	—

При эксплуатации фрез трудно обеспечить нормальный отвод стружки. Это может быть достигнуто: изменением угла наклона винтового зуба (до 30° и выше), изменением количества зубьев и увеличением объема стружечного пространства между зубьями.

Такого рода изменения и были положены в основу конструкций концевых фрез, разработанных ленинградскими новаторами производства — фрезеровщиками Андреевым, Леоновым, Карасевым и Савичем.

В результате был пересмотрен стандарт и разработан новый ГОСТ 8237—57, по которому инструментальные заводы выпускают концевые фрезы.

На рис. 14 приведена конструкция этой высокопроизводительной концевой фрезы с зубьями, подточенными по торцу.

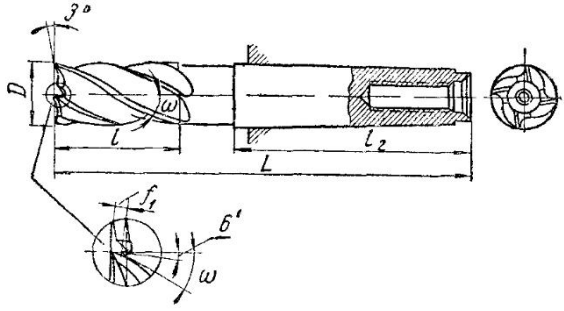


Рис. 14. Концевая фреза по ГОСТ 8237—57

240. Средние величины стойкости фрез

Инструментальный материал	Тип фрезы	Стойкость фрез, *мин*, диаметром, *мм*							
		20	50	75	100	150	200	300	400
Быстрорежущая сталь	Торцовые и дисковые	—	100	120	130	170	250	300	400
	Прорезные	—	80	90	100	110	120	—	—
	Концевые	60	80	—	—	—	—	—	—
	Цилиндрические	—	100	170	280	400	—	—	—
	Фасонные	—	60	80	100	—	—	—	—
	Угловые	—	100	150	170	—	—	—	—
Твердый сплав	Торцовые и дисковые двусторонние	—	—	90	120	200	300	500	600
	Дисковые трехсторонние	—	—	130	160	200	300	—	—

Зуборезный инструмент

Зубонарезание осуществляется двумя методами: копированием и обкаткой.

При копировании режущему инструменту придают форму впадины между зубьями, а затем производят обработку, копируя профиль инструмента на обрабатываемой поверхности.

Зубонарезание методом копирования может осуществляться:

а) последовательным нарезанием модульной дисковой или концевой фрезой;

б) одновременным долблением всех зубьев колеса;
в) одновременным протягиванием всех зубьев колеса;
г) круговым протягиванием.

Однако этот метод является неточным и непроизводительным и находит применение лишь в единичном и мелкосерийном производстве.

Более современным, точным и производительным способом изготовления зубчатых колес является метод обкатки.

При зубонарезании методом обкатки формообразование зуба колеса осуществляется в результате воспроизведения обкатки зубчатой пары, одним из элементов которой является инструмент — зубчатая рейка*, а другим заготовка колеса.

Установлено, что чем больше коэффициент перекрытия, т. е. отношение длины активной части линии зацепления к основному шагу, тем больше продолжительность зацепления. В противном случае головка зуба одного колеса будет подрезать ножку другого колеса в передаче.

Так, при угле профиля 20° с высотой головки, равной одному модулю, и числе зубьев 17, не будет происходить подрезание ножки зуба. У колес с числом зубьев менее 17 ножка зуба будет подрезаться. Для предотвращения этого производится корригирование (исправление) зубчатых колес путем смещения контура зубчатой рейки на величину $x = \varepsilon \cdot m$; где ε — коэффициент смещения, величина которого устанавливается в зависимости от количества зубьев.

При работе двух сопряженных зубчатых колес в результате погрешностей обработки и монтажа, деформаций зубьев под нагрузкой может возникнуть «кромочное зацепление», т. е. зацепление кромок зуба одного колеса за кромку другого колеса, что может привести к ударной нагрузке и как следствие — к поломке зубьев. Для устранения кромочного зацепления боковые стороны зуба у его вершины срезаются посредством изменения профиля зубчатой рейки под дополнительным углом, называемым углом фланкировки с высотой фланкирования равной $0{,}45m$. Ниже приводятся значения угла фланкировки в зависимости от степени точности зубчатых колес, причем, чем ниже степень точности, тем больше угол фланкирования.

241. Значения углов фланкировки, *град*

Модуль	Значения углов фланкировки при степени точности			
	7	8	9	10
1—1,75	2	3,20	4,30	Не фланкируется
2—3,75	1,20	2	3,20	
4—20	1	1,20	2	

* Исходный контур зубчатой рейки характеризуется следующими данными: угол профиля 20°, толщина зуба по начальной (средней) прямой равна ширине впадины и половине шага зацепления; глубина захода равняется двум модулям, а радиальный зазор $0{,}25m$.

Зубонарезание методом обкатки осуществляется: червячной фрезой, круглым долбяком, реечным долбяком, зубострогальными резцами, резцовой головкой, накатыванием зубчатыми валками.

На рис. 15 приведены схемы нарезания зубчатых колес методами копирования (рис. 15, *а* и *б*) и обкатки (рис. 15, *в* и *г*).

Дисковая модульная фреза представляет собой фасонную фрезу с профилем зуба, соответствующим профилю впадины нарезаемого колеса.

По стандарту имеется три набора из 8; 15 и 26 дисковых фрез, которыми с небольшой погрешностью, укладываемой в пределах допуска, можно нарезать зубчатые колеса с разным числом зубьев. Чем больше модуль колеса, тем заметнее будут сказываться

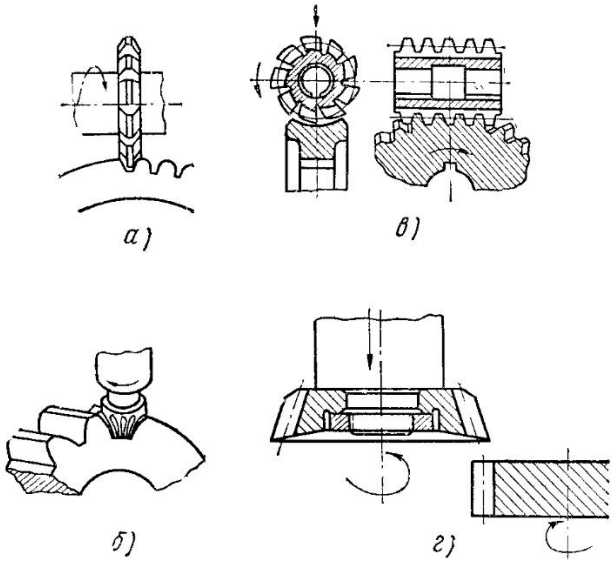


Рис. 15. Схема зубонарезания методами копирования и обкатки:

а — копирование профиля модульной дисковой фрезой, *б* — копирование профиля модульной пальцевой фрезой, *в* — обкатка профиля червячной фрезой, *г* — обкатка профиля долбяком

неточности. Поэтому для более точных работ применяется набор из 15 дисковых фрез, а для самых точных из 26 дисковых фрез.

Дисковые модульные фрезы изготовляются с затылованными зубьями с заточкой по передней поверхности.

Для фрезерования профиля косозубых и прямозубых зубчатых колес применяются пальцевые модульные фрезы, профиль которых соответствует профилю впадины зубчатого колеса.

Для улучшения условий резания канавки у черновых фрез могут быть выполнены спиральными, а режущие кромки снабжаются канавками, разделяющими стружку, расположенными в шахматном порядке.

Затылковывают пальцевые фрезы в радиальном и осевом направлениях, а также под углом.

Червячная фреза представляет собой червяк с винтовыми канавками, боковая поверхность которых получается в результате винтового движения образующей линии в пространстве.

Червячные фрезы работают по методу обкатки и по типу нарезаемых зубчатых колес они подразделяются на фрезы для цилиндрических, глобоидальных и червячных колес.

Фрезы с архимедовой спиралью и эвольвентной образующей применяются для фрезерования червячных колес, а фрезы с прямолинейным профилем — для фрезерования цилиндрических зубчатых колес.

На рис. 16 приведен общий вид червячной фрезы по ГОСТ 10331—63 для нарезания зубьев цилиндрических зубчатых колес, изготовляемых для обработки колес 7-й и 8-й степеней точности; для обработки зубчатых колес более высоких степеней точности фрезы изготовляются по специальным нормалям соответствующих отраслей промышленности.

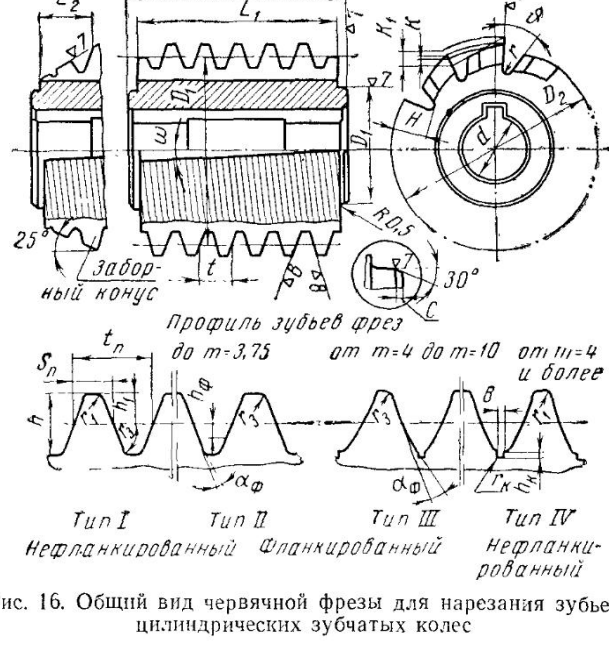


Рис. 16. Общий вид червячной фрезы для нарезания зубьев цилиндрических зубчатых колес

По ГОСТ 9158—59 и 1643—56 для зубчатых колес установлено 12 степеней точности, причем по аналогии с гладкими поверхностями 7-я степень точности соответствует 2-му классу точности. Для зубчатых колес разных модулей степени точности характеризуются следующими данными:

Модуль	1—10 св.	10 до 16 св.	16 до 30 св.	30 до 50
Степени точности	3—11	5—11	7—11	8—11

Зубчатые колеса со степенью точности 3—8 нарезаются методом обкатки. Сырые колеса 3, 4 и 5-й степеней точности подвергаются тщательной обработке на притирочных станках и поверхности их термически обрабатываются. Зубчатые колеса 6, 7 и 8-й степеней точности допускают при термообработке искажение формы; у колес 6-й и 7-й степеней точности шлифуются боковые профили с базой на отверстие, а со степенью точности 8 — шлифуют отверстие на базе зубчатого венца. Зубчатые колеса 8, 9 и 10- степеней точности нарезаются методом копирования.

Наружный диаметр червячной фрезы выбирают в зависимости от степени точности зубчатых колес. В табл. 242 приведены значения наружного диаметра червячных фрез.

Червячные фрезы для червячных колес (изготовляются по согласованию с заказчиком) должны быть точной копией нарезаемого червяка. Различают два способа нарезания колес: с радиальной и с тангенциальной подачами.

В первом случае червячные фрезы углубляются в тело червячного колеса в радиальном направлении, во втором случае червячные фрезы имеют поступательное движение вдоль своей оси при постоянном расстоянии между осями червячного колеса и фрезы.

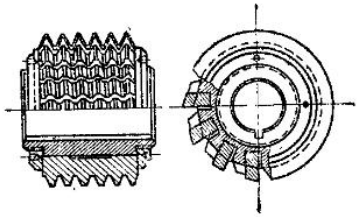
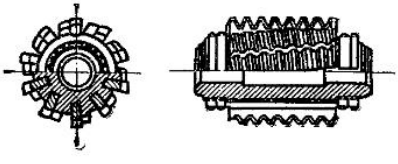
242. Наружные диаметры червячных фрез для нарезания зубьев, *мм*

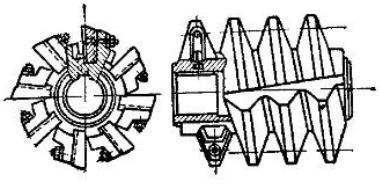
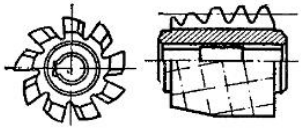
Модуль m	Наружные диаметры фрез при степени точности зубчатых колес			Модуль m	Наружные диаметры фрез при степени точности зубчатых колес		
	7	8	9		7	8	9
2	45	30	25	6,5	135	100	85
2,25	50	35	30	7	145	110	90
2,5	55	40	35	8	155	120	100
2,75	60	45	35	9	170	135	110
3	65	50	40	10	110	140	120
3,25	70	50	45	11	210	165	135
3,5	75	55	45	12	230	180	145
3,75	80	60	50	13	250	190	160
4	85	65	50	14	260	125	163
4,25	90	65	55	15		210	175
4,5	95	70	60	16		225	190
5,0	105	80	65	18		250	200
5,5	115	85	70	20		270	230

В зависимости от этих способов и выбирается конструкция фрезы; так, для работы с тангенциальной подачей применяется фреза с заборной частью, затылованной по конусу.

Зуборезные гребенки представляют собой рейку, совершающую возвратно-поступательное движение относительно заго-

243. Виды червячных фрез и области их п

Эскиз	Наименование
	Сборная со вставным бенками и боковыми к ми, посаженными в на состоянии
	Сборная со вста зубьями

Эскиз	Наименование
	Сборная, оснащенная тинками твердого сплава
	С заборной частью, з ванной по конусу

товки, вращающейся вокруг своей оси. Это движение обусловливает обкатку профиля зубчатого колеса рейкой, выполняющей строгание.

В основном гребенками нарезают цилиндрические и шевронные колеса. В первом случае конструкция гребенок прямозубая (рис. 17,*а*), во втором — косозубая (рис. 17,*б*).

Высота зуба гребенки принимается равной $2{,}5m$, а шаг зубьев t должен быть равен шагу зубьев колеса по делительной окружности $t=\pi m$.

Толщина зуба S равняется половине шага зубьев у чистовых гребенок, а у черновых — меньше на величину припуска.

Радиус закругления зубьев принимается $r=0{,}38\ m$, а у черновых $0{,}25\ m$.

Прямозубые гребенки бывают двух типов, а именно: без переднего угла и с передним углом 4°, получаемым в результате наклонной установки гребенки под углом 6°30′ на станке перпендикулярно направлению резания. Углы резания гребенок этих двух типов соответственно составляют: для I типа — задний угол $\alpha=5°30'$, передний угол $\gamma=6°30'$; для II типа — задний угол $\alpha=6°52'$ и передний угол $\gamma=4°$.

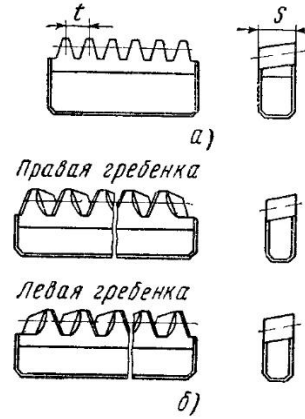


Рис. 17. Виды зуборезных гребенок:
а — прямозубая, *б* — косозубая (правая и левая)

Косозубые гребенки имеют наклонные зубья и работают в паре. Левая гребенка строгает зубья с одной стороны, а правая — с другой, попеременно. Закрепление гребенок в держателе станка осуществляется без образования переднего угла, поэтому в плоскости передней поверхности режущая кромка гребенки имеет угол профиля, равный углу зацепления.

Процесс обработки зубчатого колеса долбяком осуществляется путем обкатки долбяка и обрабатываемой заготовки по начальным окружностям без скольжения с одновременным осуществлением возвратно-поступательного движения долбяка вдоль оси заготовки — движения резания.

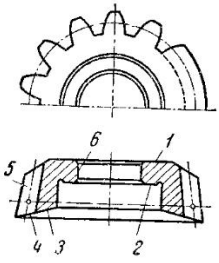


Рис. 18. Конструктивные элементы долбяка

Долбяки по конструкции подразделяются на дисковые, хвостовые, гаечные, втулочные, сборные и комбинированные.

Элементами конструкции долбяка являются (рис. 18): внешняя опорная поверхность *1*, внутренняя опорная поверхность *2*, передняя грань *3*, скос *4*, режущая часть с зубьями *5*, отверстия для крепления *6*. Хвостовик (для хвостовых), нарезанная часть (для втулочных) и шейка (для хвостовых и втулочных) также являются конструктивными элементами долбяка.

По мере затупления режущих кромок долбяк перетачивается по передней грани при обеспечении неизменности эвольвентного профиля во всех сечениях. Это требование удовлетворяется корригированием, т. е. исправлением — уменьшением высоты головки зуба и перемещением точек эвольвентного профиля. Смещение исходного контура допустимо в небольших пределах, поэтому долбяки рассчитываются обычно на такое количество перетачиваний, при которых величина смещения будет небольшая (основные размеры и техусловия по ГОСТ 9323—60).

Для нарезания зубчатых конических колес с криволинейным зубом применяются резцовые головки, представляющие собой диск со вставленным по его периферии резцами, обрабатывающими профиль зуба с двух сторон (половина резцов одну сторону, другая половина — другую).

В корпусе *1* головки (рис. 19) прорезаны пазы, в которые вставлены наружные и внутренние резцы *2*, прикрепляемые к корпусу винтами *3* и регулируемые клиньями *4* и *5* и подкладками *6*, винтами *7* и *8* и штифтом *9*.

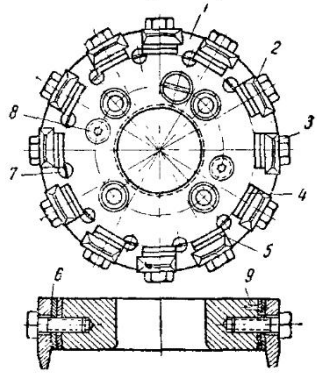


Рис. 19. Общий вид резцовой головки

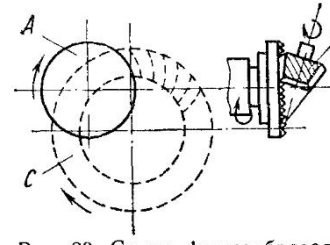


Рис. 20. Схема формообразования конических криволинейных зубьев

Размеры применяемых резцовых головок нормализованы — $1/2''$; $1''$; $1\,1/2''$; $2''$; $3\,1/2''$; $6''$; $9''$; $12''$ и $18''$ (изготовляются по нормам ВН 451—55).

На рис. 20 приведена схема формообразования конических криволинейных зубьев. Резцовая головка *A*, представляющая собой режущую часть производящего колеса *C*, обкатываясь по поверхности конической заготовки *B*, образует на последней криволинейные зубья, профиль которых представляет собой дугу окружности.

Для обработки прямых конических колес применяется зубострогание (рис. 21, *а*), где в качестве режущего инструмента используются специальные резцы. На суппорте *1*, представляющем собой образующее плоское колесо, размещены резцовые салазки *2*, которые совершают возвратно-поступательное движение в радиальном направлении, приводя этим самым резцы *3* в движение и совершая обкатку путем вращения вокруг своего центра.

Заготовка *4*, устанавливаемая в люльке станка под заданным углом, совершает вращательное движение в период обкатки, а при

отводе ее от резцов, поступает на операцию деления, осуществляемую специальным механизмом.

На рис. 21, *б* показана схема перемещения резцов по заготовке. Здесь заготовка *1* обкатывается по плоскому зубчатому колесу *2*, а резцы *3*, вращаясь вместе с колесом, совершают обкатку резцов и заготовки. Основные размеры и технические условия на резцы зубострогальные предусмотрены ГОСТ 5392—64.

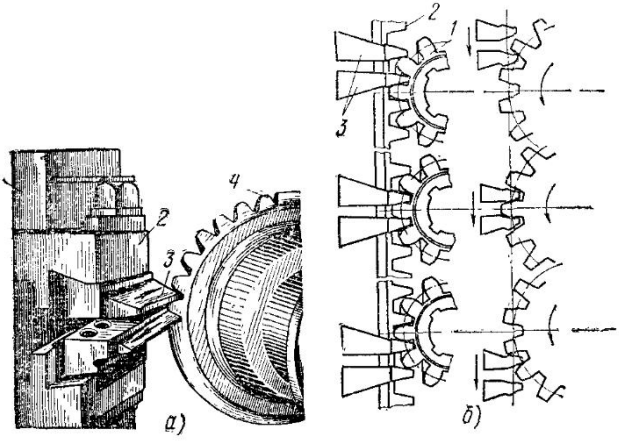


Рис. 21. Обработка конических колес зубострогальными резцами:

а — общий вид резцовой головки, *б* — схема работы резцов при формообразовании прямого конического зуба

Круговое протягивание производится модульными протяжками. Взамен нарезания зубчатых колес дисковыми модульными фрезами на Челябинском тракторном заводе применяют круговое протягивание зубьев модульной протяжкой на восьмипозиционном станке. Трудоемкость нарезания зубьев одного колеса снизилась с 87 до 1,85 *мин*.

Горьковский и Московский автозаводы по этому методу изготовляют прямозубые конические колеса дифференциала, полуосевые, зубчатые колеса и сателлиты. Инструментом служит дисковая фреза-протяжка диаметром около 540 *мм* (рис. 22), оснащенная резцами, расположенными с угловым шагом 4—4,5°. Резцы имеют плоскую переднюю поверхность с передним углом $\gamma = 15°$ и вогнутый радиусный профиль. Фреза-протяжка снабжается резцами двух типов: черновыми — для прорезания впадин и предварительного наре-

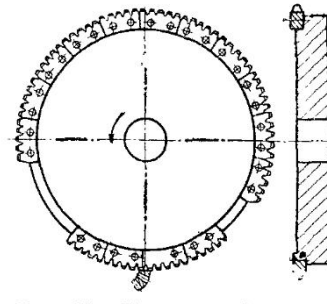


Рис. 22. Дисковая фреза-протяжка

зания боковых поверхностей зубьев и чистовыми — для окончательного нарезания зубьев колеса. При работе черновых резцов, расположенных по спирали с определенным подъемом, головка подается вдоль впадины зубьев. При вступлении в действие чистовых зубьев головка движется в обратном направлении, т. е. от широкой ножки зуба к его головке. Производительность зубонарезания при этом методе в 7—8 раз выше ранее применявшегося.

244. Величины задних и передних углов зуборезных инструментов, *град*

Название зуборезного инструмента	Задний угол α	Передний угол γ
Фрезы дисковые, модульные, черновые	15	8—10
Фрезы дисковые, модульные, чистовые	15	0
Фрезы пальцевые, модульные	15	0
Фрезы червячные, черновые	10—12	5—10
Фрезы червячные, чистовые	10—12	0
Долбяки зуборезные:		
на вершине зуба	6—7	5
на боковых сторонах	2—3	—

Величины задних и передних углов в зависимости от вида зуборезного инструмента приведены в табл. 244.

Стойкость зуборезного инструмента принимается при нарезании зубчатых колес с модулем $\leqslant 8$ в 180 *мин* для стали и 360 *мин* для чугуна. Величина допускаемого износа приведена в табл. 245.

245. Величина допускаемого износа зуборезных инструментов, *мм*

Наименование инструмента	Материал инструмента	Допускаемый износ при обработке	
		черновой	чистовой
Долбяки	Р9, Р18	0,8—1,0	0,06—0,1
Червячные фрезы	Р9, Р18	1,2—1,6	0,2—0,35
Дисковые модульные фрезы	Р18	0,8—1,0	0,2—0,35
Зубострогальные резцы	Р9, Р18	0,8—1,0	0,25—0,3
Конические червячные фрезы	Р9, Р18	—	0,6—0,8

Протяжки

Протяжки подразделяются на две основные группы: 1) протяжки для обработки отверстия; 2) протяжки для обработки наружных поверхностей.

Зубья протяжки делятся на режущие и калибрующие. Режущие зубья имеют острые режущие кромки. У калибрующих зубьев

кромки закругляются и протяжка работает на уплотнение материала обрабатываемой поверхности.

В соответствии с формами протягиваемых отверстий протяжки подразделяются на следующие виды: для круглых отверстий; для шлицевых отверстий; для фасонных отверстий и комбинированного протягивания; для шпонок и пазов.

В зависимости от метода протягивания поверхностей протяжки подразделяются на следующие группы: а) протяжки, работающие по профильной схеме резания (рис. 23, *а*); б) протяжки, работающие по генераторной схеме резания (рис. 23, *б*); в) протяжки, работающие по прогрессивной схеме резания (рис. 23, *в*).

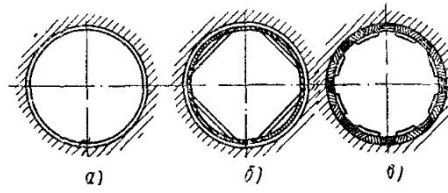


Рис. 23. Схема резания при протягивании

При профильной схеме происходит срезание припуска зубьями протяжки, имеющими контур профиля обрабатываемой детали.

При генераторной схеме срезание припуска осуществляется протяжкой, у которой контуры зубьев имеют переменный характер с постепенным переходом от прямолинейной или круглой формы к профильному контуру обрабатываемой детали.

Прогрессивная схема применяется при необходимости ограничить величину силы протягивания из-за малых сечений протяжки, которая выполняется с укороченной длиной режущих кромок и с разделением на секции зубьев.

Протяжки состоят из замка, шейки, передней направляющей рабочей и задней направляющей частей. Замок, соединяющий протяжки с тяговым устройством станка, может иметь различные конструкции, наиболее распространенной является конструкция замка с чекой. Диаметр замковой части определяется по формуле $d_1 = d_0 - (0{,}5 \div 1)$ *мм*, где d_0 — диаметр обрабатываемого отверстия.

Шейка предназначена для продевания протяжки через отверстие в приспособлении станка. Длина шейки определяется: $l_1 = A + 10$ *мм*, где A — толщина приспособления станка. Диаметр шейки принимается равным диаметру замковой части или меньше на $0{,}5 \div 1$ *мм*.

Передняя направляющая часть предназначена для направления в начальный момент рабочих зубьев протяжки и ее длину находят по формуле $l_2 = l_3 + 0{,}5S$, где l_3 — длина обрабатываемого отверстия, S — шаг рабочих зубьев; диаметр $d_2 = d_0 - (0{,}5 \div 1)$ *мм*.

Рабочая часть состоит из z рабочих зубьев, срезающих весь припуск. Шаг зубьев определяется из формулы $S = (1{,}5 \div 2)\sqrt{l_3}$, а высота зубьев $h = (0{,}2 \div 0{,}4)S$ *мм*.

Комплектуются протяжки тогда, когда расчетная длина их превышает предельную длину, допускаемую ходом станка. Комплект состоит из двух или большего числа протяжек.

По типу протяжки подразделяются на плоские, круглые и фасонные, а также на сборные протяжки со вставными зубьями и наборные, оснащенные пластинками твердого сплава.

В основу расчета протяжек кладется величина припуска.

Задний угол α зуба протяжки, так же как и задний угол резца, обеспечивает условия резания. Однако значительное увеличение этого угла нежелательно, так как с его увеличением уменьшается при перетачиваниях наружный диаметр протяжки. Значение заднего угла α для протяжек, предназначенных для внутреннего протягивания, составляет для режущих зубьев 2°—4°36′, а для калибрующих 30′÷1°.

246. Рекомендуемые значения переднего угла γ зубьев рабочей части протяжек, *град*

Обрабатываемый материал	Передний угол γ
Сталь до 60 *кГ/мм²*	15—18
от 60 до 100 *кГ/мм²*	12—15
св. 100 *кГ/мм²*	8—10
Чугун *НВ*:	
до 150	8—10
св. 150	4—8
Алюминий	12—15
Бронза	0—5
Баббит	10—15
Медь красная	15
Латунь:	
хрупкая	2
мягкая	6

247. Рекомендуемые значения заднего угла α зубьев рабочей части протяжек, *град*

Протяжка	Задний угол α зубьев	
	режущих	калибрующих
Для внутреннего протягивания	2—3,5	0,5—1
Для наружного протягивания	10	—

При наружном протягивании задний угол α на зубьях протяжек составляет 10°.

Разность высоты двух смежных зубьев протяжки характеризует толщину слоя, срезанную последующим зубом, или величину подъема a на зуб, зависящую от свойств, обрабатываемого металла, жесткости детали, формы протягиваемой поверхности и др.

Величина подъема на зуб приведена в табл. 248.

248. Подъем на зуб протяжек, *мм*

Обрабатываемый металл	Подъем на зуб при наружном протягивании	Подъем на зуб при внутреннем протягивании отверстий		
		цилиндрических	шлицевых	многогранных
Сталь	0,05—0,20	0,04—0,10	0,08—0,16	0,04—0,3
Чугун, бронза	0,06—0,12	0,04—0,10	0,08—0,16	0,04—0,3
Баббит	—	0,12—0,24	—	—
Алюминий	0,03—0,2	0,02—0,10	0,04—0,20	—

Примечание. Значение *а* для наружного протягивания приведено на сторону, а для внутреннего протягивания — на две стороны.

Для разделения широкой стружки на узкие на поверхности режущей части зуба наносят стружкоразделительные канавки. Число канавок выбирается в зависимости от диаметра протяжки, так, например, при диаметре от 10 до 13 *мм* — 6 канавок, от 13 до 16 — 8, от 16 до 20 — 10, от 20 до 25 — 12.

Число калибрующих зубьев принимается от 3 до 8, причем, чем выше требование к точности обработки, тем большее количество калибрующих зубьев принимается.

Между режущими и калибрующими зубьями располагаются зачищающие и запасные зубья.

Типы хвостовиков протяжки зависят от применяемого способа крепления протяжки в патроне станка.

Круглые протяжки бывают нескольких типов в зависимости от назначения и условий работы. Круглые протяжки с прямыми зубьями являются обычной формой. Иногда они выполняются сборными в целях экономии быстрорежущей стали.

Для протягивания глубоких отверстий применяются протяжки с винтовыми зубьями, причем протягивание осуществляется при поступательном движении вдоль оси и вращательном — вокруг оси.

Калибрующая протяжка не имеет острых режущих кромок и зубья ее закруглены, что обеспечивает выглаживание обрабатываемой поверхности. У шлицевых протяжек в зависимости от формы шлица зубья выполняются с эвольвентным, угловым или елочным профилем.

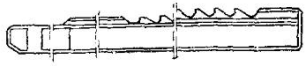
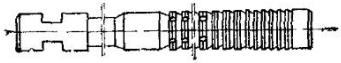
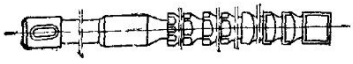
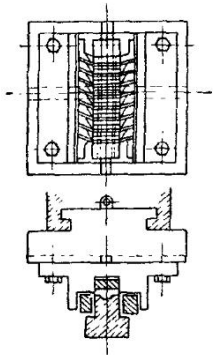
Для протягивания многогранных отверстий применяют квадратные, шестигранные, прямоугольные и другие протяжки, отличительной особенностью которых является наличие нескольких ступеней по длине с различными подъемами на зуб.

Шлицевые отверстия обрабатывают комбинированными протяжками, которые предварительно протягивают круглыми зубьями отверстие, а затем зубьями соответствующей формы — шлицы.

Шпоночные протяжки предназначаются для протягивания в отверстии шпоночных канавок различной формы, а также для протягивания фасонных поверхностей как в отверстии, так и в пазах.

Наружное протягивание осуществляется как цельными, так и сборными протяжками. При протягивании поверхностей габаритные размеры не ограничены, как у круглых протяжек, размером отверстия, поэтому наружные протяжки значительно прочнее.

249. Виды протяжек и области их применения

Эскиз	Наименование протяжек	Область применения
	Одношпоночные	Для протягивания шпоночных канавок
	Круглая	Для протягивания отверстий
	Квадратная	Для протягивания квадратных отверстий
	Наружная	Для протягивания наружных отверстий

Протяжки для наружного протягивания могут изготовляться как из отдельных секций, укрепленных в приспособлении, так и со вставными ножами.

Стойкость протяжек определяется толщиной срезаемого слоя, передним углом γ, задним углом α; маркой инструментальной стали и обрабатываемого материала, скоростью резания и величиной износа зубьев протяжек по задней поверхности. Средняя стойкость каждого зуба протяжки, изготовляемого из ХВГ — 20÷40 *мин*; Р9 — 100÷200 *мин*; Р18 — 130÷270 *мин*.

Абразивный инструмент

Материалы, применяемые для изготовления абразивного инструмента, подразделяются на природные и искусственные.

К природным абразивам относятся: алмаз, корунд, наждак, гранит, кварц, кремний, полевой шпат, пемза и др.

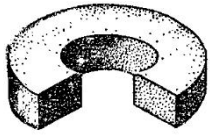
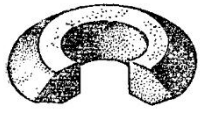
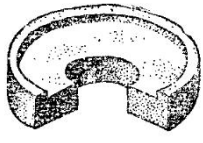
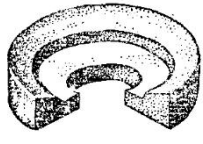
К искусственным абразивам относятся: электрокорунд, карборунд, карбид бора, карбид циркония, борсиликарбид, кубический нитрид бора (эльбор) и др.

Для изготовления шлифовальных кругов в основном применяются искусственные шлифующие материалы, которые обладают более высокими качествами по сравнению с естественными в отношении однородности и чистоты и дешевле последних.

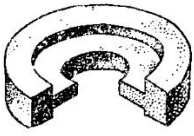
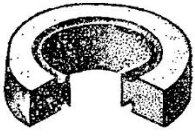
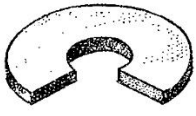
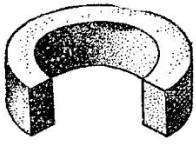
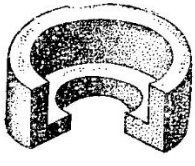
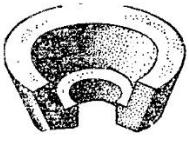
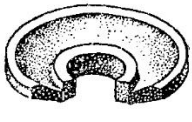
Шлифовальные круги различаются в зависимости от их назначения по следующим признакам: по форме и размерам; по роду и виду абразивного материала; номеру зернистости; роду связки; твердости; номеру структуры.

Формы шлифовальных кругов и их обозначения в соответствии с ГОСТ 2424—67 приведены в табл. 250.

250. Формы и обозначения шлифовальных кругов

Форма шлифовального круга	Наименование шлифовального круга	Условное обозначение
	Плоский прямого профиля	ПП
	Плоский с двухсторонним коническим профилем (40°)	2П
	Плоский конического профиля (30°)	4П
	Плоский с выточкой	ПВ
	Плоский с конической выточкой	ПВК

Продолжение табл. 250

Форма шлифовального круга	Наименование шлифовального круга	Условное обозначение
	Плоский с двухсторонней выточкой	ПВДК
	Плоский с выточкой типа ласточкина хвоста	ПВЛ
	Диск	Д
	Кольцо	1К
	Чашка цилиндрическая	ЧЦ
	Чашка коническая	ЧК
	Тарелка	1Т, 2Т, 3Т, 4Т

Абразивный материал представляет собой минерал естественного или искусственного происхождения, раздробленный на мелкие зерна определенной величины. В табл. 251 приводятся данные, характеризующие абразивные материалы и область их применения.

Зернистость шлифовальных кругов характеризуется размером зерен абразивного материала и обычно обозначается номерами от 200 до 3 и дальше от М40 до М5.

Размеры зерен до № 5 определяются размерами сторон ячеек контрольных сит; от № 5 и ниже — линейными измерениями под микроскопом.

251. Абразивные материалы, область их применения

Наименование абразивного материала	Обозначение	Состояние материала	Выполняемые работы
Алмаз:			
естественный	А	Зерна и порошки в свободном (незакрепленном) виде, в виде шлифовальных кругов и алмазно-металлических карандашей	Шлифование, резание и доводка алмазов, рубинов, стекла и других труднообрабатываемых материалов, правка шлифовальных кругов *, заточка твердосплавного инструмента
искусственный обычной прочности	АСО		
повышенной прочности	АСП		
высокой прочности	АСВ		
Электрокорунд нормальный с содержанием Al_2O_3			
91%	Э1	Порошки	
92%	Э2	Зерна для шлифовальных кругов на органической связке	Обдирочное шлифование чугунных и стальных отливок, поковок, штампованных деталей и зачистка стальных швов; отделочная обработка порошками металлических изделий
93%	Э3	Микропорошки, зерна для абразивного инструмента на различных связках	Шлифование конструкционных и углеродистых сталей в сыром и закаленном виде, легированных сталей, ковкого чугуна, твердой бронзы

* Искусственные алмазы этих марок для правки шлифовальных кругов не применяют.

Продолжение табл. 251

Наименование абразивного материала	Обозначение	Состояние материала	Выполняемые работы
95%	Э5	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках, круги для скоростного шлифования	Шлифование углеродистых и легированных сталей в закаленном виде, быстрорежущих сталей, их заменителей, заточка инструмента
Электрокорунд белый с содержанием Al_2O_3			
97%	Э8	Зерна и порошки для абразивных инструментов на органических связках	Шлифование и доводка легированных и закаленных сталей
99% 99,3%	Э9 Э9А	Зерна, порошки и микропорошки для абразивных инструментов на различных связках, круги для скоростного шлифования	Шлифование и доводка легированных и закаленных сталей, заточка и доводка режущего инструмента
Монокорунд с содержанием Al_2O_3			
96,5—97,4%	М7	Порошки и пасты из них	Доводка закаленных углеродистых и легированных сталей
97,5—98,5%	М8	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках	Шлифование легированных, цементированных, закаленных и азотированных сталей, заточка и доводка режущего инструмента
Электрокорунд хромистый	ЭХ	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках	Шлифование конструкционных углеродистых легированных сталей

Продолжение табл. 251

Наименование абразивного материала	Обозначение	Состояние материала	Выполняемые работы
Электрокорунд титанистый	ЭТ	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках	Шлифование конструкционных углеродистых легированных сталей
Карбид кремния черный с содержанием SiC			
95%	КЧ5	Зерна и порошки	Шлифование твердых металлов и неметаллических материалов
97%	КЧ7	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках: зернистостью 125—50	Обработка чугуна, меди, алюминия, стекла, фарфора, камня, эбонита и т. д.
Карбид кремния черный с содержанием SiC 98%	КЧ8	зернистостью 40—16	Шлифование твердых и хрупких материалов, заточка инструментов, оснащенных твердыми сплавами
Карбид кремния зеленый с содержанием SiC			
96% 97%	КЗ6 КЗ7	Порошки и микропорошки	Шлифование твердых сплавов, заточка твердосплавного инструмента, заточка минералокерамических резцов, обработка неметаллических материалов высокой твердости

Продолжение табл. 251

Наименование абразивного материала	Обозначение	Состояние материала	Выполняемые работы
98% 99%	К38 К39	Зерна для абразивных инструментов на различных связках	Тонкое шлифование и доводка легированных и закаленных сталей и неметаллических материалов высокой твердости
Кубический нитрид бора (эльбор)	КНБ	Зерна и порошки для абразивных инструментов на различных связках; микропорошки	Шлифование закаленных легированных, высоколегированных инструментальных, жаропрочных и подшипниковых сталей. Профильное шлифование.

Абразивные материалы согласно ГОСТ 3647—71 разделяются по зернистости на три группы: шлифзерно, шлифпорошки и микропорошки (см. табл. 252).

Связка характеризуется цементирующим веществом, при помощи которого отдельные зерна определенной зернистости связываются друг с другом, образуя шлифовальный круг.

При изготовлении инструмента в промышленности получили наибольшее распространение из неорганических связок керамические, а из органических — бакелитовая и вулканитовая (см. табл. 253).

252. Номера и обозначения зернистости абразивных материалов

№ зернистости	Группа зернистости	Пределы размеров сторон ячейки *мкм*
200	Шлифзерно	2500—2000
160	»	2000—1600
125	»	1600—1250
100	»	1250—1000
83	»	1000—800
63	»	800—630
50	»	630—500
40	»	500—400
32	»	400—315
25	»	315—250
20	»	250—200
16	»	200—160
12	Шлифпорошки	160—125
10	»	125—100
8	»	100—80
6	»	80—63
5	»	63—50
4	»	50—40
3	»	40—28

Продолжение табл. 252

№ зернистости	Группа зернистости	Пределы размеров сторон ячейки, *мкм*
М40	Микропорошки	40—28*
М28	»	28—20
М20	»	20—14
М14	»	14—10
М10	»	10—7
М7	»	7—5
М5	»	5—3

* С М40 приведены значения линейных измерений.

253. Связки для абразивного инструмента *

Наименование связи	Обозначение	Область применения
Керамическая (огнеупорная глина, полевой шпат, кварц, нафталин и тальк)	К	Шлифовальные круги, сегменты и бруски. Все виды шлифования, за исключением разрезания и прорезания узких пазов
Бакелитовая (искусственная смола)	Б	Шлифовальные круги, сегменты и бруски. Разрезание и прорезание узких пазов, шлифование закаленной стали, заточка, плоское шлифование сегментами, фасонное шлифование и доводка
Вулканическая (каучук вулканизированный)	В	Шлифовальные круги (диски), плоские круги, отрезные, прорезные работы. Шлифование фасонных поверхностей. Бесцентровое шлифование (ведущие круги)

* Алмазные зерна и зерна эльбора соединяются металлической или бакелитовой связками. Металлические связки бывают вольфрамо-кобальтовые, железо-никелевые, медно-оловянные. На металлической связке изготовляют круги с концентрацией алмаза 100, 150 и 200%, на бакелитовой — 50 и 25%.

Твердость шлифовального круга характеризует не твердость абразивных зерен, а прочность связки.

Получение различных степеней твердости при одних и тех же номерах зерна и структуры круга достигается за счет изменения количества связки.

Если абразивный круг выбран слишком твердым, то он будет засаливаться, потому для облегчения подбора твердости следует руководствоваться шкалой степеней твердости, приведенной в табл. 254.

Структура круга характеризуется его внутренним строением, т. е. количественным соотношением и взаимным расположением зерен, связки и пор в массе круга.

254. Шкала твердости абразивного инструмента

Степень твердости абразивного круга	Обозначение*
М — мягкий	М1, М2, М3
СМ — среднемягкий	СМ1, СМ2
С — средний	С1, С2
СТ — среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3
Т — твердый	Т1, Т2
ВТ — весьма твердый	ВТ1, ВТ2
ЧТ — чрезвычайно твердый	ЧТ1, ЧТ2

* Цифры 1, 2, 3 характеризуют твердость в порядке ее возрастания.

Различают три группы структур: плотные (№ 0, 1, 2 и 3); среднеплотные (№ 4, 5 и 6) и открытые (№ 7, 8, 9, 10, 11 и 12).

Номер структуры определяет относительное количество зерен на единицу поверхности и в единице объема круга, при этом чем меньше номер структуры, тем плотнее расположены абразивные зерна.

Ниже приводится таблица, которой следует руководствоваться при выборе шлифовального круга в зависимости от обрабатываемого материала и способа шлифования.

Для притирочного шлифования (хонингования) стали применяют бруски из электрокорунда; для чугуна, алюминия, бронзы и латуни — из карбида кремния. Бруски изготовляются на керамической и бакелитовой связках.

В зависимости от величины подлежащего удалению припуска и требуемой чистоты поверхности применяют бруски зернистостью 8—3.

Твердость брусков выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала: чем выше его твердость, тем мягче должны быть бруски. Так, при обработке закаленной стали твердость брусков выбирают от М2 до СМ1; при обработке незакаленной стали и чугуна — от СМ2 до С2 и алюминия — от М3 до СМ2.

255. Характеристика шлифовального круга в зависимости

Обрабатываемый материал	Наружное, круглое шлифование в центрах (обычное)			Внутреннее шлифование (обычное)		
	Характеристика					
	материал	зернистость	твердость	материал	зернистость	твердость
Сталь машиноподелочная (незакаленная)	Э	32	С2—С1	Э	32	СМ2—СМ1
Сталь машиноподелочная (закаленная)	Э	32	С1—СМ2	Э	32—20	СМ2—М3
Сталь высокоуглеродистая и быстрорежущая (закаленная)	Э	32	СМ2—СМ1	ЭБ	20	СМ2—СМ1
Сталь нержавеющая	ЭБ	40—32	С—СМ	—	—	—
Сталь марганцовистая	Э	40	СТ1—С1	Э	32	С1—СМ2
Сталь хромоникелевая (закаленная)	Э	32	С1—СМ1	Э*	32	С1—СМ1
Чугун серый . .	КЧ	40—32	СМ2—СМ1	КЧ	32	СМ2—М3
Чугун (перлитная структура)	Э	32	С1—СМ2	Э	32	СМ2—СМ1
Чугун отбеленный	КЧ	40	СМ2—СМ1	ЧК	32	С1—СМ1
Бронза мягкая . .	КЧ	40	СМ1	ЭБ	40	СМ1—М3
Бронза твердая .	Э	32	С1—СМ1	КЧ	32	СМ1
Латунь	КЧ*	32	СМ2—СМ1	КЧ	32	СМ1
Алюминий	КЧ	32	СМ1—М3	КЧ	32	СМ1
Твердые сплавы .	КЗ	20	М3	КЗ	20	СМ1—М3

* Шлифовальные круги, отмеченные звездочкой, — на бакелитовой связке,

от обрабатываемого материала и способа шлифования

Плоское шлифование					
торцом круга (чистовое)			периферией круга (обычное)		
шлифовального круга					
материал	зернистость	твердость	материал	зернистость	твердость
Э*	20	СМ1	ЭБ	40	СМ2—СМ1
ЭБ / Э*	63—40 / 40—32	М3—М2 / С1—СМ1	ЭБ	40	СМ1—М3
Э*	40—32	С1—СМ2	ЭБ	32	СМ1—М2
Э* / ЭБ	40—32 / 40	СМ2—СМ1 / М3—М2	Э	32	СМ2—СМ1
Э	100—63	СМ2—СМ1	Э	40	СМ2—СМ1
Э*	20	СМ2—СМ1	ЭБ	40	СМ2—М3
КЧ	63—40	СМ1—М3	КЧ	40	СМ1—М3
Э	100—63	СМ2—М3	Э	40	С1—СМ1
ЭБ	100—63	СМ1—М3	КЧ	40	СМ1—М3
КЧ*	63—40	СМ2—СМ1	КЧ	40	СМ1—М3
Э*	63	С1—СМ1	—	—	
КЧ*	63—40	СМ2—СМ1	КЧ	63—40	СМ1—М3
ЭБ	100—63	М3—М2	КЧ	40	СМ2—СМ1
КЗ	20	М3—М2	КЗ	20	М2

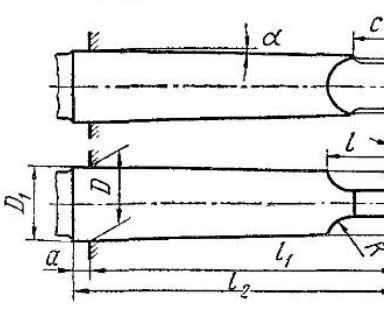
остальные — на керамической.

256. Размеры шлифовальных кругов, *мм* (

Наименование шлифовальных кругов	Размеры круга D (наружный диаметр) $\times H$ (высо на связках					
	керамической			бакелитовой		
	D	H	d	D	H	d
Плоские прямого профиля	3—1100	6—90	1—305	60—900	6—150	20—305
Плоские с двухсторонним коническим профилем	250—500	6—32	75—254	—	—	—
Плоские конического профиля (45°)	—	—	—	250—300	6—13	75—127
Плоские конического профиля с малым углом (не более 30°)	75—350	6—25	13—127	75—250	6—16	13—32
Плоские с выточкой	10—600	6—100	3—305	125	50	32
Плоские с конической выточкой	350—750	50—75	127—305	—	—	—
Плоские с двухсторонней выточкой	250—900	50—130	75—305	300—350	125—275	127
Плоские с двухсторонней конической выточкой	600—750	75	305	—	—	—

Наименование шлифовальных кругов	Размеры круга D (наружный диаметр) × H (высота) на связках					
	керамической			бакелитовой		
	D	H	d	D	H	d
Плоские рифленые	—	—	—	500—1340	16	50—250
Плоские наращенные	—	—	—	500—1340	40—60	50—350
Диски	—	—	—	80—400	3—5	20—32
Кольца	200—500	75—150	125—400	200—600	75—150	125—480
Кольца с выточкой	340	100	200	—	—	—
Чашки цилиндрические	40—250	25—100	13—150	75—250	40—100	20—150
Чашки конические	50—300	25—150	13—150	70—300	30—150	20—150
Тарелки	75—250	8—25	13—32	75—150	8—16	13—32
	175	20	32	—	—	—
	225—275	18—20	40	—	—	—
Для шлифования калибровых скоб	150—300	10—40	32—127	—	—	—
Для разрезания минералов	—	—	—	350—500	8—10	250—400

257. Конусные хвостовики с лапк



Обозначения	Конусы Морзе							
	0	1	2	3	4	5	6	8
D	9,045	12,065	17,78	23,825	31,267	44,399	63,348	8
D_1	9,212	12,240	17,98	24,051	31,542	44,731	63,76	8
d_3	6,115	8,972	14,059	19,131	25,154	36,547	52,419	6
d_2	5,9	8,7	13,6	18,6	24,6	35,7	51,3	6
l_1	56,3	62,0	74,5	93,5	117,7	149,2	209,6	22
l_2	59,5	65,5	78,5	98,0	123,0	155,5	217,5	22
a	3,2	3,5	4	4,5	5,3	6,3	7,9	
b	3,9	5,2	6,3	7,9	11,9	15,9	19,0	2
l	10,5	13,5	16,5	20	24	30,9	45,5	4

Обозначения	Конусы Морзе							
	0	1	2	3	4	5	6	80
c	6,5	8,5	10,5	13	15	19,5	28,5	24
R	4	5	6	7	9	11	17	23
r	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5

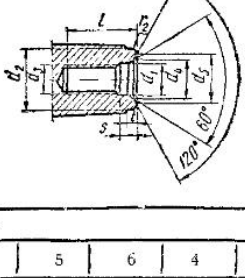
Примечание. Конус метрический 140 по возможности не приме

258. Конусные хвостовики без лапки,

Обозначения	Конусы Морзе								
	0	1	2	3	4	5	6	4	6
D	9,045	12,065	17,78	23,825	31,267	44,399	63,348	4	6
D_1	9,212	12,24	17,98	24,051	31,542	44,731	63,76	4,1	6,1
d	6,453	9,396	14,583	19,784	25,933	35,573	53,905	2,85	4,4
l_1	49,8	53,5	64,0	80,5	102,7	129,7	181,1	23	32
l_2	53	57	68	85	108	136	189	25	35
a	3,2	3,5	4,0	4,5	5,3	6,3	7,9	2	3
d_1	—	M6	M10	M12	M14	M18	M24	—	—
i не менее	—	16	24	28	32	40	50	—	—

Примечание. Конус метрический 140 по возможности не приме

259. Концы конусов без лапки, *



Обозначения	Конусь Морзе								
	0	1	2	3	4	5	6	4	6
d_2	5,5	9	14	19	25	35	50	2,5	3,
t	2,5	3	4	4	5	6	7	2,2	2,
r_2	0,2	0,2	0,2	0,6	1	2,5	4	0,2	0,
d_1	—	M6	M10	M12	M14	M18	M24	—	—
d_3	—	6,4	10,5	12,5	15	19	25	—	—
d_4	—	8	12,5	15	19	24	31	—	—
d_5	—	8,5	13,2	17,5	22	28	36	—	—
S	—	3,5	4,5	6	8	10	11	—	—

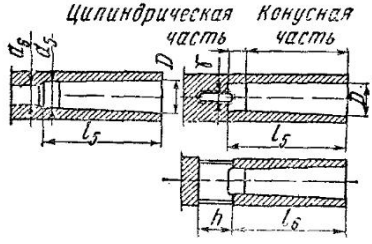
Примечания:

1. Цилиндрическая выточка диаметром d_1 и защитный конус 120 тов, затачиваемых для проверяемых в центрах, и для оправок.

2. У конусов без выточки и без защитного конуса рекомендуется з

3. Конус метрический 140 по возможности не применять.

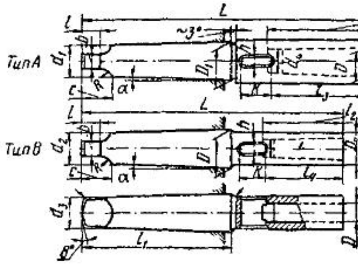
260. Гнезда конусные, *мм*



Обозначение конусов		Размеры конусов						
		D	$d_в$	$d_н$	$l_б$	$l_в$	γ	h
Метрические	4	4	3	—	25	21	2,5	8
	6	6	4,6	—	34	29	3,5	12
Морзе	0	9,045	6,7	—	52	49	4,1	15
	1	12,065	9,7	7	56	52	5,4	19
	2	17,780	14,9	11,5	67	63	6,6	22
	3	23,825	20,2	14	84	78	8,2	27
	4	31,267	26,5	16	107	98	12,2	32
	5	44,399	38,2	20	135	125	16,2	38
	6	63,348	54,8	27	187	177	19,3	47
Метрические	80	80	71,4	33	202	186	26,3	52
	100	100	89,9	39	240	220	32,3	60
	120	120	108,4	39	276	254	38,3	68
	140*	140	126,9	39	312	286	44,3	76
	160	160	145,4	52	350	321	50,3	84
	200	200	182,4	52	424	388	62,3	100

* Конус метрический 140 по возможности не применять.

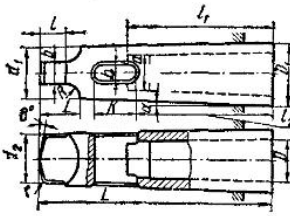
261. Втулки переходные, длинные с конусным



Конус Морзе	Наружный	2	3	3	
	Внутренний	1	1	2	
Общая длина	L	155	175	190	
Втулка (гнезда)	D_2	20	20	26	
	D	12,065	12,065	17,781	
	d_1	9,7	9,7	14,9	
	d_2	55,5	55,5	66,9	
	l_3	52	52	63	
	K	18,5	18,5	22	
	L	5,4	5,4	6,6	

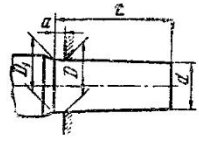
Конус Морзе		Наружный	2	3	3
		Внутренний	1	1	2
Ходовая часть		$D_т$	17,981	24,652	24,052
		d_2	14,06	19,133	19,133
		d_3	13,6	18,6	18,6
		l_1	78,5	98	98
		C	17,1	21,3	21,3
		l	11,1	14,3	14,3
		b	6,3	7,9	7,9
		R	6	7	7
		r	1,5	2	2
		r_1	—	2	—

262. Втулки переходные короткие с конусны



Наружный конус Морзе	1	2	3	3	4	
Внутренний конус Морзе	0	1	1	2	2	
L	80	95	115	115	140	140
D_1	12,963	18,805	24,906	24,906	32,427	32
d_1	8,973	14,06	19,133	19,133	25,156	25
d_2	8,7	13,6	18,6	18,6	24,6	24
l_2	49	52	52	63	63	78
k	14,5	18,5	18,5	22,0	22,0	27
h	4,1	5,4	5,4	6,6	6,6	8,2
	14,5	17,1	21,3	21,3	24,9	24
b	5,2	6,3	7,9	7,9	11,9	11
l	9,5	11,1	14,3	14,3	15,9	15
H	5	6	7	7	9	9
r	1,25	1,5	2,0	2,0	2,5	2,
D	9,045	12,065	12,065	17,781	17,781	23,
d	6,7	9,7	9,7	14,9	14,9	20,
l_1	51,9	55,5	55,5	66,9	66,9	83,

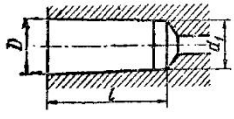
263. Укороченные конусы Морзе, *мм*



Хвостовики

Обозначения	Конусы Морзе			
	1а	1в	2а	2в
D	10,095	12,065	15,733	17,881
D_1	10,269	12,239	15,933	17,981
d	9,731	11,142	14,534	16,183
ℓ	18	22	28	36
a	3,5	3,5	4	4

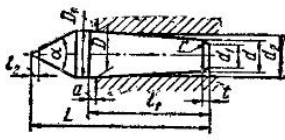
264. Укороченные конусы Морзе, *мм*



Гнезда

Обозначения	Конусы Морзе			
	1а	1в	2а	2в
D	10,095	12,065	15,733	17,781
d_1	9,4	11,2	14,6	16,2
l	16	20	26	34

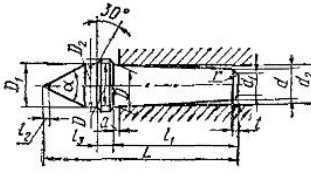
265. Центры упорные для тяжелых токарных



D	D_1		d		d_1		d_2		a	
	Конусность									
	1:10	1:7	1:10	1:7	1:10	1:7	1:10	1:7		
80	80,7	81	60,7	52,429	56	48	63	56		
(90)	90,7	91	68,7	59,572	64	55	71	63		
100	100,7	101	76,7	66,715	72	62	79	71		
(110)	111	111,4	85	74,258	80	69	88	79		
120	121	121,4	93	81,4	88	76	97	87	10	
(140)	141	141,4	109	97,686	104	90	113	101		
160	161,5	162,1	125,5	110,672	120	105	130	116		
(180)	181,5	182,1	141,5	124,958	136	120	147	131	15	
200	201,5	202,1	157,5	139,243	152	135	164	146		

Примечание. Размеры, указанные в скобках, по возможнос

266. Центры упорные резьбовые

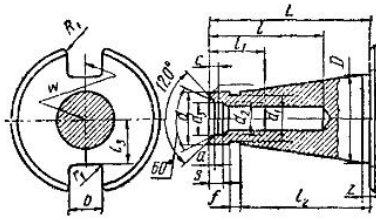


D	D_2 (резьба метрическая)	D_1		d		d_1		d_2		d
		Конусность								
		1:10	1:7	1:10	1:7	1:10	1:7	1:10	1:7	
80	85×2	80,7	81	60,7	52,429	56	48	63	56	
(90)	95×2	90,7	91	68,7	59,572	64	55	71	63	
100	100×2	100,7	101	76,7	66,715	72	62	79	71	1
(110)	120×2	111	111,4	85	74,258	80	69	88	79	1
120	130×2	121	121,4	93	81,4	88	75	97	87	1
(140)	150×2	141	141,4	109	95,686	104	90	113	101	1
160	180×3	161,5	162,1	125,5	110,672	120	105	130	116	1
(180)	200×3	181,5	182,1	141,5	124,958	136	120	147	131	1
200	220×3	201,5	202,1	157,5	139,243	152	135	164	146	2

Примечания:

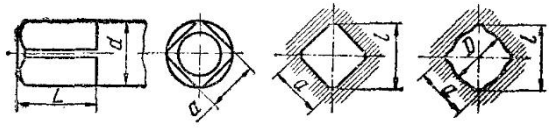
1. Конусности 1 : 10 и 1 : 7 по ГОСТ 7343—55.
2. Размеры, указанные в скобках, по возможности не применять

267. Конусы концов оправок к фрезерны



№ конуса шпинделя	D	d	d_1	d_2	d_3	c	c_1	S	L наиб
1	31,75	17,40	16	M12	12,5	2,3	0,5	6	70
2	44,45	25,32	24	M16	17	3,5	1	7	95
3	69,85	39,60	38	M24	25	6	1,5	11	130
4	107,95	60,20	58	M30	31	6	1,5	12	210

268. Квадраты для инструментов, *мм*



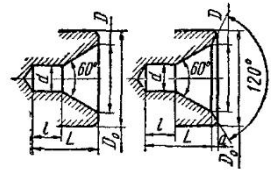
Диаметр стержня под квадрат d		Квадрат на стержне			Отверстие под квадрат			
		a		z	a		l	D
от	до	от	до		от	до		
2,48	2,83	2,1	2,01	5	2,26	2,12	2,9	—
2,84	3,20	2,4	2,31	5	2,56	2,42	3,3	—
3,21	3,60	2,7	2,61	6	2,86	2,72	3,7	—
3,61	4,01	3,0	2,91	6	3,16	3,02	4,1	—
4,02	4,53	3,4	3,28	6	3,61	3,43	4,7	—
4,54	5,08	3,8	3,68	7	4,01	3,83	5,2	—
5,09	5,79	4,3	4,18	7	4,51	4,33	5,9	—
5,80	6,53	4,9	4,78	8	5,11	4,93	6,7	—
6,54	7,33	5,5	5,38	8	5,71	5,53	7,5	—
7,34	8,27	6,2	6,05	9	6,46	6,24	8,5	—
8,28	9,46	7,0	6,85	10	7,26	7,04	9,7	—
9,47	10,67	8,0	7,85	11	8,26	8,04	10,9	—
10,68	12,00	9,0	8,85	12	9,26	9,04	12,3	—
12,01	13,33	10,0	9,85	13	10,26	10,04	13,7	—
13,34	14,67	11	10,82	14	11,32	11,05	15,0	—
14,68	16,00	12	11,82	15	12,32	12,05	16,5	—
16,01	17,33	13	12,82	16	13,32	13,05	17,8	—
17,34	19,33	14,5	14,32	17	14,82	14,55	19,9	—
19,34	21,33	16	15,82	19	16,32	16,05	22,0	—
21,34	24,00	18	17,82	21	18,32	18,05	24,6	—
24,01	26,27	20	19,79	23	20,40	20,07	27,3	21
26,68	29,33	22	21,79	25	22,40	22,07	30,0	23
29,34	32,00	24	23,79	27	24,40	24,07	33,0	25
32,01	34,67	26	25,79	29	26,40	26,07	35,7	27
34,68	38,67	29	28,79	32	29,40	29,07	39,7	30
32,68	42,67	32	31,75	35	32,47	32,08	43,9	34
42,68	46,67	35	34,75	38	35,47	35,08	47,9	37

Продолжение табл. 268

Диаметр стержня под квадрат d		Квадрат на стержне			Отверстие под квадрат			
		a		z	a		t	D
от	до	от	до		от	до		
46,68	52,06	39	38,75	42	39,47	39,08	53,3	41
52,07	58,67	44	43,75	47	44,47	44,08	59,9	46
58,68	65,33	49	48,75	52	49,47	49,08	66,6	51
65,34	73,33	55	54,70	58	55,56	55,10	75,0	57
73,34	81,33	61	60,70	64	61,56	61,10	83,0	64
81,34	90,66	68	67,70	71	68,56	68,10	92,0	71
90,67	101,33	76	75,70	79	76,56	76,10	103,0	80

Примечание. При изготовлении отверстий под квадрат протяжками рекомендуется применение второго варианта.

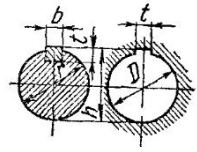
269. Центровые отверстия для инструмента, *мм*



D_0		d	D	L	t	a
от	до					
4	6	0,7	2	2	1	0,3
6	10	1	2,5	2,5	1,2	0,4
10	16	1,5	4	4	1,8	0,6
16	26	2	5	5	2,4	0,8
26	40	2,5	6	6	3	0,8
40	55	3	7,5	7,5	3,6	1
55	70	4	10	10	4,8	1,0

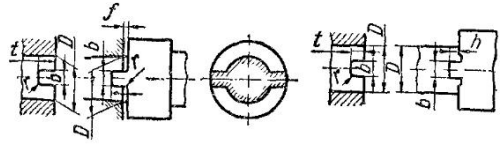
Примечание. Для размеров от 26 до 70 применять только тип Б.

270. Крепление инструмента на шпонке, *мм*



D	b	a	t	t_1	r
8	2	2	6,7	8,9	0,2
10	3	3	8,2	11,5	0,3
13	3	3	11,2	14,6	0,4
16	4	4	13,2	17,7	0,5
22	6	6	17,6	24,1	0,5
27	6	6	22,6	29,4	0,8
32	8	7	27	34,8	0,8
40	10	8	34,5	43,5	1,0
50	12	8	44,5	53,5	1,0
60	14	9	54	64,2	1,2
70	16	10	63,5	75	1,5
80	18	11	73	85,5	1,5
100	24	14	91	107	2,0

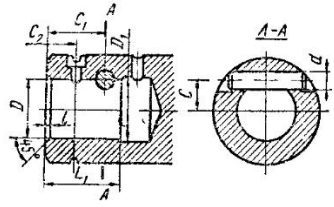
271. Крепление инструмента на оправке торцовой шпонкой, *мм*



Крепление на конической оправке					Крепление на цилиндрической оправке		
D	f	b	h	r	b	h	r
10		4	5		5	2,5	1
13	2,0	4	5	1	6		1,5
16		5	6		8		
19		6	7		—	—	—
22	2,5	7	8	1,5	8	3,5	1,5
27		8	9		10	4,5	
32		10	10		12	5,5	2
40	3,0	12	11	2	16	7,5	
50	4,0	14	12	2,5	20	9,5	2,5

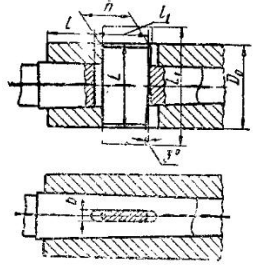
Примечание. Если необходимо пользоваться оправками бо́льшего диаметра, то *D* рекомендуется выбирать из ряда 60, 70, 80, 100 *мм*. Детали крепления для этих размеров не нормируются.

272. Отверстия в патронах, *мм*



D	c	c_1	c_2	d	D_1	L_1	l
10	5	20	10	3	11	23	
16	8	30	15	4	18	33	1
22	11	35		6	24	40	
32	16			8	34	45	1,5
45	22,5	42	20	10	48	52	2

273. Крепление инструмента затяжными клиньями, *мм*



№ конуса Морзе	D_0	Размер окон в конусах			Размеры клиньев		
		b	l	l_1	b	h	L_1
3	45	6,6	25	30	6	26,7	65
4	60	8,2	25	35	8	31,3	80
5	80	12,2	35	40	12	35,8	105
6	110	16,2	45	40	16	35	140

Охлаждение, смазка и обтирочные материалы

Смазочно-охлаждающие материалы

Для смазывания и охлаждения применяют растительные и животные масла, а также эмульсии различных масел.

Эмульсия состоит из воды и мелких капель масла, принимающих под действием поверхностного натяжения сфероидальную форму.

Для равновесия этих двух жидкостей необходимо, чтобы они не смешивались, т. е. мало растворялись друг в друге, для чего в состав вводится третье вещество — эмульгатор.

Назначение этого вещества — обеспечивать устойчивость эмульсии, образуя при определенной концентрации на поверхности масляных капель насыщенный слой, препятствующий слипанию капель.

К эмульгаторам относятся: мыло, сода, бикарбонат натрия и др. Наибольшей устойчивостью обладают эмульсии с натровыми мылами олеиновой кислоты.

Растительные и животные масла оказывают преимущественно смазывающее действие, а эмульсии — охлаждающее.

Смазывающая способность масел и эмульсий характеризуется образованием на соприкасающихся поверхностях смазочной пленки.

Смазочная пленка предотвращает слипание (сваривание) соприкасающихся поверхностей, находящихся под действием высоких давлений и температур, уменьшая трение между трущимися поверхностями.

Охлаждающее действие эмульсий проявляется в поглощении и отводе тепла с понижением температуры на соприкасающихся поверхностях обрабатываемой детали и режущего инструмента.

Кроме того, смазочно-охлаждающие жидкости оказывают также смазывающее действие, предотвращая слипание и налипание стружки.

Эффективному смыванию способствует подача под давлением смазочно-охлаждающей жидкости. Подача жидкости производится на переднюю поверхность режущего инструмента, а иногда сильной тонкой струей и со стороны задней поверхности непосредственно к режущей кромке.

При таком способе подачи расход смазочно-охлаждающей жидкости может быть уменьшен до 0,3 *л/мин*. Для предохранения обрабатываемых деталей и инструмента от коррозии, возникающей под воздействием кислорода воздуха, воды, кислоты и других элементов, находящихся в жидкости (в результате старения), в состав ее добавляют щелочные электролиты, образующие на поверхности деталей предохранительные оксидные пленки.

Смазывающие свойства особенно необходимы при работе резьбонарезным инструментом, протяжками, развертками, зуборезным инструментом и фрезами.

При работе резцами, сверлами, зенкерами и другими видами инструментов важны охлаждающие свойства жидкости.

При обработке деталей инструментом, оснащенным пластинками из твердого сплава, не рекомендуется применять смазочно-охлаждающие жидкости, так как это может привести к преждевременному износу режущих кромок инструмента.

Эмульсии приготовляются из эмульсолов, поставляемых нефтяной промышленностью в соответствии с ГОСТ 1975—53.

274. Состав эмульсолов, %

Состав эмульсолов	Эмульсолы		
	Э-1(А)	Э-2(Б)	Э-3(В)
Нефтяные кислоты и масляные щелочные отходы	10—12	7—10	4—7
Сода каустическая .	0,75—1	0,75—1	0,5—0,7
Спирт этиловый . .	1,75	0—2	—
Масло индустриальное с кинематической вязкостью 17—23 при 50° С в смеси с дистиллатом	75±75	75±5	80±5

Эмульсолы применяются трех марок: Э-1 (А); Э-2 (Б) и Э-3 (В).

Кроме эмульсола, нефтяной промышленностью поставляется в соответствии с ГОСТ 122—54 масло сульфофрезол, представляющее собой смесь минеральных масел, активированную серой с содержанием ее не менее 1,7%.

Состав и технология изготовления сульфофрезола аналогичны эмульсолу Э-2, за исключением операций, связанных с введением осерненного продукта.

При подборе смазочно-охлаждающих жидкостей следует учитывать специфические условия, при которых жидкость будет эксплуатироваться: вид обработки, материал и его свойства, скорость и глубину резания, характер стружки, требования к чистоте обрабатываемой поверхности, способ подачи жидкости и др.

При подаче смазочно-охлаждающей жидкости распылением мельчайших капель большое значение приобретают вязкость жидкости и ее поверхностное натяжение.

Существенное значение имеет вязкость жидкости для предупреждения от засаливания шлифовального круга, смывания отделяющейся мелкой стружки, металлической пыли и других загрязнений.

Для операций, при которых не предъявляются повышенные требования к чистоте обработанной поверхности, осуществляемых при больших скоростях резания (например, обдирочные работы, предварительное фрезерование и шлифование), выбирают жидкости с хорошими охлаждающими свойствами — водные растворы электролитов (содовые, тринатрийфосфатные и др.) и низкокоицентрированные эмульсии из эмульсолов.

Для операций, обеспечивающих среднюю чистоту поверхности, применяют эмульсии из эмульсолов трех-, четырехпроцентной концентрации; водные растворы мыл, при этих операциях имеют ограниченное применение.

Для операций, которые должны обеспечивать повышенную чистоту обрабатываемой поверхности, применяют эмульсолы высокой концентрации (10—25%) и водные растворы осерненного касторового масла и масел, активированных присадками.

Например, при глубоком сверлении применяется смазочно-охлаждающая жидкость, состоящая из 90% сульфофрезола и 10% керосина; при зуборезных работах эмульсия с содержанием 10—20% эмульсола и 0,1% соды кальцинированной или тринатрийфосфата.

При обработке жаропрочных сплавов используют также активированные смазочно-охлаждающие жидкости.

При подборе смазочно-охлаждающих жидкостей следует учитывать возможное проникновение жидкостей в узлы трения, не изолированные от смазочно-охлаждающей системы. Поэтому при работе на автоматах в большинстве случаев применяют масло, так как оно не вымывается из подшипников при проникновении в них водной жидкости.

Сульфофрезолы применяют преимущественно при обработке черных металлов, так как использование этой жидкости при обработке цветных металлов может вызвать корродирование и потемнение обрабатываемых поверхностей. Предотвратить коррозию в этом случае можно промывкой детали сразу же после ее обработки струей промывочной жидкости под давлением.

Для зубонарезания на зубофрезерных, зубодолбежных, зубострогальных, шлицефрезерных станках, а также для протяжных работ рекомендуется смазочно-охлаждающая жидкость Соноп.

Жидкость Соноп представляет собой индустриальное масло 12 (веретенное 3), активированное присадкой окисленного петролатума (смесь парафина с воском).

Следует иметь в виду, что смазочно-охлаждающие жидкости с повышенным содержанием мылонафта, в котором могут быть остатки едкой щелочи, при попадании на кожный покров и слизистые оболочки работающих оказывают раздражающее действие.

Поэтому правила охраны труда ограничивают применение эмульгирующих составов и допускают предельное содержание в эмульсии: нафтановых мыл — 1%, свободной щелочи углекислот — не более 0,3%, едкой — не более 0,025%.

В табл. 275 приводятся средние нормы расхода смазочно-охлаждающих жидкостей при различных видах обработки.

275. Нормы расхода смазочно-охлаждающих жидкостей при различных видах обработки

Вид обработки		Жидкость	Норма расхода, *л/мин*
Шлифование	предварительное	Водный раствор соды	До 30 и выше
	чистовое	Эмульсия	
Точение	черновое	Эмульсия	10—12
	чистовое	Осерненное масло	7—8
Фрезерование	черновое	Эмульсия	7—20
	чистовое	Осерненное масло	10—20

Продолжение табл. 275

Вид обработки		Жидкость	Норма расхода, *л/мин*
Резьбофрезерование		Осерненное масло	10—20
Сверление		Эмульсия	10—15
Развертывание		Эмульсия Осерненное масло	6—10 4—6
Нарезание резьбы		Осерненное масло	До 3
Зубонарезание	черновое	Осерненное масло	8—10
	чистовое	То же	3—8
Протягивание		Осерненное масло	10—15

Срок службы эмульсии не должен превышать при обработке стали 30 дней; чугуна, латуни, а также при шлифовальных работах 15 дней.

Если эмульсия вызывает ржавление станка или обрабатываемой детали, ее следует довести до нужной концентрации или заменить.

Эмульсию, вызывающую раздражение кожи рук, нужно немедленно заменять свежей. Полная замена эмульсии с очисткой станка должна производиться не реже одного раза в три месяца.

В зависимости от обрабатываемого материала и вида обработки рекомендуются различные смазочно-охлаждающие жидкости (табл. 276, 277).

Данные приведены в возрастающем порядке их воздействия с учетом получения наилучшей чистоты обработанной поверхности.

273. Применяемые смазочно-охлаждающие жидкости при различных

Вид обработки	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяем		
	стали		стального литья
	углеродистой, конструкционной, инструментальной	легированной специальной	
Шлифование	Водный раствор соды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика	Водный раствор соды Водный раствор буры и триэтаноламина. Эмульсия. Осерненное масло	Водный раство соды Водный раство соды с добавко присадок или и смеси: нитрат натрия, тринитра та фосфата жид кого стекла. хром пика Эмульсия
Точение черновое	Водный раствор соды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Эмульсия	Водный раствор воды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Эмульсия	Эмульсия

Вид обработки	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяем		
	стали		
	углеродистой, конструкционной, инструментальной	легированной специальной	стального литья
Точение чистовое	Водный раствор мыла Эмульсия Водный раствор буры Водный раствор ализаринового масла	Эмульсия Водный раствор Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия
Фрезерование черновое	Водный раствор соды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Эмульсия	Водный раствор соды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Эмульсия	Эмульсия

Фрезерование чистовое	Водный раствор масла Эмульсия Водиый раствор буры Водный раствор ализаринового масла	Эмульсия Водный раствор ализаринового масла Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Минеральное масло в смеси продуктами, со держащими жир ные кислоты
Сверление мелкое	Водный раствор соды Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: иитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Водный раствор буры Водный раствор мыла	Водный раствор соды с добавкой присадок или их смеси: нитрата натрия, тринитрата фосфата, жидкого стекла, хромпика Водный раствор буры Водный раствор мыла Эмульсия Водный раствор ализаринового масла	Эмульсия

Вид обработки	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяе		
	стали		
	углеродистой, конструкционной, инструментальной	легированной специальной	стального литья
Сверление глубокое	Эмульсия Водный раствор ализаринового масла Осерненное масло и керосин Осерненное масло с керосином и олеиновой кислотой	Эмульсия Водный раствор ализаринового масла Осерненное масло и керосин Осерненное масло с керосином и олеиновой кислотой Минеральное масло с продуктами, содержащими жирные кислоты	—
Развертывание	Эмульсия Осерненное масло Водный раствор масла Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное масло Водный раствор масла Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное ма ло Минеральное масло в смеси продуктами, держащими жи ные кислоты

Нарезание резьбы	Эмульсия Осерненное масло Осерненное масло с керосином Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное масло с керосином Осерненное масло с керосином и олеиновой кислотой Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное ма ло Минеральное масло в смеси продуктами, держащими жи ные кислоты
Зубонарезание	Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное ма ло Минеральное масло в смеси продуктами, держащими жи ные кислоты
Долбление	Всухую Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Минеральное масло в смеси продуктами, держащими жи ные кислоты

Вид обработки	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяе		
	стали		
	углеродистой, конструкционной, инструментальной	легированной специальной	стального литья
Строгание	Всухую Эмульсия Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Всухую Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Всухую Эмульсия Минеральное масло в смеси с продуктами, с держащими жи ные кислоты
Отрезание	Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия
Протягивание	Эмульсия Водный раствор масла Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Осерненное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия. Осе ненное масло. М неральное масл в смеси с продук тами, содержащ ми жирные ки лоты

Примечание. При работе на токарных автоматах рекомендуетс

277. Применяемые смазочно-охлаждающие жидкости при различных в

Вид обработки		Смазочно-охлаждающие жидкос	
		бронзы	латуни
Шлифование		Эмульсия. Минеральное маловязкое масло	Эмульсия. Минеральное масло
Точение	черновое	Водный раствор Эмульсия	Водный раствор Эмульсия
	чистовое	Всухую	Всухую Эмульсия Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты
Фрезерование	черновое	Всухую Эмульсия	Эмульсия
	чистовое	Эмульсия Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Эмульсия Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты

Вид обработки		Смазочно-охлаждающие жидкости		
		бронзы	латуни	
Шлифование		—	Эмульсия Минеральное масло и керосин	см де ло
Точение	черновое	Эмульсия	Водный раствор Эмульсия Керосин	
	чистовое	Всухую	Эмульсия Керосин	
Фрезерование	черновое	—	Всухую Эмульсия Керосин	
	чистовое	—	—	см де ло
Фрезерование		Всухую Эмульсия	Всухую Эмульсия	пр ш

Сверление	Всухую Эмульсия	Всухую Эмульсия	Э М сме дер лот
Развертывание	Эмульсия Минеральное масло	Всухую Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Э
Нарезание резьбы	Всухую Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Всухую Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Э М сме дер лот
Зубонарезание	Всухую	Эмульсия	В
Фрезерование	—	Всухую Эмульсия Керосин	Э М сме дер лот

Вид обработки	Смазочно-охлаждающие жидкости,		
	бронзы	латуни	
Сверление	—	Всухую Эмульсия Керосин	Э М смес держ лоть
Развертывание	—	Эмульсия Скипидар с керосином	М прод щим
Нарезание резьбы	Эмульсия	Всухую Эмульсия	М смес держ лоть
Долбление	Всухую Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Всухую	
Строгание	Всухую	Всухую	Вс

Отрезание	Всухую Эмульсия	Всухую Эмульсия	
Протягивание	Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	Всухую Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты	
Зубонарезание	—	—	
Долбление	Эмульсия	Всухую Эмульсия	
Строгание	—	Всухую Эмульсия Керосин	
Отрезание	—	Всухую Керосин Эмульсия	см де ло
Протягивание	—	Скипидар с керосином Минеральное масло Минеральное масло в смеси с продуктами, содержащими жирные кислоты и керосин	см де ло

Смазочные материалы

Повышение срока службы металлорежущих станков, обеспечение бесперебойной и производительной работы на них зависит от правильного подбора и применения смазочных материалов. Смазочные материалы должны обеспечить совершенную смазку с учетом скоростей, нагрузок и температур, установленных для данного механизма. Основной характеристикой смазочного масла является вязкость, т. е. способность удерживаться в узлах трения, предотвращая износ и заедание трущихся поверхностей.

Различают вязкость динамическую, кинематическую и условную. Динамическая вязкость, или коэффициент внутреннего трения, выражает собой силу, затрачиваемую на перемещение двух параллельных слоев жидкости площадью 1 *см*², отстоящих друг от друга на расстоянии 1 *см* и скользящих со скоростью 1 *см/сек*. За единицу динамической вязкости принимают паузу с размерностью *кГ·сек/м*². Кинематическая вязкость представляет собой отношение динамической вязкости к ее плотности при одной и той же температуре. Единицей вязкости является стокс, измеряемый в *см*²*/сек*. Условная вязкость—величина отвлеченная, характеризующая отношение времени истечения 200 *г* масла из прибора (ВУ) во времени истечения такого же количества дистиллированной воды при 20° С. Обозначается условная вязкость $ВУ_{50}$ или $ВУ_{600}$, где индекс указывает температуру масла при истечении. Качество масла характеризуется температурой застывания, т. е. потерей подвижности при низкой температуре, а также зольностью или наличием несгорающих веществ.

Показателем качества масла является температура вспышки, т. е. температура, при которой пары масла образуют с окружающей средой смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени, и температура воспламенения, при которой смесь горит не менее 5 *сек*.

Если масла хранятся на предприятиях в необорудованных помещениях, необходим периодический контроль за наличием механических примесей и воды в маслах.

Для смазки металлорежущих станков применяются, главным образом, индустриальные масла, а также ряд автотракторных масел.

В табл. 278 приводятся основные характеристики и области применения индустриальных и автотракторных масел, используемых для смазки металлорежущих станков.

Консистентные смазки широко используются в качестве защитного покрытия, предохраняющего станки от ржавления в период их хранения на складе, при транспортировании для защиты отдельных поверхностей, а также для сохранения масляной пленки при работе механизмов в условиях повышенных температур.

Основными показателями качества консистентной смазки является однородность и отсутствие расслаиваемости при хранении; температура каплепадения (т. е. температура отделения капли смазки, нагреваемой в определенных условиях), степень густоты, содержание воды и механических примесей, а также содержание щелочи при применении ее для цветных металлов.

В табл. 279 приводятся основные характеристики и области применения консистентных смазок.

Нормы расхода смазочных материалов для смазки металлорежущих станков зависят от технической характеристики станка (типоразмера) и вида обработки.

278. Основные характеристики и области применения индустриальн металлорежущих станков

Наименование и марка масла	Показатели качества			
	кинематическая вязкость при 50° С, *сст*/ВУ$_{50}$	зольность, %	температура, вспышки, °С	температура застывания °С
Велосит Л	4,0—5,1	0,005	112	—25
Вазелиновое Т	5,1—8,5	0,005	125	—20
Приборное МВП	6,3—8,5	0,005	120	—60
Сепараторное Л	6,0—10,0	—	135	+5

Наименование и марка масла	Показатели качества			
	кинематическая вязкость при 50°С, *сст*/ВУ$_{50}$	зольность, %	температура вспышки, °С	температур застывания °С
Сепараторное Т	14,0—17,0	—	165	+5
Веретенное 2	10,0—14,0	0,007	165	—30
Веретенное 3	17—23	0,007	170	—20
Машинное Л	27—33	0,007	180	—15
Машинное С	38—52	0,007	190	—20

Машинное С	42—58	0,007	200	—20
Веретенное 3В	17—23	—	170	—15
Машинное СВ	38—52	0,007	180	—8
Цилиндровое 2	9—13	0,007	215	+8
Автол 10	Не менее 10	0,02	200	—25
Автол 18	Не менее 15	0,025	215	—5
Трансформаторное	Не более 9,6	0,005	135	—45
Трансформаторное с присадкой ВТИ-1	Не более 9,6	0,005	135	—45

279. Основные характеристики и области применения консистентных сма

Наименование и марка смазки	Показатели качества		
	кинематическая вязкость масла, входящего в смазку при 50°С, *сст*/ВУ$_{50}$	температура каплепадения, °С, не ниже	степень густоты при 25° С
Солидол синтетический УСс-2	19,0—53,0	75	270—330
Солидол синтетический УСс-3	41,0—53,0	85	22—270
Солидол жировой Ус-2(Л)	17—40	75	230—290
Солидол жировой Ус-3(Т)	27—52	90	150—220

Консталин жировой УТ-1	19—45	130	225—275
Консталин жировой УТ-2	19—53	150	175—225
Универсальная водостойкая жировая УТВ	19	120	250—290
Пушечная смазка УНЗ	40	50	—
Вазелин технический УН	20	54	—
Предохранительный состав ПП-95/5	—	55	—

В табл. 280 и 281 приводятся нормы расхода смазочных материалов для металлорежущего оборудования.

280. Нормы расхода смазочных материалов по видам оборудования за смену (7 *ч*)

Станки	Норма расхода, *г*	Основные сорта применяемых смазочных материалов
Токарно-винторезные, обдирочные и затыловочные с высотой центров, *мм*:		
до 200	150	Индустриальное 30
от 200 до 300	250	Индустриальное 30, 45
» 300 » 500	400	Индустриальное 30, 45, 50
» 500 и выше	800	Индустриальное 45, 50
Револьверные станки:		
прутковые	150	Индустриальное 20, 30
патронные	230	Индустриальное 20, 30
Полуавтоматы	750	Индустриальное 20, 30
Автоматы одношпиндельные	250	Индустриальное 20, 30
Автоматы многошпиндельные	400	Индустриальное 20, 30
Токарно-отрезные, центровочные	140	Индустриальное 30, 45
Токарно-лобовые, многорезцовые	700	Индустриальное 45
Карусельные с диаметром планшайбы, *мм*:		
до 1600	450	Индустриальное 30, 45
от 1600 до 4500	850	Индустриальное 45, 50
» 4500 » 9000	1900	Индустриальное 50
Продольно-строгальные и продольно-фрезерные с длиной стола, *мм*:		
до 3000	350	Индустриальное 30, 45
от 3000 до 8000	800	Индустриальное 45, 50
» 8000 » 18 000	3000	Индустриальное 50; масло с $ВУ_{50}$ до 9,5
Горизонтально-расточные с диаметром шпинделя, *мм*:		
до 100	450	Индустриальное 20, 30, 45
от 100 до 150	600	Индустриальное 30, 45
свыше 150	750	Индустриальное 30, 45, 50

Продолжение табл. 280

Станки	Норма расхода, *г*	Основные сорта применяемых смазочных материалов
Фрезерные (универсальные, вертикальные, горизонтальные):		
с размером стола до 350×1500 *мм*	200	Индустриальное 20, 30
с размером стола до 500×3000 *мм*	325	Индустриальное 20, 30
Сверлильные (вертикальные, горизонтальные, глубокого сверления)	65	Индустриальное 20, 30,
Радиально-сверлильные с вылетом шпинделя, *мм*:		
до 1500	150	Индустриальное 20, 30
свыше 1500	225	Индустриальное 20, 30, 45
Агрегатно-сверлильные:		
от 2 до 8 шпинделей	180	Индустриальное 20, 30
от 8 до 22 шпинделей	400	Индустриальное 20, 30
Круглошлифовальные	280	Индустриальное 20
Плоскошлифовальные	400	Индустриальное 12, 20
Внутришлифовальные	225	Индустриальное 12, 20
Бесцентровошлифовальные	210	Индустриальное 12, 20
Поперечно-строгальные	165	Индустриальное 20, 30
Долбежные	320	Индустриальное 20, 30, 45
Протяжные	200	Индустриальное 20, 30
Зубофрезерные	270	Индустриальное 30, 45
Зубодолбежные, зубострогальные	375	Индустриальное 30, 45
Зубошлифовальные	220	Индустриальное 20, 30
Зубопритирочные, обкаточные закругляющие	150	Индустриальное 30, 45
Замочные разные	125	Индустриальное 20, 30
Резьбонакатные, резьбошлифовальные, резьбофрезерные	170	Индустриальное 20, 30
Метизные	100	Индустриальное 30

281. Нормы расхода отдельных сортов смазочных материалов в зависимости от их целевого назначения за смену (7 ч)

Целевое назначение	Норма расхода, *г*	Наименование смазочных материалов
Для гидравлических систем оборудования, работающего при низких температурах (на открытом воздухе зимой)	250	Веретенное АУ, приборное МВП, трансформаторное
Для гидравлических систем уникального оборудования (шлифовальные, протяжные, долбежные, зуборезные, координатно-расточные и др.) и для гидросистем формовочных машин	300	Турбинное 22 и 30
Смазка механизмов, работающих с большой нагрузкой и малой скоростью (редукторы кранов, червячные редукторы и др.)	30	Цилиндровое 11 и 24
Смазка особо нагруженных узлов, работающих с большим удельным давлением и малыми скоростями. Смазка тяжелых червячных редукторов и др.	50	Цилиндровое 38 и 52
Смазка вспомогательных грубых механизмов (отдельные узлы металлургического и кранового оборудования)	50	Полугудрон
Для добавки в системы смазки тяжелых уникальных станков в летний период эксплуатации во избежание задиров направляющих	2000	Компрессорное; авиамасло

Продолжение табл. 281

Целевое назначение	Норма расхода, *г*	Наименование смазочных материалов
Для консервации оборудования (коробок скоростей и подач, механизмов суппортов, редукторов и пр.)	1500 (разовый расход)	Авиамасло МС-20 с добавкой 10% пушсмазки
Консервация и переконсервация бездействующего оборудования	5000 (разовый расход)	Пушсмазка или смазка УН
Для шариковых и роликовых подшипников оборудования (кроме электродвигателей) на 1 пару подшипников	3	Смазка УТВ

282. Средние нормы расхода промывочных жидкостей

Наименование жидкостей	Целевое назначение	Средние нормы расхода, *кг*
Керосин	Промывка оборудования во время ремонта (разовый расход):	
	а) при капитальном и среднем ремонте	5
	б) при малом ремонте	2
	в) при осмотровом профилактическом ремонте	0,5
	Промывка кранов мостовых	1,5
	Уход за оборудованием в течение года:	
	а) действующим	4
	б) подлежащим монтажу	3
	в) находящимся на складе	1
	Промывка паровых молотов с массой падающих частей свыше 1500 *кг*, прессов давлением свыше 50 *Т*	10

Продолжение табл. 282

Наименование жидкостей	Целевое назначение	Средние нормы расхода, *кг*
Автобензин (неэтилированный)	**Промывка** смазочной и гидравлической аппаратуры (лубрикаторы, насосы, регулировочные клапаны, золотники и др.) при каждом ремонте:	0,5
	а) промывка масляных фильтров тонкой очистки, систем электромаслоблокировки, сложных измерительных приборов и инструментов и других ответственных узлов при каждом ремонте	0,3
	б) промывка деталей при консервации и расконсервации оборудования (разовый расход на **один станок**)	5

Обтирочные материалы

Нормы расхода обтирочных материалов составлены с использованием рекомендаций, данных ЭНИМС, т. е. с учетом расхода их в зависимости от средней категории ремонтной сложности данной группы оборудования.

Для оборудования, не вошедшего в табл. 283, норму расхода можно подсчитать, перемножив число, обозначающее его категорию ремонтной сложности, на среднюю норму для одной единицы категории ремонтной сложности, которую принимают: для единичного производства — 6 *ч*, серийного — 8 *ч*, крупносерийного и массового — 10 *ч* в смену.

283. Нормы расхода обтирочных материалов за смену

Станки	Норма расхода, *г*
Токарно-винторезные, обдирочные и затылочные с высотой центров, *мм*:	
до 200	70
от 200 до 300	100
» 300 » 500	150
500 и выше	200

Продолжение табл. 283

Станки	Норма расхода, *г*
Специальные токарные	120
Токарно-отрезные, центровальные, одношпиндельные автоматы	70
Токарно-лобовые, многорезцовые, многошпиндельные автоматы, револьверные станки	120
Карусельные с диаметром планшайбы до 4500 *мм*, расточные с диаметром шпинделя до 100 *мм*, продольно-строгальные и продольно-фрезерные с длиной стола до 3000 *мм*	150
Карусельные с диаметром планшайбы свыше 4500 *мм*, расточные с диаметром шпинделя свыше 100 *мм*, продольно-строгальные и продольно-фрезерные с длиной стола свыше 3000 *мм*	200
Фрезерные (универсальные, вертикальные, горизонтальные, копировальные, резьбо- и шлицефрезерные и др.)	80
Сверлильные (вертикальные и горизонтальные)	50
Сверлильные (радиальные, специальные и многошпиндельные)	80
Зубообрабатывающие разные	100
Поперечно-строгальные, долбежные, протяжные	70
Шлифовальные для плоского, круглого и внутреннего шлифования, копировальные, притирочные, универсально-заточные	80
Шлифовально-обдирочные, специальные и бесцентрово-шлифовальные	100
Заточные станки для резцов, пил, фрез, плашек и пр.	35
Метизные станки (болто- и гайкорезные, трубо- и муфтонарезные, насекальные и др.), пилы и ножовки	40

Примечание. Слесари-ремонтники и монтажники получают 100 *г* обтирочных материалов, электроремонтные слесари — 50 *г* в смену.

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ

Обработка на металлорежущих станках состоит из ряда действий, выполняемых в определенной последовательности, которые подразделяются на приемы управления и действия формообразования.

Эти действия складываются из установки и зажима заготовки, пуска станка, подвода инструмента, выполнения процесса обработки, отвода инструмента, контроля обрабатываемой заготовки, остановки станка и снятия обработанной заготовки. Каждый из элементов может осуществляться с применением ручного труда или автоматически, т. е. без непосредственного участия рабочего.

Под механизацией технологического процесса понимается замена ручного труда машинным в той стадии процесса, на которой происходит непосредственное изменение формы заготовки (например, снятие стружки резанием, штамповка и т. д.).

Автоматизация представляет собой механизацию приемов управления и обслуживания станков и других машин — орудий или их систем, а также производственных процессов в целом. Автоматизация процессов обработки распространяется на управление процессом, установочные перемещения, контроль и регулирование.

Основным направлением повышения производительности металлорежущих станков является сокращение основного (машинного) и вспомогательного времени.

Широкое внедрение скоростного резания металлов позволило резко снизить основное время, в результате чего изменилась структура штучного времени, т. е. повысился удельный вес затрат вспомогательного времени. Поэтому эффективность от проведения автоматизации технологических процессов определяется прежде всего величиной достигнутого сокращения вспомогательного времени, а также времени технического и организационного обслуживания рабочего места, непосредственно влияющих на себестоимость обработки.

На себестоимость изготовления деталей, помимо сокращения вспомогательного времени, влияют цеховые накладные расходы, поэтому наряду с автоматизацией технологического процесса следует осуществлять мероприятия по автоматизации процессов, связанных с уменьшением накладных расходов (на внутрицеховой транспорт и др.).

В связи с этим различают так называемую малую автоматизацию, область которой ограничивается автоматизацией отдельных элементов управления и обслуживания станков и большую комплексную автоматизацию, объединяющую автоматизированные операции процессов обработки с группами автоматически действующих станков в автоматические линии.

В табл. 284 указываются основные направления малой автоматизации различных станков.

Механизмы выключения и включения движения. Включение и выключение движений станка осуществляется включением и выключением соответствующей электрической или кинематической сети. Включение или выключение электродвигателя производится с помощью контакторных устройств, дающих сигнал, и зависит от типа двигателя. В двигателях переменного тока сигнал направляется в обмотку управления, а в двигателях постоянного тока — в обмотку якоря или в обмотку возбуждения в зависимости от того, какой тип управления двигателем принят.

При использовании гидравлических и пневматических двигателей сигнал изменяет положение соответствующего распределительного устройства, распределяющего потоки жидкости или воздуха с помощью золотников и кранов.

При механическом управлении роль распределительного звена выполняют упоры станка — жесткие и подвижные.

В табл. 285 приводятся наиболее распространенные схемы механизмов включения и выключения движения.

Механизация и автоматизация установочных перемещений. Механизация установочных перемещений осуществляется путем устройства на станках специальных загрузочных приспособлений.

Загрузочные устройства подразделяются на магазинные, бункерно-магазинные и бункерные.

284. Основные направления малой автоматизации станков

Станки	Направление автоматизации
Токарно-винторезные	Механизация управления скоростями и подачами
	Введение быстрого подвода и отвода суппорта
	Точная остановка суппорта в конечном рабочем положении
	Механизация поворота и фиксации резцовой головки
	Автоматизация подвода и отвода резца при нарезании резьбы
	Автоматизация простых циклов для одной или нескольких ступеней
	Оборудование магазинным устройством (при необходимости)
	Применение копировальных устройств
Токарно-револьверные	Автоматизация управления скоростями и подачами при повороте револьверной головки
	Автоматизация поворота и фиксации револьверной головки
	Механизация подачи и зажима прутка или штучной заготовки
	Точная остановка револьверной головки и поперечных суппортов в конечных рабочих положениях
	Автоматический быстрый подвод и отвод револьверной головки

Продолжение табл. 284

Станки	Направление автоматизации
Фрезерные	Механизация управления скоростями и подачами. Автоматизация цикла: быстрого подвода, рабочей подачи и быстрого отвода в продольном направлении. Автоматизация работы по «маятниковому» циклу. Механизация рабочего и быстрого установочного движения. Автоматизация копировальных работ
Строгальные	Автоматическое регулирование скорости резания при врезании, рабочем и обратном ходах. Механизация быстрого установочного перемещения траверсы и ее зажима. Механизация быстрого установочного перемещения и отвода суппортов. Автоматизация остановки суппортов в конечном положении. Автоматизация работы по шаблону
Сверлильные	Механизация управления скоростями и подачами. Полуавтоматический цикл обработки: быстрый подвод, рабочая подача, остановка, переключение на быстрый отвод, остановка в исходном положении. Полуавтоматический цикл для ступенчатого сверления: быстрый подвод, рабочая подача при сверлении первой ступени отверстия, быстрый отвод в исходное положение, переключение на быстрый подвод, рабочая подача при сверлении второй ступени и т. д.
Круглошлифовальные	Механизация управления скоростями вращения детали и подачами.

Продолжение табл. 284

Станки	Направление автоматизации
Круглошлифовальные	Автоматизация движений бабки шлифовального круга: быстрый подвод, рабочая подача, выключение подачи в конечном положении, выхаживание, быстрый отвод и остановка в исходном положении. Механизация или автоматизация правки шлифовального круга. Автоматическая подача круга, компенсирующая его износ. Устройства для измерения обрабатываемых поверхностей: после замера подается команда на правку круга и на изменение режимов резания; после окончания обработки в размер шлифовальная бабка отходит в исходное положение. Применение магазинных устройств
Плоскошлифовальные	Механизация управления скоростями передвижения детали и подачами. Полуавтоматический цикл обработки деталей. Механизация или автомагизация правки шлифовального круга. Автоматическая компенсация износа шлифовального круга. Применение магазинных устройств
Зуборезные	Полуавтоматический цикл нарезания зубчатых колес. Быстрый подвод, рабочая подача, быстрый отвод. Автоматизация делеиия в станках, работающих по этому методу. Применение магазиинных устройств для производства мелкомодульных зубчатых колес

В магазинных устройствах различают следующие узлы: магазин, отсекатель и питатель. Существуют магазинные устройства, состоящие из одного узла. Так, например, магазинное устройство для подачи цилиндрических заготовок на бесцентровошлифовальный станок состоит из лотка.

Магазинные устройства классифицируются по способу подачи заготовок из магазина в питатель собственным весом, грузом, пружиной, силой трения, цепью, диском

В табл. 286 приведены схемы магазинных устройств с подачей заготовок для обработки собственной массой. Такие устройства являются наиболее распространенными и позволяют осуществлять подачу заготовок самых различных конфигураций: гладких цилиндрических, цилиндрических со шляпками, конических роликов и др. Для заготовок с малой массой устройства снабжаются механизмом принудительной подачи. Деление на подгруппы сделано в зависимости от конфигурации магазинов.

Подача грузом имеет меньшее распространение. В этом случае магазинное устройство дополняется грузовым механизмом, осуществляющим подачу заготовок. Это устройство используется для подачи заготовок небольших по массе и в форме плоских кругов, колец и т. д.

Магазинные устройства с подачей пружиной являются усовершенствованными конструкциями предыдущих устройств. Грузовой механизм в них заменен пружиной.

Подача заготовок из магазина в питатель за счет сил трения, возникающих между заготовками и подвижными ремнями или вращающимися валиками, требует снабжения фрикционных узлов специальным приводом, что усложняет устройство магазинов. Область применения этих устройств — подача колец, цилиндрических и конических роликов и т. д. в шарикоподшипниковой промышленности.

Цепные магазинные устройства применяются для подачи длинных цилиндрических валиков, втулок и др. Подача осуществляется загрузкой заготовок в гнезда или на крючки, закрепленные на подвижной цепи.

Магазинные устройства с подачей заготовок в питатель вращающимися дисками, расположенными в горизонтальной или вертикальной плоскости, предназначаются для заготовок в виде плоских дисков, втулок, цилиндрических гладких и ступенчатых валиков. Основные виды магазинных устройств с подачей грузом, пружиной, трением, цепью, диском приведены в табл. 287.

Отсекатель — это механизм загрузочного устройства, который регулирует количество заготовок, поступающих из магазина в питатель, отделяя по одной заготовке от общего потока.

В табл. 288 приводится классификация отсекающих механизмов в зависимости от характера движения отсекающих звеньев.

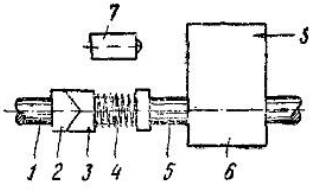
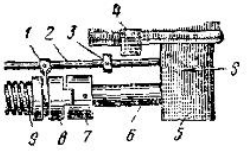
Питатель как механизм загрузочного устройства предназначается для подачи заготовок из магазина в зажим шпинделя станка.

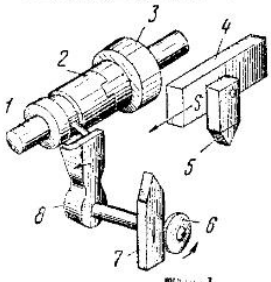
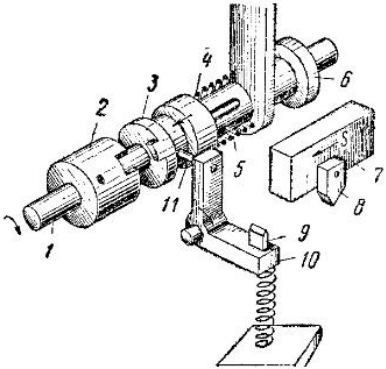
В табл. 289 приводится классификация питателей в зависимости от характера движения подающего звена.

В бункерно-магазинных загрузочных устройствах заготовки располагаются в несколько рядов и каждой заготовке придается специальным механизмом определенная ориентация в пространстве. Такие загрузочные устройства применяют для небольших по размеру и простых по форме заготовок.

Как правило, приемное устройство бункера выполняется в виде лотка шириной, равной длине заготовки воронкообразной формы, или в форме кассеты.

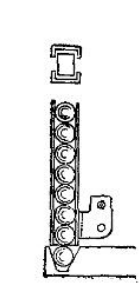
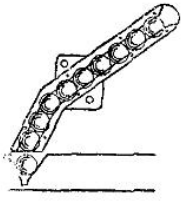
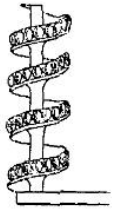
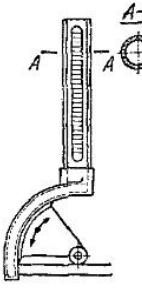
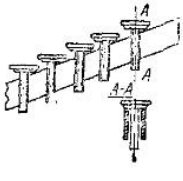
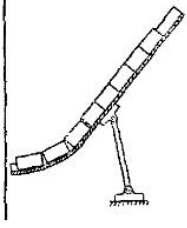
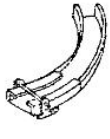
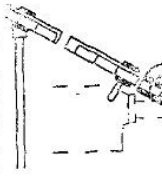
285. Схемы механизмов выключения и включ

Техническая характеристика	Схема
С помощью жесткого упора	
С самовозвратом	

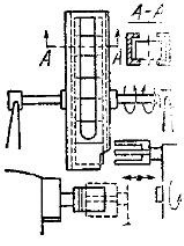
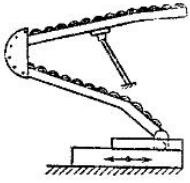
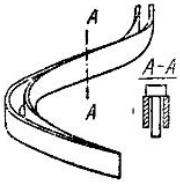
Техническая характеристика	Схема
Без самовозврата	
С пружинной муфтой	

286. Магазинные устройства с подачей заготовок в пит

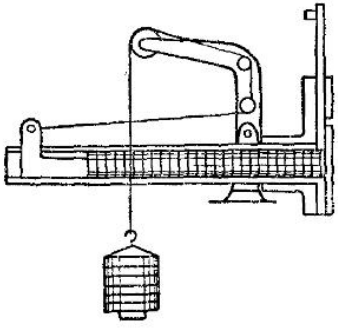
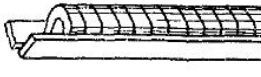
Схемы магазинных устройств для подгр

1 (прямолинейные)	2 (криволинейные)	3 (спиральные)	4 (трубчатые)
			
			

Схемы магазинных устройств для подг

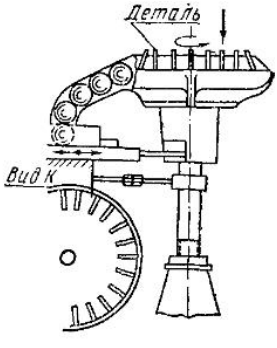
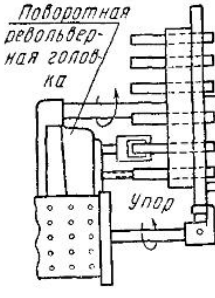
1 (прямолинейные)	2 (криволинейные)	3 (спиральные)	4 (трубчатые)
			

287. Магазинные устройства с подачей заготовок из магазина в п цепью и диском

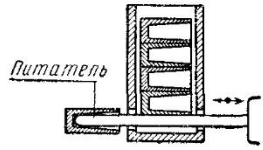
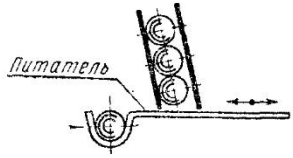
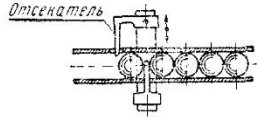
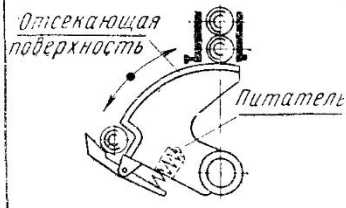
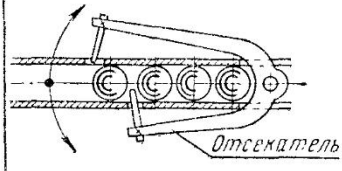
Способ подачи	Схемы магазинных устройст	
	прямолинейных	криволинейных
Грузом		

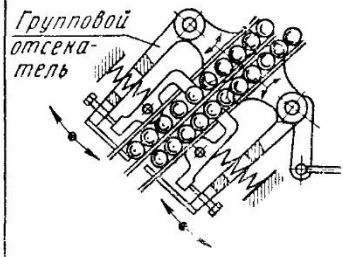
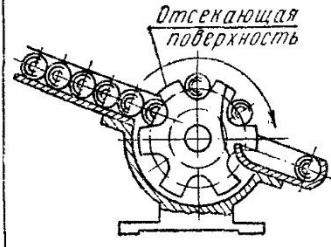
Способ подачи	Схемы магазинных устройств	
	прямолинейных	криволинейных
Пружиной		
Силой трения		

Способ подачи	Схемы магазинных устрой	
	прямолинейных	криволинейных
Цепью		

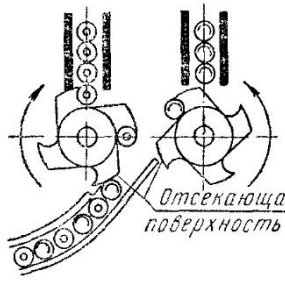
Способ подачи	Схемы магазинных устройс	
	прямолинейных	криволинейных
Диском		

288. Классификация отсекающих механизмов по виду движения

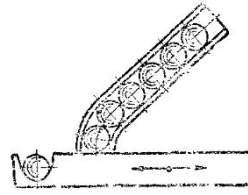
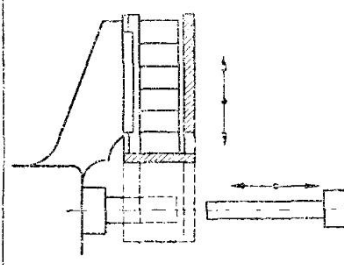
Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Возвратно-поступательное		Функции отсекателя выполняются инструментом или питателем
		Отсекание осуществляется питателем, верхняя площадка которого перекрывает канал магазина при подаче заготовок в шпиндель
		Отсекатель выполнен в виде отдельного механизма. Два штифта, совершающих возвратно-поступательное движение и сблокированных с движением питателя, отделяют по одной заготовке от общего потока заготовок, находящихся в канале магазина
Колебательное		Функции отсекающего механизма при питателе качающегося типа выполняются непосредственно питателем
		Отсекатель выполнен в виде отдельного механизма, где движение отсекающих звеньев сблокировано с движением питателя

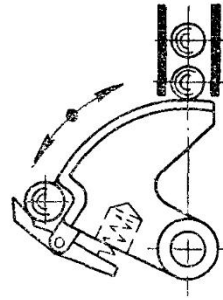
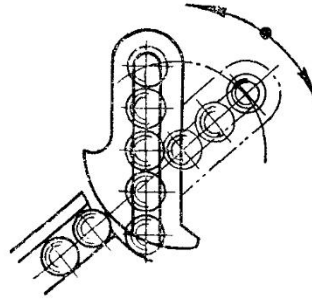
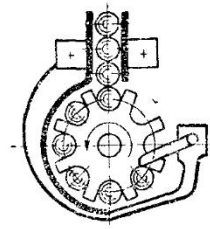
Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Вращательное		Групповой отсекатель с отделением пяти заготовок в каждом канале лотка
		Отсекатель выполнен в виде диска с профильными канавками, в которые западают из лотка заготовки и переносятся к питателю. Наружная поверхность диска производит отсекание заготовок в магазине Профильные канавки на диске позволяют производить подачу большого количества заготовок за один оборот диска
		Отсекатель выполнен в виде барабана с профильными канавками, в которые западают из лотка заготовки и переносятся к питателю. Наружная поверхность барабана производит отсекание заготовок в магазине. Профильные канавки на барабане позволяют производить подачу большого количества заготовок за один оборот барабана

Продолжение табл. 288

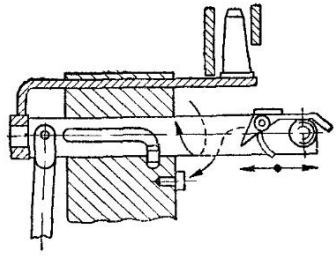
Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Вращательное		Сдвоенный барабанный отсекатель в виде двух барабанов с профильными гнездами и синхронным вращением. Заготовки, загруженные в лотки в определенном порядке, захватываются барабанами и переносятся в нижний одиночный лоток

289. Классификация питательных механизмов в зависимости от характера движения

Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Возвратно-поступательное		Подача заготовок осуществляется посредством подвижного ползуна, имеющего приемное гнездо, в которое западает заготовка. При движении ползуна запавшая заготовка переносится к шпинделю станка
Возвратно-поступательное		Функции питателя выполняются самим магазином, который перемещается к центру со всей массой заготовок и останавливается в положении, при котором ось нижней заготовки совпадает с осью шпинделя

Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Вращательное		Подача заготовки осуществляется посредством рычага, снабженного приемным гнездом
Колебательное		Функции питателя выполняет магазин. Заготовки подаются к шпинделю при наклонном положении магазина. После съема нижней заготовки магазин вновь отводится в свое первоначальное положение
Вращательное		Питатель состоит из диска с приемными гнездами, который, вращаясь, поочередно подводит приемные гнезда к окну магазина; из окна в гнезда диска западают заготовки, переносимые затем к рабочему месту

Продолжение табл. 289

Вид движения	Эскиз	Принцип работы механизмов
Комбинированное		Заготовки поступают (западают) в приемное гнездо ползуна, который при поступательном движении поворачивается на 90°. Заготовка принимает такое положение, в котором она должна поступить в зажим шпинделя станка

290. Характеристика механизмов захвата и ориентации и область их применения в зависимости от типа деталей и размеров

Характеристика механизма захвата и ориентации	Область применения и размерная характеристика обрабатываемых заготовок
С поступательно-возвратно-движущейся трубкой	Для шариков диаметром до 15 *мм*
Дисковый с отверстиями в захватном устройстве С захватным устройством в виде вращающегося барабана	Для шариков диаметром от 15 до 30 *мм*
С поступательно-возвратно-движущимся ползуном С поступательно-возвратно-движущейся трубкой С захватным устройством в виде вращающегося барабана Дисковый с радиальными пазами Дисковый с вибратором	Для гладких, а также ступенчатых валиков с малым периодом ступеней: диаметром до 15 *мм*
С двумя возвратно-поступательно-движущимися ползунами Дисковый с радиальными пазами Дисковый с вибратором	диаметром от 3 до 15 *мм* при длине больше диаметра, но менее 50 *мм*
С двумя возвратно-поступательно-движущимися ползунами С вращающейся трубкой	Для роликов подшипников качения

Продолжение табл. 290

Характеристика механизма захвата и ориентации	Область применения и размерная характеристика обрабатываемых заготовок
Дисковый с вырезами по окружности диска Дисковый с радиальными пазами С наклонно расположенным диском, захватывающим заготовки С наклонно расположенным диском, имеющим радиальные пазы	Для валиков с заостренным концом или фасонной образующей: диаметром до 15 *мм* при длине более 1,1 диаметра, но менее 60 *мм*
С поступательно-возвратно-движущимся ползуном С качающимся бункером Секторный	Валики с буртом, винты, болты и др.: диаметром до 15 *мм*
Дисковый щелевой с собачками Цепной Лопастный периодического действия с непрерывной выдачей заготовок	диаметром от 15 до 30 *мм*
С крючком, совершающим маятниковое движение С крючками, расположенными на боковой поверхности вращающегося диска С поступательно-возвратно-движущейся трубкой	Втулки гладкие и ступенчатые симметричные: диаметром до 15 *мм* при длине от 1,1 до 1,25 диаметра
Со штырями, расположенными наклонно по внутренней поверхности вращающегося кольца С крючками, расположенными на боковой поверхности вращающегося диска С вращающейся трубкой	диаметром от 5 до 30 *мм* при длине более 1,1—1,2 диаметра, но менее 90 *мм*
Дисковый щелевой с собачками Дисковый с радиальными пазами	Втулки с фланцем (буртом) диаметром от 6 до 15 *мм* с диаметром фланца не более 1,05—1,15 диаметра втулки
Секторный Дисковый щелевой с собачками	Диаметром от 6 до 15 *мм* при длине больше 1,5 диаметра, но менее 100 *мм*

Продолжение табл. 290

Характеристика механизма захвата и ориентации	Область применения и размерная характеристика обрабатываемых заготовок
С поступательно-возвратно-движущимися стержнями Дисковый с вырезами по форме заготовки С гладким диском Дисковый с радиальными пазами С вращающимся кольцом	Колпачки гладкие диаметром от 6 до 30 *мм* при длине от 1 до 1,1 диаметра
С крючками, расположенными на боковой поверхности вращающегося диска С наклонно расположенным диском и торцовыми зубьями Со штырями, расположенными наклонно на внутренней поверхности вращающегося кольца	При длине от 1,1 до 4 диаметра, но менее 40 *мм*
С крючками, расположенными на торцовой поверхности вращающегося диска С расположенным наклонно диском с торцовыми зубьями	При длине от 1,1 до 6 диаметров, но менее 90 *мм*
Дисковый с радиальными пазами С щетками, закрепленными в диске	Колпачок с фланцем диаметром менее 40 *мм* и размером фланца менее 1,2 диаметра при высоте менее 0,6 диаметра
Со штырями, установленными на бесконечном ремне С двумя возвратно-поступательно-движущимися ползунами Секторный Дисковый щелевой с карманами С гладким диском Дисковый с радиальными пазами Дисковый с вибратором	Диски, шайбы и кольца диаметром менее 40 *мм*
Со штырями, установленными на бесконечном ремне С вращающейся трубкой С гладким диском Дисковый с вибратором	Диаметром от 40 до 60 *мм*

Продолжение табл. 290

Характеристика механизма захвата и ориентации	Область применения и размерная характеристика обрабатываемых заготовок
С поступательно-возвратно-движущимся ползуном Секторный С гладким диском Дисковый с радиальными пазами	Гайки с диаметром резьбы меньше 12 *мм*
С поступательно-возвратно-движущимся ползуном Цепной Дисковый щелевой с собачками Дисковый карманный с вращающимся дном	Плоские заготовки

Ориентация заготовок в пространстве осуществляется механизмом захвата и ориентации, который может осуществлять эти операции одновременно или последовательно, т. е. в два и более приемов.

В табл. 290 приводится характеристика механизмов захвата и ориентации и указывается область их применения в зависимости от типа детали и ее размеров.

Механизация и автоматизация контроля. Различают следующие автоматизированные и механизированные средства контроля.

Основными средствами контроля готовых деталей являются:

1) контрольно-сортировочные автоматы — устройства автоматически выполняющие все элементы процесса контроля, а именно:

ориентирование деталей относительно измерительного устройства;

поштучная подача деталей в измерительное устройство;

контроль;

вывод деталей из измерительного устройства;

сортировка деталей в соответствии с результатами контроля на одну или несколько групп годных, брак исправимый и брак неисправимый;

2) контрольно-сортировочные полуавтоматы, выполняющие автоматически только четыре последних элемента контроля; первый производится вручную;

3) контрольно-измерительные приспособления — устройства, в которых автоматизирована или механизирована меньшая часть элементов контроля по сравнению с полуавтоматами.

Средствами технологического контроля, непосредственно связанными с процессом обработки деталей, являются:

1) приборы для контроля в процессе обработки устройства, устанавливаемые на станках; по достижении обрабатываемой деталью заданного размера подается командный импульс для прекращения обработки;

2) подналадчики, контролирующие детали непосредственно после их обработки; если вследствие износа обрабатывающего инстру-

мента размеры деталей начнут приближаться к предельному, они подают командный импульс для автоматической корректировки настройки станка;

3) блокировочные и защитные устройства, подающие командный импульс для прекращения автоматической передачи деталей на последующую технологическую операцию в случае их неудовлетворительной обработки на предыдущей операции (вследствие нарушения настройки станка, износа, или поломки обрабатывающего инструмента).

Средства статистического контроля — особая группа контрольно-измерительных средств, использование которых связано со специальной организацией процесса контроля. Они могут применяться как для технологического, так и для приемочного контроля.

В первом случае они позволяют организовать контроль и наладку процесса изготовления деталей, а во втором — осуществить рациональный выборочный контроль для приемки деталей.

Статистические устройства (статистролы) могут осуществлять управление процессом производства в сочетании с блокирующими устройствами, подналадчиками и т. п.

Механизированные и автоматизированные контрольно-измерительные средства. Применение различных автоматизированных и механизированных контрольно-измерительных средств в зависимости от их назначения приведены в табл. 291.

291. Применение различных автоматизированных и механизированных средств контроля в зависимости от их назначения

Наименование	Области применения
Контрольно-сортировочные автоматы	Для деталей простой геометрической формы в условиях крупносерийного и массового производства, когда необходим 100-процентный контроль или если годные детали сортируются на несколько групп (для селективной сборки)
Контрольно-сортировочные полуавтоматы	Для тех же случаев, что и автоматы, но для деталей более сложной формы
Контрольно-измерительные приспособления	Во всех видах производства, кроме единичного, для сплошного или выборочного контроля деталей и контроля наладки станков
Приборы для контроля в процессе обработки	В условиях серийного и массового производства для контроля относительно медленно и плавно изменяющихся величин (например, диаметров изделий, обрабатываемых на шлифовальных станках)

Продолжение табл. 291

Наименование	Области применения
Подналадчики	Для тех же условий, что и приборы для контроля в процессе обработки, но в случаях, когда осуществить контроль в процессе обработки невозможно
Блокировочные и защитные устройства	На автоматических поточных линиях в промежутках между операциями обработки
Средства статистического контроля	Во всех видах производства, кроме единичного

Автоматизация контроля обеспечивает возможность непрерывного наблюдения за ходом процесса обработки.

При активном контроле по результатам измерения производится управление процессом обработки. В случае автоматического управления процессом обработки измерительные устройства воздействуют на приводные элементы механизмов размерной подачи станков.

Для того чтобы измерительные устройства могли воздействовать на исполнительные механизмы, измерительный импульс должен быть преобразован и оказывать влияние на изменение величины какого-либо параметра электрической цепи.

Измерительными органами автоматизированных и механизированных средств контроля являются различные датчики: электроконтактные, пневматические, индуктивные, емкостные и фотоэлектрические.

Электроконтактные датчики отличаются малой инерционностью, небольшими габаритами и простотой конструкции, но обладают чувствительностью к вибрации.

Пневматические датчики более надежны, чувствительны, позволяют значительно усиливать показания на отсчетном устройстве; не чувствительны к вибрациям, но обладают большей инерционностью и имеют большие габариты.

Индуктивные датчики имеют такие же преимущества, что и пневматические, но более сложны в исполнении.

Фотоэлектрические датчики обладают большей чувствительностью и высокой точностью и в настоящее время находят все больше применение в автоматизированных средствах контроля.

Наибольшее распространение в различных конструкциях контрольных приспособлений и автоматических измерительных устройств получили электроконтактные датчики.

Принцип действия датчика заключается в использовании перемещения измерительного стержня для замыкания контактов электрической цепи, включающей светосигнальное устройство или реле, связанное с механизмом управления станком или сортировочным механизмом контрольного автомата.

В зависимости от назначения датчики выполняются двухконтактными и с плавающим контактом (амплитудные датчики).

Одним из наиболее надежных и простых двухконтактных датчиков, получивших наибольшее распространение, является датчик конструкции Бюро взаимозаменяемости, изображенный на рис. 24.

Перемещение измерительного стержня *10* с закрепленным на нем хомутиком *14* вызывает поворот контактного рычага *13* вокруг оси его шарнира на плоских пружинах. Последовательно за измерительным стержнем *10* располагается стержень индикатора, закрепляемого в корпусе *9*. Индикатор служит для визуальных наблюдений и для настройки датчика на два предельных размера с помощью эталонной детали. Для настройки эталонную деталь устанавливают на измерительную позицию и замечают показание индикатора, после чего ее снимают, и измерительный стержень с помощью гайки *8* микроподачи перемещается на величину, соответствующую разности между предельным размером и размером эталонной детали. Затем подводится контакт винта *2* до соприкосновения с рычагом *1*, что контролируется по зажиганию сигнальной лампочки. Таким же образом настраивается другой контакт по второму предельному размеру.

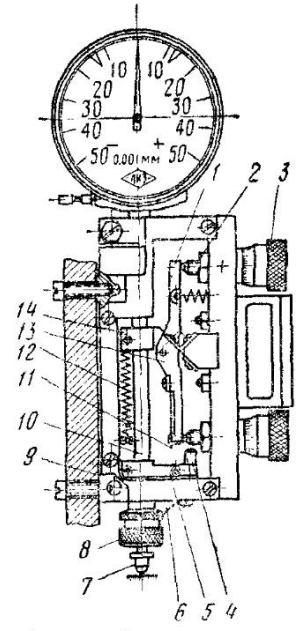


Рис. 24. Электроконтактный датчик

После настройки на размер гайку *8* отводят вниз и закрепляют стопором *6*.

Настройка на размер может производиться и по шкалам барабанов *3* контактных винтов *2* таким же образом, как и по шкале индикатора. Цена деления на шкалах 2 *мк*.

Измерительное усилие создается пружиной *12*. Для предохранения измерительного стержня от поворота служит закрепленный на нем хомутик *5*, скользящий по гладкому штифту *4*. Перемещение стержня разгружает рычаг *1*, вследствие чего контакты винта *2* предохранены от ударов. Нижний подвижный контакт подвешен к рычагу на плоской пружине *11*. При ходе шпинделя вниз после замыкания этого контакта пружина отходит от рычага, позволяя ему поворачиваться далее, что обеспечивает возможность отсчета по индикатору или микромеру ниже минусового предела настройки датчика. Измерительный стержень оснащен съемным наконечником 7, буртик которого служит для арретирования. В корпусе датчика имеются гладкие и резьбовые отверстия для закрепления его на измерительной позиции. Гладкие отверстия используются при закреплении к широкой плоскости корпуса, резьбовые — при закреплении к его ребру.

Контакты датчика включаются в сеточные цепи электронного реле. Рабочее напряжение на контактах не свыше 50 *в*, ток, проходящий через контакты, не более 0,5 *а*. Величина срабатывания датчика не превышает 1 *мк*. Смещение настройки после 25 000 измерений не более 1 *мк*. Предел измерения равен 1 *мм*.

Измерительные системы обычно состоят из:

а) датчика, предназначенного для преобразования линейной величины в нелинейную;

б) измерительного устройства, преобразующего сигнал датчика в действие отсчетного, записывающего или сигнального устройства;

в) отсчетной части, указывающей действительное значение проверяемой величины;

г) сигнального устройства (звукового или светового) при достижении заданного предельного размера детали.

По воздействию на процесс обработки системы активного контроля подразделяются на следующие:

1) системы автоматического управления процессом по результатам измерений во время обработки детали;

2) системы автоматического регулирования по результатам измерения размера после обработки;

3) системы автоматического регулирования по результатам измерения заготовок, поступающих на обработку;

4) комбинированные системы.

Ниже приводятся схемы систем активного контроля и указываются области их применения.

Комбинированные системы представляют собой сочетание элементов приведенных в табл. 292 систем. Например, одно устройство проверяет заготовку до обработки, другое по результатам измерений в процессе обработки устанавливает режимы резания.

Средства активного контроля размеров подразделяются на блокирующие устройства, устройства для управления циклом и подналадочные системы.

Блокирующие устройства применяют при необходимости предотвращения аварий в результате нарушения технологического процесса путем прекращения процесса обработки или подачи соответствующего сигнала.

Устройства для управления циклом обработки по результатам измерений измеряют режим резания и прекращают подачу инструмента. Эти устройства связаны с рабочими органами станка.

Подналадочные системы при получении информации о ходе процесса обработки вносят изменения в наладку станка. Эти системы не реагируют на случайные отклонения размеров обрабатываемой детали.

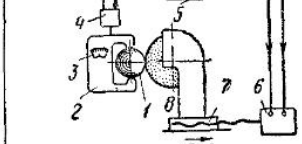
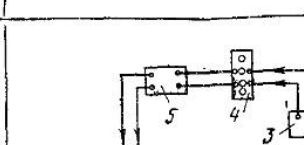
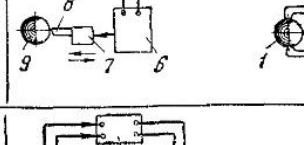
НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ

Общие сведения

Одной из составных частей разработки технологического процесса является установление режимов резания и определение нормы времени на выполнение заданной работы.

На основе технического нормирования определяют производственные мощности, потребность в оборудовании, инструментах и рабочей силе.

292. Схемы систем активного контроля и област

Схемы активного контроля		Описание схемы действ
В процессе обработки		Установленное на станке тельное устройство *2* со и и датчиком *4* воспринимает ние размера обрабатываемо *1* и передает команду чере тель *5* исполнительному мех воздействующему на механи ка *7*, управляющий перем измерительной бабки *8*
После обработки		Обработанная деталь *1* в измерительное устройство по результатам измерений через усилитель *4* и испол устройство *5* подает коман лятору *6*, воздействующему ханизм *7*, который перемещ жущий инструмент *8*, ком его износ, вызванный обрабо тали *9*
До обработки		Измерительное устройство ряет заготовку *1* и результа рений посредством датчика усилитель *4* передает на тельный механизм *5*, котор няет величину подачи в к станка *7*

Техническое нормирование, основанное на применении высоких режимов работы оборудования, на рациональных формах организации труда и на использовании передового опыта новаторов производства, способствует высокой производительности труда, снижению себестоимости продукции и рентабельности предприятия.

Вместе с тем на некоторых заводах и производственных участках иногда применяются опытно-статистические нормы.

Эти нормы устанавливаются с учетом личного опыта нормировщиков либо на данных о фактических затратах рабочего времени на аналогичные работы, отражающих зачастую применение устаревшей технологии производства.

Таким образом, отражая достигнутый ранее уровень производительности труда, опытно-статистическое нормирование характеризуется установлением отсталых норм с учетом имевших место неполадок, простоев и потерь в производстве, что тормозит рост производительности труда.

При опытно-статистическом нормировании не анализируются составные элементы работы, что исключает возможность улучшения организации труда и выявление резервов производительности труда. Опытно-статистические нормы не отражают того количества труда, которое действительно необходимо для выполнения заданных работ, и не способствуют использованию техники производства и рабочего времени.

По мере повышения культурно-технического уровня производства, совершенствования технологии и улучшения организации производства существующие технические нормы должны пересматриваться и заменяться новыми нормами, отражающими достижения новаторов и новую технику, освоенную на предприятиях.

Технической нормой времени является время, которое устанавливается для выполнения определенной работы (операции), исходя из применения прогрессивных методов труда, полного использования производительных методов труда, полного использования производственных возможностей (оборудования, площадей) и учета передового опыта новаторов производства.

Техническую норму времени нельзя рассматривать как предел производительности труда для данной работы, так как она устанавливается при определенных организационно-технических условиях.

На основании нормы времени определяют норму выработки, т. е. количество продукции в штуках, метрах, тоннах и т. п., подлежащее выработке в единицу времени (час, смену).

Расчет технических норм времени и норм выработки производится с учетом:

а) применения наиболее рационального технологического процесса и полного использования оборудования;

б) применения наилучших форм организации труда и обеспечения рабочего места всем необходимым для бесперебойной работы;

в) применения наиболее эффективных инструментов, приспособлений и режимов работы;

г) надлежащей квалификации и навыков рабочего;

д) наиболее полного использования рабочего времени;

е) обслуживания одним рабочим максимально возможного количества станков.

В техническую норму времени не должны включаться те элементы ручной работы, которые могут быть выполнены во время работы станка, т. е. могут быть перекрыты машинным временем.

Следует учитывать все возможные совмещения отдельных приемов во времени при одновременной работе обеими руками.

В техническую норму времени также не должны включаться зависящие и не зависящие от рабочего потери рабочего времени. Например, потери времени из-за немерности и завышенной твердости материала, излишних припусков на обработку, ожидания крана или подсобной рабочей силы и др.

Кроме того, в норму не включают время на получение и сдачу материалов, инструмента и приспособлений, чертежей, нарядов, время на заточку инструмента и время, затрачиваемое непосредственно из-за всякого рода организационных и технических неполадок (ожидание, простой, хождение и др.).

Обычно технические нормы времени устанавливают на один год и пересматривают в течение этого времени лишь при существенных изменениях в технологии и организации производства.

Затраты рабочего времени подразделяются: на время работы и время перерывов в работе.

Время работы состоит из подготовительно-заключительного времени, оперативного (технологического и вспомогательного) времени и времени обслуживания рабочего места.

Время перерывов в работе состоит из перерывов, зависящих от рабочего (отдых, естественные надобности и др.) и не зависящих от рабочего (отсутствие электроэнергии и др.).

Подготовительно-заключительное время — это время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с работой, подготовку к работе (наладка станка, приспособлений и инструментов для изготовления деталей), а также на выполнение действий, связанных с окончанием данной работы (снятие со станка и возврат приспособлений и инструмента; сдача обработанных заготовок).

Подготовительно-заключительное время повторяется с каждой партией обрабатываемых деталей и не зависит от размера партий.

Технологическое (основное) время — это время, затрачиваемое непосредственно на изготовление детали, т. е. на изменение формы, размеров, состояния заготовки и т. д.

Технологическое время в зависимости от степени участия рабочего может быть ручным, машинно-ручным или машинным.

Ручным называется время, затрачиваемое на обработку детали без применения механизма (ручная опиловка, рубка зубилом и др.).

Машинно-ручным называется время, затрачиваемое на обработку деталей посредством механизма, но при непосредственном участии рабочего (работа на станке с ручной подачей).

Машинным называется время, затрачиваемое на обработку детали механизмом под наблюдением рабочего.

Вспомогательное время — это время, затрачиваемое на различные вспомогательные действия рабочего непосредственно связанные с основной работой, а именно: установка, закрепление и снятие обрабатываемой детали, пуск и остановка станка, измерения, изменения режимов работы и т. п.

Оперативное время представляет собой сумму технологического и вспомогательного времени.

Время обслуживания рабочего места — это время, затрачиваемое рабочим на уход за своим рабочим местом на протяжении всего времени выполнения данной работы (уход за оборудо-

вашем, оснасткой и т. д.). Оно слагается из времени организационного обслуживания (осмотр, смазка, очистка станка и т. п.), времени технического обслуживания (подналадка станка, смена, заточка, подналадка режущего инструмента).

Величина этого времени в серийном производстве составляет 3% от оперативного времени.

Расчет технически обоснованной нормы времени в минуту производится по штучному времени $T_{шт}$, которое слагается из оперативного времени $T_{оп}$ на одну операцию, времени на обслуживание рабочего места $T_{об}$ и времени на отдых и естественные надобности $T_{пер}$:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер} \ мин.$$

Штучное калькуляционное время $T_{шк}$ в минуту равно сумме штучного $T_{шт}$ и доли подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ на одну деталь:

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{x} + T_{шт} \ мин.$$

Норма выработки является величиной, обратной технической норме времени, и представляет собой количество продукции, которое должно быть произведено рабочим в единицу времени (минуту, час, смену) или

$$H = \frac{420}{T_{шк}} \text{ (при 7-часовом рабочем дне) шт.}$$

Изменение технической нормы времени влечет за собой и изменение нормы выработки.

Технологическое время определяется по формуле

$$T_т = \frac{L}{S_м} \cdot i \ мин; \quad L = l + l_1 + l_2 + l_3 \ мин,$$

где L — полная длина перемещения детали или инструмента в направлении подачи, *мм*;

l — длина обрабатываемой поверхности, *мм*;

l_1 — величина врезания инструмента, *мм*;

l_2 — величина перебега детали или инструмента в направлении подачи, *мм*;

l_3 — величина дополнительной длины для взятия пробных стружек, *мм*;

$S_м$ — путь детали или инструмента, пройденный в направлении подачи в одну минуту, *мм*: $S_м = S_z \cdot z \cdot n$ *мм/зуб* или $S \cdot n$ *мм/об*.

где S_z — подача в миллиметрах на 1 зуб инструмента (развертки, фрезы и т. д.);

z — число зубьев инструмента;

n — число оборотов или число двойных ходов, *мин*;

i — число проходов.

Технологическое время зависит от правильного выбора режимов резания: глубины, подачи и скорости резания.

Скорость, подача, глубина резания

Факторами, влияющими на выбор режимов резания, являются: материал, форма и жесткость обрабатываемой заготовки, вид инструмента и материал режущей части, надежность закрепления заготовки на станке, мощность станка.

Принятый режим резания должен полностью удовлетворять технологическим требованиям в отношении заданного класса чистоты поверхности и точности обработки.

Для определения режима резания сначала устанавливают глубину резания, затем определяют допустимую подачу, после чего рассчитывают скорость резания.

Расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностью, измеренное в перпендикулярном направлении к последней, называется глубиной резания. Глубина резания обозначается t и измеряется в миллиметрах.

Глубину резания выбирают исходя из того, что выгоднее работать с возможно меньшим числом проходов. Поэтому если позволяют мощность станка и жесткость системы станок — приспособление — инструмент — деталь, припуск на черновую обработку следует снимать за один проход.

Если же мощность станка или жесткость системы недостаточна, то припуск снимают за два-три прохода.

При чистовой обработке глубину резания выбирают в зависимости от класса чистоты поверхности и жесткости системы.

Величина перемещения инструмента относительно обрабатываемой детали или этой детали относительно инструмента в направлении движения подачи за определенный отрезок времени за один оборот детали или инструмента, за один рабочий ход инструмента называется подачей.

Подача обозначается S и измеряется на один оборот обрабатываемой детали или за один рабочий ход, или на один зуб инструмента, в миллиметрах или в миллиметрах в минуту. Подача может быть продольной — вдоль оси обрабатываемой детали, поперечной — поперек этой оси, наклонной — под углом к этой оси, вертикальной или круговой.

Подача также выбирается исходя из того, что для уменьшения технологического времени, независимо от вида режущего инструмента, всегда выгоднее работать с максимальной подачей.

При черновой обработке подачу выбирают по соответствующим таблицам режимов резания (нормативам).

При чистовой обработке подачи выбираются в зависимости от вида обработки, класса чистоты и обрабатываемого материала.

Величина перемещения режущей кромки в единицу времени относительно обрабатываемой поверхности называется скоростью резания. Скорость резания обозначается буквой v и измеряется в метрах в минуту или в метрах в секунду (при шлифовании). Скорость резания назначается по соответствующим таблицам режимов резания в зависимости от глубины резания и подачи.

Скорость резания зависит от механических свойств и марки обрабатываемого материала, вида инструмента и режущей его части, величины подачи, формы, поверхности детали и других факторов.

Скорость резания при вращательном движении определяется по формуле

$$v = \frac{\pi \cdot D_n}{1000} \text{ м/мин},$$

где D — диаметр обрабатываемой детали, *мм*;
n — число оборотов в минуту.

При поступательном движении скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{l}{1000 \cdot t_x} \text{ м/мин},$$

где l — длина хода, *мм*;
t_x — время одного хода, *мин*.

Выбранный режим резания корректируется по паспортным данным станка, а также проверяется по мощности электродвигателя.

Чтобы на станке можно было осуществлять процесс резания, необходимо, чтобы мощность электродвигателя $N_{ст}$ была больше или в крайнем случае равна мощности, затрачиваемой на резание $N_{рез}$.

Допускается при кратковременном процессе резания перегрузка электродвигателя станка до 20% его номинальной мощности, при кратковременности до 1 *мин* перегрузка электродвигателя допускается до 50%.

Мощность, затрачиваемая на резание, определяется по формуле

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ квт},$$

где P_z — тангенциальная сила резания, *кГ* (стр. 320),
v — скорость резания, *м/мин*.

При выборе режимов резания следует иметь в виду, что нормативные материалы предусматривают только средние значения глубин резания, подач и скоростей резания. Эти элементы зависят от качества обрабатываемого материала, его физико-механических свойств, числа оборотов шпинделя станка в минуту, жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь. Поэтому в практике эти средние значения могут быть увеличены или уменьшены.

При выборе режимов резания по таблицам, приведенным в настоящем разделе, следует их значения перемножить на поправочные коэффициенты (K_1; K_2 и др.).

Режимы резания для токарных работ

В табл. 293—301 приведены режимы резания при точении резцами, оснащенными пластинками из быстрорежущей стали Р-9.

В табл. 302—322 приведены режимы резания при точении резцами, оснащенными пластинками из твердых сплавов.

293. Скорость резания при черновом продольном точении

Глубина резания, *мм*	Подача, *мм/об*	Скорость резания, *м/мин*	
		Сталь углеродистая $\sigma_{вр} = 75$ *кГ/мм²*	Чугун серый *НВ* 190 *кГ/мм²*
3	0,4	44	29
	0,5	38	26
	0,7	30	23
	1,0	24	20
4	0,4	41	27
	0,5	35	25
	0,7	28	22
	1,0	22	19
	1,4	18	17
6	0,4	37	26
	0,5	32	24
	0,7	26	21
	1,0	20	18
	1,4	16	16
	2,0	13	14
8	0,5	30	23
	0,7	24	20
	1,0	19	17
	1,4	15	15
	2,0	12	13
	3,0	9	11

294. Скорость резания при чистовом продольном точении

Глубина резания, *мм*	Подача, *мм/об*	Скорость резания, *м/мин*	
		Сталь углеродистая $\sigma_{вр} = 75$ *кГ/мм²*	Чугун серый *НВ* 190 *кГ/мм²*
1,0	0,1	107	49
	0,15	93	44
	0,2	85	40
	0,25	79	37
	0,3	70	35
1,5	0,10	97	47
	0,15	85	41
	0,2	77	37
	0,25	71	35
	0,3	63	33
	0,4	52	30

Продолжение

Глубина резания, *мм*	Подача, *мм/об*	Скорость резания, *м/мин*	
		Сталь углеродистая $\sigma_{вр} = 75$ *кГ/мм²*	Чугун серый *НВ* 190 *кГ/мм²*
2,0	0,15	79	39
	0,2	71	36
	0,25	66	34
	0,3	59	32
	0,4	49	29
	0,6	37	26

295. Коэффициент K_2, зависящий от вида заготовки и состояния ее поверхности

Вид заготовки и материал	Коэффициент K_2, учитывающий условия обработки	
	без корки	по корке
Стальные отливки $HB<160$ . . .	0,9	0,75
Стальные поковки $HB=160—200$	1,0	0,80
Стальные поковки (прокат) $HB>200$	1,0	0,85
Чугунные отливки $HB<160$ . . .	1,0	0,70
» » $HB=160—200$.	1,0	0,75
» » $HB>200$ . . .	1,0	0,80

297. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости резца

Коэффициент K_3 при стойкости резца, *мин*				
30	60	90	120	180
1,1	1,0	0,95	0,95	0,85

296. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала, при черновом точении

Сталь углеродистая конструкционная $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	K_1	Сталь марганцовистая $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	K_1	Сталь никелевая $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	K_1
От 30 до 40	2,8	От 50 до 60	1,25	От 50 до 60	1,48
» 40 » 50	2,2	» 60 » 70	0,96	» 60 » 70	1,14
» 50 » 60	1,69	» 70 » 80	0,8	» 70 » 80	0,95
» 60 » 70	1,29	» 80 » 90	0,64	» 80 » 90	0,7
» 70 » 80	1,0	» 90 » 100	0,56	» 90 » 100	0,66
» 80 » 90	0,81	» 100 » 110	0,48	» 100 » 110	0,57

Продолжение

Сталь хромистая $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$	K_1	Чугун серый HB, $кГ/мм^2$	K_1	Чугун ковкий HB, $кГ/мм^2$	K_1
От 40 до 50	2,08	140—160	1,51	100—120	1,76
» 50 » 60	1,44	160—180	1,21	120—140	1,28
» 60 » 70	1,1	180—200	1,0	140—160	1,0
» 70 » 80	0,85	200—220	0,85	160—180	0,8
» 80 » 90	0,69	220—240	0,72	180—200	0,66
» 90 » 100	0,56	—	—	—	—

298. Коэффициент K_4, зависящий от сечения резца, при работе по стали и чугуну

Сечение резца, *мм*	Коэффициент K_4	
	Сталь	Чугун
16×16; 20×20	0,93	0,97
20×20; 16×25	0,97	0,98
20×30; 25×25	1,0	1,0
30×30; 25×40	1,04	1,02

299. Коэффициент K_5, зависящий от формы передней поверхности резца

Коэффициент K_5 при форме передней поверхности резца		
плоской	плоской с фаской	радиусной с фаской
1,0	1,15	1,15

300. Коэффициент K_6, зависящий от главного угла резца в плане φ

Главный угол резца в плане φ, *град*	Коэффициент K_6	
	Сталь	Чугун
30	1,26	1,2
45	1,0	1,0
60	0,84	0,88
90	0,66	0,73

Примечание. При обработке без охлаждения величина скорости резания умножается еще на коэффициент $K_7=0{,}75$.

301. Подачи при черновом продольном и поперечном точении заготовок из незакаленных сталей, стального и чугунного литья

Диаметр заготовки, *мм*	Подача, *мм/об*, при глубине резания, *мм*			
	до 5	свыше 5 до 8	свыше 8 до 12	свыше 12 до 30
18	До 0,25	—	—	—
30	0,2—0,5	—	—	—
50	0,4—0,8	0,3—0,6	—	—
80	0,6—1,2	0,5—1,0	—	—
120	1,0—1,6	0,7—1,3	0,5—1,0	—
180	1,4—2,0	1,1—1,8	0,8—1,5	—
260	1,8—2,6	1,5—2,0	1,1—2,0	1,0—1,5
360	2,0—3,0	1,8—2,8	1,5—2,5	1,3—2,0
Свыше 360	—	2,5—3,0	2,0—3.0	1,5—2,5

302. Скорости резания при продольном черновом точении конструкционных и легированных сталей с $\sigma_{вр}=75$ *кГ/мм²*

Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче *мм/об*									
	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4	2
3	192	183	177	159	146	138	132	107	—	—
4	—	176	169	152	141	132	125	112	99	—
6	—	—	—	141	130	121	115	103	91	82
8	—	—	—	134	123	117	111	99	98	77
12	—	—	—	125	112	108	102	93	80	71

303. Подачи при получистовом точении незак

Классы чистоты поверхности	Радиус вершины резца, *мм*	Подачи, *мм/об*, при скоро			
		80	90	100	
▽4	0,5	0,54—0,46	0,55—0,48	0,55—0,49	
	1,0	0,65—0,57	0,65—0,57	0,65—0,57	
	2,0	0,69—0,67	0,69—0,67	0,69—0,67	
▽5	0,5	0,29—0,23	0,34—0,26	0,34—0,29	
	1,0	0,40—0,31	0,45—0,35	0,46—0,38	
	2,0	0,52—0,44	0,53—0,47	0,54—0,48	
▽6	0,5	0,15—0,11	0,16—0,13	0,18—0,14	
	1,0	0,21—0,16	0,22—0,17	0,24—0,19	
	2,0	0,28—0,21	0,33—0,23	0,32—0,25	

Примечания.

1. Значения подач указаны при обработке стали с $\sigma_в = 70 \div 90$ *кГ/м*

2. При обработке стали с другими значениями $\sigma_в$ необходимо табл поправочные коэффициенты: для $\sigma_{вр}$ до 50 *кГ/мм*^{2} — 0,7; до 70—0,75; д

304. Коэффициент K_1, зависящий от предела прочности при растяжении обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 при $\sigma_{вр}$, $кГ/мм^2$							
40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100	100—110	110—120
2,15	1,6	1,25	1,0	0,84	0,73	0,62	0,53

305. Коэффициент K_2, зависящий от марки твердого сплава

Коэффициент K_2 для твердого сплава	
T15K6	T15K10
1,0	0,65

306. Коэффициент K_3, зависящий от формы передней поверхности

Коэффициент K_3 при обработке поверхностей			
плоской с отрицательной фаской	радиусной с отрицательной фаской	плоской отрицательной двойной	плоской отрицательной однократной
1,0	1,0	1,05	1,05

307. Коэффициент K_4, зависящий от величины главного угла резца в плане φ

Коэффициент K_4 при главном угле в плане φ, *град*				
30	45	60	75	90
1,13	1,1	0,92	0,85	0,81

308. Коэффициент K_5, зависящий от стойкости резца

Коэффициент K_5 при стойкости резца, *мин*					
30	45	60	90	120	180
1,24	1,95	1,08	1,0	0,94	0,87

309. Коэффициент K_6, зависящий от характера нагрузки

Коэффициент K_6 при нагрузке	
постоянной	переменной
1,0	0,8—0,85

310. Скорости резания при черновом продольном точении серого чугуна *НВ* 150

Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче, *мм/об*										
	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4	2	3
3	92	88	85	79	73	68	64	55	—	—	—
4	—	84	80	75	68	64	59	52	45	—	—
6	—	—	—	69	63	58	55	47	42	36	31
8	—	—	—	65	59	55	52	45	40	34	30
12	—	—	—	61	55	52	48	42	36	32	27

311. Коэффициент K_1, зависящий от твердости чугуна

Коэффициент K_1 при *НВ*						
120—140	140—160	160—180	180—200	200—220	220—240	240—260
1,94	1,51	1,21	1,0	1,85	0,72	0,63

312. Коэффициент K_2, зависящий от марки твердого сплава

Коэффициент K_2 для твердого сплава	
ВК6	ВК8
1,1	1,0

313. Коэффициент K_3, зависящий от величины главного угла резца в плане φ

Коэффициент K_3 при главном угле в плане φ, *град*			
30	45	60	90
1,2	1,0	0,88	0,73

314. Коэффициент K_4, зависящий от стойкости резца

Коэффициент K_4 при стойкости резца, *мин*					
30	45	60	90	120	180
1,24	1,15	1,08	1,0	0,94	0,87

315. Коэффициент K_5, зависящий от характера нагрузки и состояния поверхности отливки

Коэффициент K_5 при нагрузке	
постоянной, корка отсутствует	переменной по корке
1,0	0,8—0,85

316. Скорости резания при чистом продольном точении конструкционных, углеродистых и легированных сталей $\sigma_{в} = 75$ *кГ/мм*^{2} резцами с пластинками Т15К6

Глубина резания, мм	Скорости резания, *м/мин*, при подаче, *мм/об*							
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
1,0	270	247	234	223	216	—	—	—
1,5	248	231	216	206	200	180	—	—
2,0	—	220	207	198	191	171	158	149

317. Скорости резания при чистом продольном точении серого чугуна *НВ* 190 резцами с пластинками ВК8

Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче, *мм/об*							
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
1,0	122	113	107	103	97	—	—	—
1,5	117	108	101	97	94	88	—	—
2,0	—	104	97	94	90	85	81	78

318. Скорости резания при точении стали и чугуна с большими подачами резцами с пластинками Т15К6

Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	220	180	173	170	162	155	150	145
1,0	175	142	132	125	118	114	110	107
2,0	151	112	105	99	92	86	82	78
2,5	146	108	98	92	86	80	76	72
3,0	140	104	92	86	81	76	72	68
3,5	136	101	89	82	77	72	68	62
4,0	132	98	87	78	74	69	66	62

320. Коэффициент K_1, зависящий от твердости обрабатываемого материала

Твердость обрабатываемого материала *НВ*	Обрабатываемый материал	
	сталь	чугун
160	1,19	1,23
180	1,0	1,0
200	0,86	0,85
220	0,75	0,72
240	0,66	0,62
260	0,58	0,53

319. Подачи в зависимости от мощности станка при точении стал

Способ крепления обрабатываемой заготовки на станке	Диаметр обрабатываемой заготовки, *мм*	Длина обрабатываемой заготовки, *мм*	до 5		
			Подач		
			1—2	2,1—4	1—
В центрах	До 40	До 300	1,8—2,5	1,1—2,0	1,2—
		» 400	1,8—2,0	0,8—1,4	1,2—
	» 60	» 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
		» 600	1,8—2,5	1,1—2,0	1,8—
	» 75	» 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
		» 750	1,8—2,5	1,1—2,0	2,0—
	Свыше 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
		—	—	—	—
В патроне с опорой на задний центр	До 40	До 300	1,8—2,5	1,1—2,0	2,2—
		» 400	1,8—2,0	1,2—1,8	1,5—
	» 60	» 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
		» 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,0—
	» 75	» 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
		» 750	1,8—3,0	1,1—2,0	2,0—
	Свыше 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—
В патроне	До 300	—	1,2—2,0	0,9—1,8	1,8—
	Свыше 300	—	—	—	2,0—
На оправке	—	До 50	—	1,1—1,3	—
	—	» 150	—	1,3—1,8	—

321. Коэффициент K_2, зависящий от износа задней поверхности резца

Износ по задней поверхности, *мм*	Обрабатываемый материал	
	сталь	чугун
0,5	0,75	0,88
0,8	0,91	1,0
1,0	1,0	1,05
1,2	1,08	1,1
1,5	1,2	—

322. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости резца

Коэффициент K_3 при стойкости резца, *мин*						
10	15	30	45	60	75	90
1,31	1,2	1,0	0,9	0,84	0,8	0,76

Режимы резания для сверлильных работ

323. Подачи при сверлении

Диаметр сверла, *мм*	Подачи, *мм/об*, при сверлении											
	стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*									ковкого чугуна *НВ*		
	до 60			60—90			95 и выше			до 160		
	Группы подач											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	0,12	0,08	0,05	0,10	0,08	0,05	0,09	0,07	0,05	0,15	0,08	0,05
4	0,18	0,10	0,07	0,15	0,10	0,07	0,15	0,10	0,07	0,25	0,10	0,07
6	0,20	0,15	0,10	0,20	0,15	0,10	0,18	0,12	0,08	0,30	0,15	0,10
8	0,25	0,18	0,10	0,25	0,15	0,10	0,20	0,15	0,10	0,35	0,18	0,10
10	0,30	0,20	0,15	0,25	0,18	0,12	0,25	0,18	0,12	0,40	0,20	0,15
12	0,35	0,25	0,15	0,30	0,20	0,15	0,25	0,18	0,12	0 45	0,25	0,15
14	0,40	0,30	0,20	0,35	0,25	0,15	0,30	0,20	0,15	0,50	0,30	0,20
20	0,45	0,35	0,20	0,40	0,30	0,20	0,35	0,25	0,18	0,65	0,35	0,20
24	0,50	0,40	0,25	0,45	0,35	0,25	0,40	0,30	0,20	0,70	0,40	0,25
28	0,60	0,45	0,30	0,50	0,40	0,25	0,45	0,35	0,20	0,80	0 45	0,30
30	0,60	0,45	0,30	0,60	0,45	0,25	0,50	0,40	0,25	0,80	0,45	0,30
35	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,30	0,50	0,40	0,25	0,90	0,50	0,30

Продолжение табл. 323

Диаметр сверла, *мм*	Подачи, *мм/об*, при сверлении											
	стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*									ковкого чугуна *НВ*		
	до 60			60—90			95 и выше			до 160		
	Группы подач											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
40	0,70	0,55	0,35	0,60	0,50	0,30	0,60	0,45	0,30	1,0	0,55	0,35
45	0,70	0,55	0,35	0,70	0,50	0,35	0,60	0,45	0,30	1,0	0,55	0,35
50	0,80	0,65	0,40	0,70	0,55	0,35	0,60	0,50	0,30	1,1	0,65	0,40
55	0,80	0,65	0,40	0,70	0,55	0,35	0,70	0,50	0,35	1,2	0,65	0,40
60	0,90	0,70	0,45	0,80	0,65	0,40	0,70	0,50	0,35	1,2	0,70	0,45

324. Подачи при сверлении

Подачи, *мм/об*, при сверлении												
ковкого чугуна *НВ* 60 и выше			чугуна *НВ* до 170, бронзы, латуни, алюминия			чугуна *НВ* 170 и выше					
						быстрорежущие сверла			сверла, оснащенные твердым сплавом Т15К6		
Группы подач											
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,12	0,08	0,05	0,20	0,08	0,05	0,12	0,05	0,05	—	—	—
0,18	0,10	0,07	0,30	0,10	0,08	0,20	0,10	0,08	—	—	—
0,25	0,15	0,10	0,40	0,25	0,15	0,25	0,18	0,12	—	—	—
0,30	0,15	0,10	0,45	0,30	0,20	0,30	0,20	0,15	—	—	—
0,30	0,18	0,12	0,50	0,35	0,25	0,35	0,25	0,18	—	—	—
0,35	0,20	0,15	0,60	0,40	0,30	0,40	0,30	0,20	0,45	0,30	0,20
0,40	0,25	0,15	0,65	0,45	0,30	0,45	0,35	0,22	0,60	0,35	0,22
0,50	0,30	0,20	0,80	0,50	0,35	0,55	0,40	0,25	0,90	0,40	0,25
0,60	0,35	0,25	0,90	0,60	0,40	0,60	0,45	0,30	0,90	0,45	0,30
0,60	0,40	0,25	0,90	0,60	0,45	0,70	0,50	0,35	1,0	0,50	0,35
0,70	0,45	0,25	1,0	0,70	0,45	0,70	0,55	0,35	1,1	0,55	0,35
0,70	0,50	0,30	1,1	0,70	0,50	0,80	0,60	0,40	1,15	0,60	0,40
0,80	0,50	0,30	1,2	0,80	0,50	0,80	0,65	0,40	—	—	—
0,80	0,50	0,35	1,3	0,80	0,55	0,90	0,65	0,45	—	—	—
0,90	0,55	0,35	1,4	0,90	0,55	1,0	0,70	0,45	—	—	—

Продолжение табл. 324

Подачи, *мм/об*, при сверлении												
ковкого чугуна *HB* 60 и выше			чугуна *HB* до 170, бронзы, латуни, алюминия			чугуна *HB* 170 и выше					
						быстрорежущие сверла			сверла, оснащенные твердым сплавом Т15К6		
Группы подач											
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,90	0,55	0,35	1,5	0,90	0,60	1,0	0,70	0,50	—	—	—
1,0	0,65	0,40	1,5	1,0	0,60	1,0	0,80	0,50	—	—	—

Примечание. Подачи выбираются:

по группе I — при сверлении глухих отверстий — по пятому классу точности и грубее под последующее рассверливание или иную обработку;

по группе II — при сверлении глухих отверстий в деталях недостаточной жесткости (тонкостенные детали коробчатой формы, сверление в тонких выступающих частях детали и т. п.), сверлении отверстий для последующего нарезания резьбы метчиком, сверлении отверстий при последующей обработке зенкером с нормальной глубиной резания или двумя развертками;

по группе III — при сверлении глухих и сквозных отверстий и последующей обработке одним зенкером с малой глубиной резания или одной разверткой.

325. Скорости резания при сверлении углеродистой стали $\sigma_{вр}=55$ *кГ/мм²* сверлами из быстрорежущей стали с охлаждением

Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре сверла, *мм*										
	2	4	6	10	14	20	24	30	40	50	60
0,05	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,08	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,10	26	42	49	—	—	—	—	—	—	—	—
0,12	23	36	43	—	—	—	—	—	—	—	—
0,15	—	31	36	38	—	—	—	—	—	—	—
0,18	—	26	31	35	—	—	—	—	—	—	—
0,20	—	—	28	33	38	35	37	—	—	—	—
0,25	—	—	—	30	34	35	37	—	—	—	—
0,30	—	—	—	27	31	31	34	33	—	—	—
0,35	—	—	—	—	28	29	31	30	—	—	—
0,40	—	—	—	—	26	27	29	29	30	30	—
0,45	—	—	—	—	—	26	27	27	28	29	27
0,50	—	—	—	—	—	—	26	26	26	27	25
0,60	—	—	—	—	—	—	—	24	24	25	25

Продолжение табл. 325

Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре сверла, *мм*										
	2	4	6	10	14	20	24	30	40	50	60
0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	23	23	23
0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	22
0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21

326. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1								
Углеродистая сталь, $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*					Хромоникелевая и ванадиевая стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			
45	55	65	75	85	55	75	95	105
1,2	1,0	0,86	0,75	0,68	0,75	0,57	0,45	0,4

Продолжение табл. 325

Коэффициент K_1						
Чугуи (работа без охлаждения) *НВ*, *кГ/мм²*				Латунь	Бронза (работа без охлаждения)	Дюралюминий
150	170	190	210			
1,3	1,0	0,8	0,65	3,5	0,75	2,5

При обработке отбеленного чугуна твердостью до *НВ* 500 без охлаждения сверлом, оснащенным твердым сплавом Т15К6, средняя скорость резания 6—12 *м/мин*.

При сверлении закаленных сталей без охлаждения инструментом, оснащенным твердым сплавом Т15К6, средняя скорость резания составляет:

для сталей НВ до 300 . . . . . 29—25 *м/мин*

» » » » 450 . . . . . 15—20 »

» » » свыше 450 . . . . . 10—15 »

327. Коэффициент K_2, зависящий от материала сверла

Коэффициент K_2 для сверла из материала			
Р9, Р18	9ХС	У12А	оснащенных твердым сплавом Т15К6
1,0	0,7	0,5	2,0

328. Коэффициент K_3, зависящий от глубины сверления

Коэффициент K_3 при глубине сверления в диаметрах сверла (d)					
до 3 d	3—4d	4—5d	5—6d	6—8d	9—10d
1	0,8—0,9	0,7—0,8	0,65—0,7	0,6—0,65	0,5—0,6

Примечание. Сверление должно производиться прерывисто с выводом сверла через каждые 2—5 *мм*.

329. Коэффициент K_4, зависящий от стойкости сверла при обработке стали

Стойкость сверла, *мин*	Коэффициент K_4 при диаметре сверла, *мм*						
	до 5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60
15	0,83	0,92	0,96	1,04	1,15	1,25	—
25	0,75	0,83	0,86	0,94	1,04	1,12	1,21
45	0,67	0,74	0,80	0,89	0,95	1,04	1,14
55	—	0,71	0,80	0,85	0,91	1,0	1,09
75	—	0,67	0,73	0,80	0,86	0,94	1,03
85	—	0,65	0,71	0,78	0,84	0,92	1,0
100	—	0,63	0,68	0,76	0,81	0,89	0,97

330. Коэффициент K_5, зависящий от стойкости сверла при обработке чугуна

Стойкость сверла, *мин*	Коэффициент K_5 при диаметре сверла, *мм*						
	до 5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60
18	0,95	1,0	1,04	1,09	—	—	—
36	0,87	0,92	0,95	1,0	1,05	1,09	—
60	0,82	0,86	0,89	0,94	0,99	1,02	1,09
72	0,80	0,84	0,87	0,92	0,96	1,0	1,07
108	—	0,80	0,83	0,87	0,92	0,95	1,01
120	—	0,79	0,82	0,86	0,91	0,94	1,0
180	—	0,75	0,78	0,82	0,86	0,89	0,95

331. Подачи при рассверливании стали

Диаметр сверления, *мм*	Диаметр предварительно просверленного отверстия, *мм*	Подачи, *мм/об*, при рассверливании стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм*^{2}								
		до 60			65—90			95 и выше		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
25	10	0,8	0,40	0,25	0,8	0,35	0,25	0,8	0,30	0,20
	15	0,9	0,40	0,25	0,9	0,35	0,25	0,9	0,30	0,20
	10	0,9	0,45	0,30	0,9	0,45	0,25	0,9	0,40	0,25
30	15	0,9	0,45	0,30	0,9	0,45	0,25	0,9	0,40	0,25
	20	1,0	0,45	0,30	1,0	0,45	0,25	1,0	0,40	0,25
	15	1,0	0,55	0,35	1,0	0,50	0,30	1,0	0,45	0,30
40	20	1,0	0,55	0,35	1,0	0,50	0,30	1,0	0,45	0,30
	30	1,1	0,55	0,35	1,1	0,50	0,30	1,1	0,45	0,30
	20	1,1	0,65	0,40	1,1	0,55	0,35	1,1	0,50	0,30
50	30	1,1	0,65	0,40	1,1	0,55	0,35	1,1	0,50	0,30
	40	1,2	0,65	0,40	1,2	0,55	0,35	1,2	0,50	0,30
	30	1,2	0,70	0,45	1,2	0,65	0,40	1,2	0,55	0,35
60	40	1,3	0,70	0,45	1,3	0,65	0,40	1,3	0,55	0,35
	50	1,5	0,70	0,45	1,5	0,65	0,40	1,5	0,55	0,35

332. Подачи при рассверливании

Диаметр сверления, *мм*	Диаметр предварительно просверленного отверстия, *мм*	Подачи, *мм/об*, при рассв					
		до 160			160 и выше		
		Группы					
		I	II	III	I	II	III
25	10	0,9	0,40	0,25	0,9	0,35	0,25
	15	1,0	0,40	0,25	1,0	0,35	0,25
	10	1,0	0,45	0,30	1,0	0,45	0,25
30	15	1,0	0,45	0,30	1,0	0,45	0,25
	20	1,2	0,45	0,30	1,2	0,45	0,25
	15	1,2	0,55	0,35	1,2	0,50	0,30
40	20	1,2	0,55	0,35	1,2	0,50	0,30
	30	1,4	0,55	0,35	1,4	0,50	0,30
	20	1,4	0,65	0,40	1,4	0,55	0,35
50	30	1,4	0,65	0,40	1,4	0,55	0,35
	40	1,5	0,65	0,40	1,5	0,55	0,35
	30	1,5	0,70	0,45	1,5	0,65	0,40
60	40	1,5	0,70	0,45	1,5	0,65	0,40
	50	1,6	0,70	0,45	1,6	0,65	0,40

Примечание. Подачи выбираются:

по группе I — при обработке отверстий по пятому классу точности
верстий зенкером, резцом, расточной пластиной или развертками;

по группе II — при рассверливании отверстий для последующего
при рассверливании отверстий для последующей обработки одним зе
двумя развертками;

по группе III — при рассверливании отверстий для последующей о
резания или одной разверткой.

333. Скорости резания при рассверливании стали $\sigma_{вр} = 55$ *кГ/мм²* сверлами из быстрорежущей стали
(Работа с охлаждением)

Диаметр сверления, *мм*	Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре предварительно просверленного отверстия, *мм*					Диаметр сверления, *мм*	Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре предварительно просверленного отверстия, *мм*				
		10	15	20	30	40			10	15	20	30	40
25	0,2	46	50	—	—	—	40	0,2	—	41	44	30	—
	0,4	32	35	—	—	—		0,4	—	29	31	35	—
	0,6	27	29	—	—	—		0,6	—	24	25	29	—
	0,8	23	25	—	—	—		0,8	—	21	21	25	—
	1,0	—	22	—	—	—		1,0	—	18	19	22	—
								1,2	—	17	18	20	—
30	0,2	42	45	49	—	—	50	0,2	—	—	41	44	51
	0,4	30	32	34	—	—		0,4	—	—	29	31	36
	0,6	24	26	28	—	—		0,6	—	—	24	25	29
	0,8	21	22	24	—	—		0,8	—	—	20	22	25
	1,0	19	20	21	—	—		1,0	—	—	18	20	22
	1,2	17	18	19	—	—		1,2	—	—	16	18	20
								1,4	—	—	15	16	19

334. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1												
Углеродистая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*					Хромоникелевая и ванадневая стали $\sigma_{вр}$ *кГ/мм²*				Чугун (работа без охлаждения) *НВ*			
45	55	65	75	85	55	75	95	105	150	170	190	210
1,2	1,0	0,86	0,75	0,67	0,9	0,83	0,68	0,61	1,1	0,9	0,8	0,7

335. Коэффициент K_2, зависящий от материала сверла

Коэффициент K_2 для сверл из материала			
Р9	Р18	Х12М	У10А-У12А
1	0,95	0,75	0,45

Примечание.
Поправочные коэффициенты в зависимости от стойкости сверла те же, что у зенкеров.

Режимы резания при зенкеро

336. Подачи при зенкеровании стали, ковкого чугун

Диаметр зенкера, *мм*	Подачи, *мм/об*, при зенкеров						
	Сталь $\sigma_{вр}$ до 60 *кГ/мм²* латуни, дюралюминиа			Сталь $\sigma_{вр}$=65—90 *кГ/мм²*			Ста
	Группы подач						
	I	II	III	I	II	III	I
15	0,70	0,50	0,30	0,60	0,50	0,30	0,60
18	1,0	0,80	0,50	0,80	0,60	0,40	0,60
20	1,20	1,0	0,60	1,0	0,70	0,50	0,80
25	1,40	1,0	0,70	1,2	1,0	0,60	1,0
30	1,60	1,20	0,80	1,4	1,0	0,70	1,20
35	1,80	1,40	1,0	1,4	1,0	0,70	1,20
40	2,0	1,40	1,0	1,8	1,4	1,0	1,60
45	2,0	1,40	1,0	1,8	1,4	1,0	1,60
50	2,20	1,60	1,20	2,00	1,6	1,0	1,80
60	2,40	1,80	1,20	2,20	1,6	1,20	2,0
70	2,60	2,0	1,40	2,20	1,6	1,20	2,0
80	2,80	2,2	1,40	2,20	1,6	1,20	2,0

337. Подачи при зенкеровании чу

Диаметр зенкера, мм	Подачи, *мм/об*, при зенкерова								
	Ковкий чугун *НВ*≤161			Чугун *НВ* до 170, бронза, алюминий			Чугун *НВ*>17		
	Зенкеры из стали Р9, Р18								
	Группы подач								
	I	II	III	I	II	III	I	II	
15	0,70	0,50	0,30	1,20	1,0	0,60	0,80	0,60	0
18	0,80	0,60	0,40	1,40	1,0	0,70	1,00	0,70	0
20	1,0	0,80	0,50	1,60	1,20	0,80	1,20	1,0	0
25	1,40	1,0	0,70	2,0	1,60	1,0	1,60	1,20	0
30	1,60	1,20	0,80	2,20	1,60	1,20	1,80	1,40	1
35	1,80	1,40	1,0	2,60	2,0	1,40	2,0	1,60	1
40	2,0	1,60	1,0	2,80	2,20	1,40	2,20	1,60	1
45	2,0	1,60	1,0	3,0	2,20	1,60	2,40	1,80	1
50	2,20	1,80	1,20	3,0	2,20	1,60	2,40	1,80	1
60	2,40	1,80	1,20	3,50	2,60	1,80	2,60	2,0	1
70	2,60	2,0	1,40	4,0	3,0	2,0	3,0	2,20	1
80	2,80	2,20	1,60	2,50	3,50	2,20	3,50	2,60	1

Примечание. Подачи выбираются:

по группе I — при зенкеровании литых и прошитых отверстий без ботки отверстия зенкером, резцом, расточной пластинкой и развертках расточенного или просверленного отверстия с последующим применени

по группе II — при зенкеровании литых или прошитых отверстий по щее нарезание резьбы; при зенкеровании литых или прошитых отверс развертками, а также при обработке предварительно рассверленного ил щим применением одной развертки;

по группе III — при зенкеровании литых или прошитых отверстий ним зенкером с малой глубиной резания или одной разверткой.

338. Скорости резания при зенкеровании углеродистой стали $\sigma_{вр} = 55$ *кГ/мм²* зенкерами из быстрорежущей стали с охлаждением

Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре зенкеров, *мм*					
	цельных			насадных		
	15	25	35	45	60	80
0,30	46	—	—	—	—	—
0,40	40	—	—	—	—	—
0,50	36	31	—	—	—	—
0,60	33	29	29	—	—	—
0,70	31	27	27	20	—	—
0,80	—	25	25	19	—	—
1,0	—	22	23	17	15,5	—
1,2	—	20	20	15,5	14	12,5
1,4	—	19	19	14	13	12
1,6	—	—	17	13	12	11
1,8	—	—	—	12,5	11,5	10,5
2,0	—	—	—	12	11	10
2,2	—	—	—	11,5	10,5	9,5
2,4	—	—	—	—	—	9
2,6	—	—	—	—	—	8

Примечание. При работе насадными зенкерами диаметром до 35 *мм* скорость резания умножают на коэффициент 0,85.

339 Коэффициент K_2, зависящий от материала зенкера

Коэффициент K_2 для зенкеров из материала				
Р18	Х12М	9ХС	У12А, У10А	оснащенные твердым сплавом Т15К6
1,0	0,8	0,7	0,5	3,0

340. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1								
Углеродистая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*					Хромоникелевая и ванадиевая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			
45	55	65	75	85	55	75	95	105
1,2	1,0	0,86	0,75	0,68	0,75	0,57	0,45	0,4

Продолжение табл. 340

Коэффициент K_1						
Чугун (работа без охлаждения) *HB*				Латунь	Бронза (работа без охлаждения)	Дюралюмин
150	170	190	210			
1,3	1,0	0,8	0,63	3,5	0,75	2,5

341. Коэффициент K_3, зависящий от глубины зенкерования

Коэффициент K_3 при глубине зенкерования в диаметрах зенкера					
до 3 *d*	3—4 *d*	4—5 *d*	5—6 *d*	6—8 *d*	8—10 *d*
1	0,8—0,9	0,7—0,8	0,65—0,7	0,6—0,65	0,65—0,6

342. Коэффициент K_4, зависящий от стойкости зенкера при обработке стали

Стойкость зенкера, *мин*	Коэффициент K_4 при диаметре зенкеров, *мм*					
	цельных				насадных	
	до 20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—80
30	0,81	0,94	1,15	—	—	—
42	0,73	0,84	1,04	1,11	1,23	—
54	—	0,78	0,97	1,03	1,14	—
60	—	0,76	0,94	1,0	1,10	1,27
84	—	0,69	0,85	0,91	1,0	1,15
108	—	—	0,78	0,84	0,93	1,06

343. Коэффициент K_5, зависящий от стойкости зенкера при обработке чугуна

Стойкость зенкера, *мин*	Коэффициент K_5 при диаметре зенкеров, *мм*					
	цельных			насадных		
	до 20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—80
30	1,02	—	—	—	—	—
42	0,98	1,02	1,09	—	—	—
60	0,94	0,97	1,04	1,09	—	—
108	0,87	0,90	0,97	1,01	1,04	1,11

344. Режимы резания при зенкеровании фасок, бобышек и отверстий

Длина зенкерования, *мм*	Обрабатываемый материал							
	Углеродистая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			Хромоникелевая и ванадиевая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			Чугун *НВ*	
	45	65—75	85	55	75—85	85—105	от 150 до 180	от 180 до 220
	Скорость резания, *м/мин*							
	21	14	11	18	12	10	14,5	12
	Подача, *мм* на один оборот зенк							
15	0,21	0,13	0,11	0,10	0,094	0,092	0,27	0,19
20	0,26	0,18	0,14	0,12	0,096	0,093	0,35	0,24
25	0,30	0,23	0,18	0,15	0,098	0,096	0,40	0,28
30	0,34	0,26	0,21	0,18	0,10	0,096	0,45	0,32
35	0,37	0,30	0,24	0,21	0,12	0,098	0,50	0,35
40	0,41	0,33	0,27	0,24	0,14	0,10	0,54	0,38
45	0,44	0,36	0,29	0,26	0,15	0,11	0,58	0,41
50	0,47	0,38	0,32	0,28	0,17	0,12	0,61	0,44
55	0,49	0,41	0,34	0,30	0,19	0,13	0,64	0,46

Длина зенкерования, *мм*	Обрабатываемый материал							
	Углеродистая сталь $\sigma_{вр}$ *кГ/мм²*			Хромоникелевая и ванадиевая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			Чугун *НВ*	
	45	65—75	85	55	75—85	85—105	от 150 до 180	от 18 до 22
	Скорость резания, *м/мин*							
	21	14	11	18	12	10	14,5	12
	Подача, *мм*, на один оборот зе							
60	0,52	0,43	0,36	0,32	0,20	0,14	0,66	0,4
65	0,54	0,44	0,37	0,34	0,21	0,15	0,69	0,5
70	0,55	0,45	0,39	0,35	0,22	0,16	0,71	0,5
75	0,57	0,46	0,40	0,36	0,23	0,16	0,73	0,5
80	0,58	0,47	0,41	0,37	0,23	0,16	0,74	0,5
85	0,60	0,49	0,43	0,39	0,24	0,17	0,75	0,5
90	0,60	0,49	0,43	0,39	0,24	0,17	0,76	0,5

Примечание. При работе инструментом из малолегированной б
следует умножить на коэффициент 0,7—0,8, а при работе инструмеитом
ент 0,5.

Режимы резания при развертывании

345. Скорости резания при развертывании цилиндрических отверстий в углеродистой стали $\sigma_{вр}=55$ *кГ/мм²* развертками из быстрорежущей стали с охлаждением

Подача, *мм/об*	Скорости резания, *м/мин*, при диаметре разверток, *мм*							
	15	20	25	30	40	50	60	80
0,8	14,5	14	12,5	12,5	11,5	11,5	11,5	12
1,0	12,5	12	11	11	10	10	10	10
1,2	11	10,5	10	9,5	9	9	9	9
1,4	10,5	9,5	9	8,5	8	8	8	8,5
1,6	9	9	8,5	8	7,5	7,5	7,5	8
1,8	8,5	8	8	7	7	7	7	7
2,0	8	8	8	7	6,5	6,5	6,5	6,5
2,5	—	—	7	6	5,5	5,5	5,5	5,5
3,0	—	—	6	5	5	4	5	5
3,5	—	—	—	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5
4,0	—	—	—	4,3	4	4	4	4

346. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Углеродистая сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*					Хромоникелевая и ванадиевая стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			
45	55	65	75	85	55	75	95	105
1,2	1,0	0,86	0,75	0,68	0,75	0,57	0,45	0,4

Продолжение табл. 346

Чугун (работа без охлаждения) *НВ*				Латунь	Бронза (работа без охлаждения)	Дюралюмин
150	170	190	210			
1,3	1,1	0,85	0,7	3,5	0,75	2,5

347. Коэффициент K_2, зависящий от материала развертки

Коэффициент K_2 для разверток из материала		
Р18, Р9	Х12М, 9ХВГ	9ХС
1	0,8	0,7

348. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости развертки при обработке стали

Стойкость развертки, *мин*	Коэффициент K_3 для разверток диаметром, *мм*						
	15	20	25	30	35	40—45	60—80
12	1,19	1,26	—	—	—	—	—
18	1,07	1,14	—	—	—	—	—
24	1,0	1,06	1,15	—	—	—	—
30	0,92	1,0	1,09	1,12	1,19	—	—
36	0,90	0,96	1,04	1,07	1,14	1,19	—
42	0,87	0,92	1,0	1,03	1,09	1,14	1,19
48	0,84	0,89	0,97	1,0	1,06	1,11	1,15
54	0,82	0,86	0,94	0,97	1,03	1,07	1,12
60	0,80	0,84	0,91	0,95	1,0	1,05	1,09
72	—	0,80	0,87	0,90	0,96	1,0	1,04
84	—	0,77	0,84	0,87	0,92	0,96	1,0
96	—	0,75	0,81	0,84	0,89	0,93	0,97
108	—	—	0,79	0,82	0,86	0,90	0,94
120	—	—	0,77	0,80	0,84	0,88	0,91
150	—	—	0,73	0,75	0,80	0,83	0,86

349. Коэффициент K_4, зависящий от стойкости развертки при обработке чугуна

Стойкость развертки, *мин*	Коэффициент K_4 для разверток диаметром, *мм*						
	15—18	19—24	25—29	30—34	35—39	40—70	71—80
36	1,07	1,11	1,19	—	—	—	—
42	1,03	1,06	1,14	1,19	—	—	—
48	1,0	1,03	1,11	1,15	—	—	—
54	0,97	1,0	1,07	1,12	1,22	—	—
60	0,95	0,97	1,05	1,09	1,19	1,26	—
72	0,90	0,93	1,0	1,04	1,14	1,21	—
84	0,87	0,90	0,96	1,0	1,09	1,16	1,21

Продолжение табл. 349

Стойкость развертки, *мин*	Коэффициент K_4 для разверток диаметром, *мм*						
	15—18	19—24	25—29	30—34	35—39	40—70	71—80
90	0,85	0,88	0,95	0,98	1,07	1,14	1,19
96	0,84	0,87	0,93	0,97	1,06	1,12	1,17
108	0,82	0,84	0,90	0,94	1,03	1,09	1,14
120	0,80	0,82	0,88	0,91	1,0	1,06	1,11
150	0,75	0,77	0,83	0,86	0,95	1,0	1,05
180	0,72	0,74	0,80	0,83	0,90	0,96	1,0
210	0,69	0,71	0,77	0,80	0,87	0,92	0,96
240	0,67	0,69	0,74	0,77	0,84	0,89	0,93

350. Скорости резания и подачи при развертывании цилиндрических отверстий в стали и чугуне развертками с пластинками из твердого сплава

Диаметр развертки, *мм*	Скорости резания, *м/мин*		Подача, *мм/об*
	сталь конструкционная углеродистая $\sigma_{вр}$=69÷90 *кГ/мм²*	чугун серый *НВ* 150—220	
10—20	40—60	60—80	0,8—1,2
21—40			1,0—1,3
41—60	60—80		1,0—1,5
Св. 60			1,5—2

Примечания.

1. При развертывании стали необходимо применять обильное охлаждение сульфофрезолом.

2. При необходимости получения чистоты поверхности ▽ 7—▽ 9 скорости резания уменьшаются в 2—3 раза.

Режимы резания для фрезерных

351. Подачи при фрезеровании, *мм*

Вид инструмента	Подачи, *мм/зуб*, при гл			
	0,5—1,0	1—2	2—4	4—6
Фрезы цилиидрические с мелким зубом	0,05—0,08	0,05—0,08	0,03—0,05	0,015 0,03
Фрезы цилиндрические с крупным зубом	—	—	0,1—0,15	0,07- 0,1
Фрезы торцовые с мелким зубом	0,1—0,12	0,1—0,12	0,05—0,1	0,03- 0,0
Фрезы торцовые с крупиым зубом	—	—	0,1—0,15	0,07- 0,1
Фрезы дисковые трехсторонние с прямым зубом, цельные	—	0,05—0,08	0,04—0,05	0,025 0,04
Фрезы дисковые трехсторонние с разнонаправленным зубом, цельные	—	—	—	0,04- 0,06

Вид инструмента	Подачи, *мм/зуб*, при гл			
	0,5—1,0	1—2	2—4	4—6
Фрезы дисковые трехсторонние со вставными ножами	—	—	—	0,07-0,1
Фрезы концевые диаметром 6 *мм*	0,01—0,02	0,01—0,02	0,004—0,01	0,003 0,00
Фрезы концевые диаметром 10 *мм*	0,02—0,03	0,015—0,025	0,01—0,02	0,008 0,01
Фрезы концевые диаметром 20 *мм*	0,04—0,06	0,04—0,06	0,02—0,04	0,02-0,04
Фрезы концевые диаметром 40 *мм*	0,07—0,1	0,07—0,1	0,07—0,1	0,05-0,08
Фрезы прорезные	—	0,005—0,02	0,005—0,02	0,003 0,01
Фрезы фасонные незатылованные	0,04—0,1	0,04—0,1	0,03—0,1	0,02-0,08
Фрезы фасонные затылованные	0,05—0,1	0,05—0,1	0,05—0,1	0,04-0,07
Фрезы отрезные	—	—	—	0,02-0,03

Примечания.

1. Большие значения подач принимаются для меньших глубин и на

2. При прорезных и отрезных работах меньшие значения подач пр
большие значения — для фрез шире 2 *мм*. Подачи умножаются на по
условий обработки.

352. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь, латунь	Чугун, бронза	Легкие сплавы
1,0	1,25—1,5	1,5—2,0

353. Коэффициент K_2, зависящий от характера обработки

Коэффициент K_2 для обработки		
устойчивых деталей на продольно-фрезерных и портально-фрезерных станках	устойчивых деталей на станках типа 615, 6Г83 и более жестких	на станках типа 6Г82, 6Г81, а также неустойчивых деталей в нежестких приспособлениях на станках всех размеров
1,25—1,5	1,0	0,75—0,5

354. Подачи при обработке Т-образными фрезами из стали Р18 или Р9 (обрабатываемый материал — чугун *НВ* 180—220)

Диаметр фрезы, *мм*	14,5	17,5	21,5	25,5	29	32	35	38	42	49	55	63	73
Число зубьев	6		8				10				12		
Подача на зуб, *мм*	0,03			0,04				0,05					

355. Подачи при обработке фрезами из стали Р18 или Р9 канавок для сегментных шпонок (обрабатываемый материал — сталь $\sigma_{вр}=65 \div 85$ *кГ/мм*^{2})

Диаметр фрезы, *м*	13,3			16,3	
Число зубьев	6			8	
Ширина фрезы	2	3	4	3	4
Подача на зуб, *мм*	0,012	0,01	0,007	0,01	0,007

Продолжение табл. 355

Диаметр фрезы, *мм*	1,93			22,4		25,4
Число зубьев	8					
Ширина фрезы	3	4	5	4	5	6
Подача на зуб, *мм*	0,01	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01

356. Подачи при обработке за 1 проход концевыми шпоночными фрезами

Размеры фрезеруемых канавок, *мм*	ширина	3	4	5	6	8	10	12
	глубина	2	2,5	3	3	5,5	4	4,5
Подачи, *мм/мин*	вертикальная	32	25	24	21	18	16	15
	продольная	128	100	86	76	63	55	49

Продолжение табл. 356

Размеры фрезеруемых канавок, *мм*	ширина	16	18	20	24	28	32	36	40
	глубина	5	5,5	6	7	8	9	10	11
Подачи, *мм/мин*	вертикальная	14	13	12	11	10	9	9	9
	продольная	40	39	37	33	30	26	24	22

357. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 для обработки стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*		
до 65	65—80	свыше 80
1	0,7	0,45

358. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала			
Р9	Х12М	9ХВ1, ХВГ	9ХС
1	0,75	0,65	0,60

359. Подачи при работе на станках с маятниковой подачей

Размеры фрезеруемых канавок, *мм*								
	ширина	3	4	5	6	8	10	12
	глубина	2	2,5	3	3	3,5	4	4,5
Глубина резания, *мм*		0,3			0,4			
Продольная подача, *мм/мин*		275						

Продолжение

Размеры фрезеруемых канавок, *мм*									
	ширина	16	18	20	24	28	32	36	40
	глубина	5	5,5	6	7	8	9	10	11
Глубина резания, *мм*		0,5				0,6			
Продольная подача *мм/мин*		275							

360. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 для обработки стали $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*		
до 65	65	свыше 80
1	0,9	0,7

361. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала			
Р9	Х12М	9ХВГ, ХВГ	9ХС
1	0,75	0,65	0,6

362. Скорости резания при черновом фрезеровании цилиндрическими фрезами

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Подача на один зуб, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*			
				2	3—4	5—6	9—10
30—60	60	8	0,2—0,3	41—44	35—39	31—34	—
40—70	75	8	0,25—0,35	43—45	36—40	32—36	—
45—90	90	8	0,3—0,4	45—46	37—41	33—36	32—36
50—90	110	10	0,3—0,4	48—50	40—44	36—41	34—39
50—100	130	12	0,2—0,3	56—59	47—53	42—47	36—41

363. Скорости резания при чистовом фрезеровании цилиндрическими фрезами

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина резания, *мм*							
			0,3		0,5		1,0		1,5	
			Скорости резания, *м/мин*, при подаче на один зуб, *мм*							
			0,03	0,09	0,03	0,08	0,025	0,075	0,025	0,075
30	60	16	114	97	99	86	84	72	79	65
60		16	107	92	93	81	79	68	71	61
40	75	18	122	105	106	93	90	78	81	69
70			116	99	101	88	85	74	77	66
45	90	20	131	112	114	100	97	83	87	75
90			123	106	108	94	91	78	82	70
50	110	22	143	122	124	108	105	97	95	81
90			135	116	118	103	100	86	90	77
50	130	24	154	132	134	117	114	98	101	88
100			144	124	125	110	107	92	96	82

364. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1											
Углеродистая сталь					Хромоникелевая сталь				Чугун		
10—20	35	35 улучшенная	45	45 улучшенная	20ХН	Х4Н	Х4Н нормализованная	Х4Н улучшенная	*НВ* 90—180	*НВ* 180—210	*НВ* 210—230
0,97	1,13	0,63	1,0	0,55	1,2	0,75	0,6	0,55	0,55	0,4	0,35

365. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,1	0,85

366. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
180	240	360	600
1,0	0,92	0,86	0,7

367. Коэффициент K_4, при работе по корке

Коэффициент K_4	
Сталь	Чугун
0,9	0,5

369. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 при обработке								
Углеродистая сталь					Хромоникелевая сталь			
10—20	35	35 улучшенная	45	45 улучшенная	20ХН	Х4Н	Х4Н нормализованная	Х4Н улучшенная
0,93	1,13	0,63	1,0	0,55	1,1	0,7	0,56	0,52

368. Скорости резания при фрезеровании стали дисковыми трехсто

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина реза				
			5—8		10—12		
			Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	
8—16	60	10	0,15—0,13	51—45			
8—18	75	10	0,15—0,13	54—48			
10—20	90	12	0,20—0,15	52—48	0,15—0,13	44—43	
12—22	110	12	0,20—0,18	55—48	0,18—0,15	44	0
16—28	150	16	0,20—0,18	60—52	0,18—0,15	48—47	0
20—30	175	16	0,20—0,18	62—54	0,18—0,15	40—49	0
24—32	200	18	0,20—0,18	64—56	0,18—0,15	51	0

370. Коэффициент K_2, зависящий от материала ножей

Коэффициент K_2 для ножей из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,1	0,85

371. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
240	300	420	600
1,0	0,96	0,89	0,83

373. Коэффициент K_1, зависящий от твердости обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 при твердости чугуна *НВ*		
до 180	до 120	до 230
1,33	1,0	0,87

374. Коэффициент K_2, зависящий от материала ножей

Коэффициент K_2 для ножей из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,1	0,85

375. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
240	300	420	600
1,0	0,96	0,91	0,86

372. Скорости резания при фрезеровании чугуна дисковыми трехст

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина рез				
			5—8		10—12		
			Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	
8—16	60	10	0,30—0,26	65—60			
8—18	75	10	0,30—0,26	69—64			
10—20	90	12	0,40—0,30	65—63	0,30—0,26	59	
12—22	110	12	0,40—0,36	69—63	0,36—0,30	59	
16—28	150	16	0,40—0,36	74—67	0,36—0,30	62—63	
20—30	175	16	0,40—0,36	77—70	0,36—0,30	65—66	
24—32	200	18	0,40—0,36	79—72	0,36—0,30	67—68	

376. Скорости резания при фрезеровании шлицевым

Фрезы с мелким зубом					Фрезы с				
Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина резания 3—5 *мм*		Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	8—10	
			Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*				Подача на зуб, *мм*	Скоро резан *м/ми*
0,5	40	72	0,0032	161	1,0	60	40	0,004	88
1,0	40	72	0,001	121	2,0	60	40	0,01	56
1,0	60	76	0,0025	121	1,0	75	40	0,005	90
2,0	60	76	0,007	89	2,0	75	40	0,016	56
1,0	75	80	0,004	122	3,0	75	40	0,03	42
2,0	75	80	0,01	84	5,0	75	40	0,06	29
3,0	75	80	0,02	62	2,0	110	52	0,02	57
5,0	75	80	0,04	43	4,0	110	52	0,06	36
					5,0	110	52	0,08	30

377. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1								
Углеродистая сталь					Хромоникелевая сталь			
10—20	35	35 улучшенная	45	45 улучшенная	20ХН	Х4Н	Х4Н нормализованная	Х4Н улучшенная
0,93	1,13	0,63	1,0	0,55	1,1	0,7	0,56	0,52

378. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_1 для фрез из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,10	0,85

379. Коэффициент K_3*, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
100	180	300	360
1,0	0,82	0,70	0,66

* При работе по корке поправочный коэффициент $K_4=0{,}85$.

380. Скорости резания при черновом фрезеровании концевыми фрезами

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*	
				1,5—2,0	4,0—6,0
2—10	6	3	0,05	28—24	—
3—15	10	4	0,05	36—28	—
3—10	20	5	0,2	27—25	23—21
30	20	5	0,15	27—26	21
5—10	40	6	0,3	37—32	28
40—100	40	6	0,15	40—33	28

381. Скорости резания при чистовом фрезеровании концевыми фрезами

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*		
				0,3	0,5	1,0
2—10	6	4	0,05	43—39	38—32	31—27
3—15	10	4	0,05	61—52	48—41	39—34
3—10	20	5	0,08	68—70	59—52	49—43
30	20	5	0,08	54	47	39
5—10	40	6	0,12	82—77	72—67	59—55
40—100	40	6	0,12	67—61	58—53	48—44

382. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1											
Углеродистая сталь					Хромоникелевая сталь				Чугун *НВ*		
10—20	35	35 улучшенная	45	45 улучшенная	20ХН	Х4Н	Х4Н нормализованная	Х4Н улучшенная	до 180	180—210	210—230
0,93	1,15	0,63	1,0	0,55	1,1	0,7	0,56	0,52	1,7	1,3	1,1

383. Коэффициент K_3*, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мм*			
180	18	240	360
1,0	0,76	0,67	0,56

* При работе по корке поправочный коэффициент для стали $K_4=0,9$; для чугуна $K_4=0,5$.

384. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,1	0,85

385. Скорости резания при черновом фрезеровании торцовыми фрезами со вставными ножами из пластинок Р9 и Р18

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорости резания, *м/мин* при глубине резания, *мм*		
				1,5—2	4—5	6
25—35	50	10	0,2—0,15	42—45	39—43	—
40—50	75	10	0,2	43	40—39	—
45—60	90	12	0,2	43	10—39	—
55—75	110	12	0,3—0,2	37—34	34—38	36—38
75—100	150	16	0,3—0,2	36—39	34—38	36—38
100—135	200	20	0,24—0,16	40—43	37—42	39—42
150—200	300	30	0,16—0,11	47—51	44—49	47—49
200—270	400	40	0,12—0,08	54—62	50—60	53—59

386. Скорости резания при чистовом фрезеровании торцовыми фрезами со вставными ножами Р9, Р18

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*	
				0,5	1,0
25—35	50	10	0,15—0,1	51—58	49—56
40—50	75	10	0,15—0,1	52—60	50—57
45—60	90	12	0,15—0,1	53—60	50—57
55—75	110	12	0,15—0,08	53—71	51—67
75—100	150	16	0,10—0,06	63—75	60—72
100—135	200	20	0,08—0,05	73—79	70—75
250—200	300	30	0,05—0,03	81—88	77—84
100—270	400	40	0,04—0,02	85—96	81—92

387. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1											
Углеродистая сталь					Хромоникелевая сталь				Чугун *НВ*		
10—20	35	35 улучшенная	45	45 улучшенная	20ХН	Х4Н	Х4Н нормализованная	Х4Н улучшенная	до 180	до 210	до 230
0,93	1,13	0,63	1,0	0,55	1,1	0,7	0,56	0,52	1,46	1,1	0,96

388. Коэффициент K_2, зависящий от материала ножей

Коэффициент K_2 для ножей из материала		
Р18	Р9	Х12М
1,05	1,1	0,85

389. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
180	300	360	480—720
1,11	1,0	0,96	0,9—0,83

390. Коэффициент K_4, зависящий от угла в плане

Коэффициент K_4 при угле φ в плане, *град*			
90	60	30	10
0,89	1,0	1,18	1,5

391. Коэффициент K_5 при работе по корке

Коэффициент K_5	
Сталь	Чугун
0,72	0,5

392. Скорость резания при фрезеровании стали торцовыми фрезами с пластинками из твердого сплава Т15К6

Диаметр фрезы, *мм*	Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче, *мм*, на 1 зуб фрезы					
		0,07	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
80	1,5	398	352	316	282	249	220
	5,0	352	316	282	249	220	196
110	1,5	398	352	316	282	249	220
	5,0	352	316	282	249	220	196
150	5	352	316	282	249	220	196
	16	316	282	249	220	196	174

Продолжение табл. 392

Диаметр фрезы, *мм*	Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче, *мм*, на 1 зуб фрезы					
		0,07	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
200	5	336	298	266	236	209	186
	16	298	266	236	209	186	166
250	5	336	298	266	236	209	178
	16	298	266	236	209	186	158
320	5	332	286	252	226	199	178
	16	286	252	226	199	178	158
400	5	298	266	236	209	186	166
	10	266	236	209	186	166	116

393. Коэффициент K_2, зависящий от материала ножей

Коэффициент K_2 для ножей из материала	
Т15К6	Т15К10
1,0	0,65

394. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
180	300	360	480—720
1,0	0,92	0,87	0,76

395. Коэффициент K_4, зависящий от угла в плане φ

Коэффициент K_4 при угле φ в плане, *град*		
60—90	30—45	15
1,0	1,1	1,05

396. Коэффициент K_5 при работе по корке

Коэффициент K_5 для	
поковок или штамповок	отливок
0,9	0,8

397. Скорости резания при фрезеровании чугуна торцовыми фрезами с пластинками из твердого сплава ВК6

Диаметр фрезы, *мм*	Глубина резания, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при подаче *мм* на 1 зуб фрезы						
		0,1	0,13	0,18	0,26	0,36	0,5	0,7
75	6,5	260	232	—	—	—	—	—
	3,5	232	204	—	—	—	—	—
	7,5	204	181	—	—	—	—	—
90	8,5	260	232	204	—	—	—	—
	3,5	232	204	181	—	—	—	—
	7,5	204	181	162	—	—	—	—
110	1,5	228	203	180	158	—	—	—
	3,5	203	180	158	141	—	—	—
	7,5	180	158	141	126	—	—	—
150	1,5	228	203	180	158	141	—	—
	3,5	203	180	158	141	126	—	—
	7,5	180	158	141	126	112	—	—
200	1,5	228	203	180	158	141	126	—
	3,5	208	180	158	141	126	112	—
	7,5	180	158	141	126	112	100	—
250	3,5	185	165	145	148	115	102	90
	7,5	165	145	128	115	102	90	81
	16,0	145	128	115	102	90	81	72
300	3,5	172	153	136	121	107	96	86
	7,5	153	136	121	107	96	86	77
	16,0	136	121	107	96	86	77	68
350	3,5	172	153	136	121	107	96	85
	7,5	153	136	121	107	96	85	76
	16,0	136	121	107	96	85	75	68
400	3,5	154	137	122	108	97	86	76
	7,5	137	122	108	97	86	76	68
	16	122	108	97	86	76	68	60

398. Коэффициент K_2, зависящий от материала ножей

Коэффициет K_2 для ножей из материала	
ВК6	ВК8
1,0	0,8

399. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, *мин*			
180	300	360	480—720
1,25	1,0	0,88	0,80

400. Коэффициент K_4, зависящий от угла в плане φ

Коэффициент K_4 при угле φ в плане, *град*		
90	60	45—15
0,95	1,0	1,1

401. Коэффициент K_5, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности

Коэффициент K_5 при обработке поверхности	
без корки	с коркой
1,0	0,8

402. Подачи и скорости резания при фрезеровании легких

Вид обработки	Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина 2	
				Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
Черновая	30—100	63—100	8—10	0,2—0,4	206—145
Чистовая	30—100	63—100	8—10	0,06—0,09	490—340

403. Подачи и скорости резания при фрезеровании легких

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр. фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Черновая обработка			
			Глубина			
			1,5—2,0		4—8	
			Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
2—15	6—12	5—9	0,035—0,050	150—85	—	—
3—20	16—20	5—6	0,03—0,06	160—100	0,030—0,035	120—100
5—40	32—50	5	0,03—0,06	170—120	0,02—0,03	140—100

404. Подачи и скорости резания при трехсторонними фрезами

Ширина фрезерования, *мм*	Диаметр фрезы, *мм*	Число зубьев фрезы	Глубина 5—8	
			Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
8—20	60—90	10—12	0,15—0,20	190—155
12—32	110—180	12—20	0,18—0,20	225—160

Примечание. Скорости резания уменьшаются на поправоч алюминия и дуралюмина — 1,0; для силумина — 0,7—0,8.

сплавов цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали

резания, *мм*					
3—4		5—6		8—10	
Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
0,2—0,4	186—125	0,2—0,4	163—108	0,2—0,3	144—112
0,05—0,08	440—300	0,05—0,075	360—230	0,05—0,075	325—180

сплавов концевыми фрезами из быстрорежущей стали

Чистовая обработка					
резания, *мм*					
0,3		0,5		1,0	
Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
0,03—0,05	240—135	0,03—0,05	210—115	0,03—0,05	175—90
0,05—0,10	240—210	0,05—0,10	220—180	0,04—0,08	210—150
0,05—0,10	370—280	0,05—0,10	340—250	0,05—0,08	270—200

фрезеровании легких сплавов дисковыми из быстрорежущей стали

резания, *мм*					
10—12		15—20		30—40	
Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
—	—	—	—	—	—
0,15—0,18	180—122	0,07—0,10	185—150	0,02—0,05	161—150

ный коэффициент в зависимости от обрабатываемого материала: для

Режимы резания строгальных и долбежных работ

405. Скорости резания при обработке стали $\sigma_{вр}$ =50—65 *кГ/мм²* резцами из быстрорежущей стали Р9

Подача, *мм*, на 1 двойной ход	Скорости резания, *м/мин*, при глубине резания, *мм*									
	1,0	1,5	2	3	5	8	10	12	15	20
0,2	50	47	45	42	39	36	35	—	—	—
0,3	44,5	42	40	38	35	32,5	31,5	—	—	—
0,4	41	39	37	35	32,5	30	29	28	27,5	26
0,5	39	37	35	33	30,5	28,5	27,5	26,5	26	24,5
0,6	36,5	34,5	33	31,2	28,9	26,7	25,7	25	24	22,5
0,7	36	33	32	30	27,5	25,5	24,5	23,5	22,5	21,2
0,8	33,5	32	30,5	28,7	26,5	24,1	23,2	22,3	21,4	20
0,9	32,5	30,5	30	27,5	26,3	23,3	22	21,2	20,3	19
1,0	31,5	30	28,5	26,6	24,3	22,2	21,1	20,3	19,5	18
1,25	—	28	26,5	24,5	22,0	20,5	19	18,3	17,4	16
1,5	—	26	24,5	23	20,5	18,5	17,5	16,6	15,5	14,5
2	—	—	22	20,5	18,5	15,8	14,7	14	13	11,8
2,25	—	—	—	19	17	15	13,5	13	12	10,5
2,5	—	—	—	18	16	14	13	12	11	9,8
2,75	—	—	—	17,5	15	13	12	11,5	10,5	9
3,0	—	—	—	17	14,5	12,5	11,5	10,2	10	8

406. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1					
Сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			Чугун *НВ*		
40—50	50—65	65—75	120—160	160—200	200 и выше
1,26	1,0	0,84	0,82	0,65	0,48

407. Коэффициент K_2, зависящий от материала резца

Коэффициент K_2 для резца из материала		
Р9, Р18	оснащенных твердым сплавом при обработке	
	стали	чугуна
1,0	1,5—1,8	2,1—3,4

408. Подачи при чистовом строгании

Тип резца	Характер обработки	Глубина резания, *мм*	Подача, *мм*, за один двойной ход
Нормальный чистовой резец	Чистая, малозаметные следы обработки	До 1,0	0,25—0,8
	Чистая, грубые следы обработки под последующее шлифование	» 1,5	0,3—1,0
		» 2	0,5—1,5
Широкий резец	Под последующее шлифование	» 0,3	1—4
	Окончательная без последующего шлифования	» 0,3	1—6

Примечание. Большие значения подач рекомендуется брать при обработке крупных деталей резцами большого сечения, меньшие значения подач при обработке на поперечно-строгальных станках. Подачи умножаются на поправочный коэффициент.

409. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Чугун HB= =100—140 $кГ/мм^2$ Сталь $\sigma_{вр}$= =30—40 $кГ/мм^2$ Бронза $\sigma_{вр}$= =20—30 $кГ/мм^2$ Латунь и алюминий	Чугун HB= =140—180 $кГ/мм^2$ Сталь $\sigma_{вр}$= =40—70 $кГ/мм^2$ Стальное литье и бронза $\sigma_{вр}$=30 $кГ/мм^2$	Чугун HB= =180—220 $кГ/мм^2$ Сталь $\sigma_{вр}$=70 $кГ/мм^2$
1,0	0,8	0,6

Режимы резания при резьбонарезных работах

410. Скорости резания при нарезании резцами наружной треугольной резьбы на деталях из стали 45 с обильным охлаждением, *м/мин*

Диаметр резьбы, *мм*	Резьба по ОСТ НКТП			
	32		271	
	Скорость резания, *м/мин*, при нарезании			
	черновом	чистовом	черновом	чистовом
6—7	42,7		56,8	
8—9	38,0		42,7	
10—11	31,6		42,7	
12	29,8		38,0	

Продолжение табл. 410

Диаметр резьбы, *мм*	Резьба по ОСТ НКТП			
	32		271	
	Скорость резания, *м/мин* при нарезании			
	черновом	чистовом	черновом	чистовом
14—16	28,4		31,6	
18—22	38,1	70,2	31,6	
24—27	32,7	61,2	28,4	
30—33	32,1	54,5	28,4	
36—39	28,3	52,4	32,7	61,2
42—45	25,7	47,6	32,7	61,2
48—52	25,3	46,2	32,7	61,2
56—60	23,2	44,9	28,3	52,4
64—68	23,1	41,5	28,3	52,4
70—400	—	—	28,3	52,4

Примечание. Скорости резания даны для средней стойкости резцов, равной 60 *мин*. Для точных резьб применяют один-три зачистных прохода, которые производят при скорости резания 5 *м/мин*. Для нарезания резьбы по 3-му классу зачистные проходы не применять.

Скорости резания умножаются на поправочный коэффициент.

411. Коэффициент K_1, зависящий от материала резца

Коэффициент K_1 для резцов из материала		
Р9, Р18	Х12М, 9ХВГ, ХВГ	У12А, У10А
1	0,7	0,5

412. Скорость резания при нарезании наружной трапецеидальной резьбы на деталях из стали 45 с обильным охлаждением

Диаметр резьбы, *мм*	Скорость резания, *м/мин*, при нарезании		Диаметр резьбы, *мм*	Скорость резания, *м/мин*, при нарезании	
	черновом	чистовом		черновом	чистовом
10—14	49,2	49,2	62—82	23,4	72,8
16—20	41,5	41,5	85—115	20,2	
22—28	41,1		120—175	16,8	
30—42	35,4	72,8	180—230	15,4	59,4
44—60	27,9		240—300	15,1	

Примечание. Режимы даны для средней стойкости резцов, равной 60 *мин*. Последний чистовой проход является зачистным и производится при скорости 4 *м/мин*. Резьбы по 2-му классу точности нарезаются двумя-четырьмя зачистными проходами. Скорости резания умножаются на поправочные коэффициенты.

413. Коэффициент K_1, зависящий от материала резца

Коэффициент K_1 для резцов из материала		
Р9, Р18	Х12М, 9ХВГ, ХВГ	У12А, У10А
1	0,7	0,5

Примечание. При нарезании внутренней трапецеидальной резьбы скорость резания определяется путем умножения скорости резания для наружной резьбы на коэффициент 0,80—0,85 в зависимости от диаметра, длины и шага резьбы (большие значения принимают для больших диаметров).

414. Скорости резания при нарезании резцами с пластинками из твердого сплава наружной и внутренней резьбы

Нарезаемая резьба	Шаг резьбы, *мм*	Скорости резания, *м/мин* для обрабатываемого материала $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			
		55—62	63—70	70—80	81—90
Наружная	5	162	144	141	125
	2	150	133	130	116
	3	145	129	129	115
	4	142	127	123	109
	5	141	125	119	106
	6	138	123	117	104
Внутренняя	1,5	142	127	120	107
	2	131	117	110	98
	3	124	110	107	96
	4	119	106	101	90
	5	116	103	98	87
	6	113	101	96	85

415. Скорости резания при нарезании резьбы метчиком

Диаметр резьбы, *мм*	Обрабатываемый материал					
	Сталь $\sigma_{вр}$ от 15 до 65 *кГ/мм²*, медь и латунь		Сталь $\sigma_{вр}$ до 40 и свыше 65 *кГ/мм²*		Чугун, бронза и алюминиевые сплавы	
	Работа с охлаждением				Работа без охлаждения	
	Резьба по ОСТ НКТП					
	32	271	32	271	32	271
	Скорость резания, *м/мин*					
6	6,5	8	4,5	5,5	6	8
8	7,5	9	5	6,5	7	9

Продолжение табл. 415

Диаметр резьбы, *мм*	Обрабатываемый материал					
	Сталь $\sigma_{вр}$ от 15 до 65 *кГ/мм²*, медь и латунь		Сталь $\sigma_{вр}$ до 40 и свыше 65 *кГ/мм²*,		Чугун, бронза и алюминиевые сплавы	
	Работа с охлаждением				Работа без охлаждения	
	Резьба по ОСТ НКТП					
	32	271	32	271	32	271
	Скорость резания, *м/мин*					
10	8	11	5,5	7,5	8	10
12	9	12	6	8,5	9	11
14	9,5	12	6,5	8,5	10	12
16	11	14	7,5	10	11	14
18	11,5	16	8	11	12	16
20	12	18	8,5	12,5	13	16
22	13	20	9	14	13	18
24	13,5	20	9,5	14	13	18
27	14,5	20	10	14	14	20
30	15	20	10	14	14	20
36	16	20	11	14	15	20

Примечание. Режимы даны для средней стойкости метчиков, равной 90 *мин*. Скорости резания умножаются на поправочный коэффициент.

416. Коэффициент K_1, зависящий от материала метчика

Коэффициент K_1 для метчиков из материала	
Р9, Р18, Х12М, 9ХС	У10А, У12А
1,0	0,5

417. Скорости резания при нарезании резьбы плашками из стали У12А или У10А на деталях из стали 20 с обильным охлаждением

Диаметр резьбы, *мм*	Скорости резания, *м/мин* при нарезании резьбы по ОСТ НКТП		Диаметр резьбы, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при нарезании резьбы по ОСТ НКТП	
	32	271		32	271
6	2,4	3,4	20	3,4	6,3
8	2,6	3,4	22	3,4	6,2
10	2,8	4,5	24	3,0	4,9
12	2,9	4,3	27	3,5	5,7
14	2,9	4,1	30	3,3	6,4
16	3,4	4,9	—	—	—
18	3,1	5,6	—	—	—

418. Скорости резания при нарезании резьбы дисковыми фрезами

Точность резьбы	Обрабатываемый материал			
	Углеродистая сталь		Хромистая и хромоникелевая сталь	
	Подача на зуб	Скорость резания, *м/мин*	Подача на зуб	Скорость резания, *м/мин*
Резьба точная	0,03	35—50	0,03	28—40
Резьба средней точности	0,06		0,06	

Примечания.

1. Режимы даны при стойкости фрезы до 240 *мин*.
2. Режимы резания даны: для фрез Ø 70 *мм* с числом зубьев 38 для мелкой резьбы; для фрез Ø 90 *мм* с числом зубьев 28 для крупной резьбы.
3. Бо́льшие скорости брать при нарезании резьбы с мелким шагом, а меньшие скорости — при нарезании резьбы с крупным шагом.

419. Скорости резания при нарезании резьбы групповыми фрезами в стали 35 и 45 с обильным охлаждением сульфофрезолом

Диаметр резьбы			Шаг резьбы, *мм*	Число ниток на 1 дюйм	Диаметр фрезы, *мм*	Класс точности резьбы			
	ОСТ НКТП, *мм*					2-й		3-й	
ОСТ НКТП 1260, дюйм	32	271				Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
—	—	6	0,75	—	50	0,01	66,7	0,05	35,8
—	—	—	0,907	28	50	0,01	66,2	0,05	35,2
—	6	8,10	1,0	—	50	0,01	65,8	0,05	34,6
—	8	—	1,25	—	65	0,01	64,3	0,05	33,7
1/4	—	12	1,27	20	65	0,01	63,5	0,05	33,2
5/16	—	—	1,411	18	65	0,01	62,7	0,05	32,6
—	10	—	1,5	—	65	0,015	62,0	0,06	32,0
3/8	—	14—22	1,588	16	65	0,015	61,3	0,06	31,5
—	12	—	1,75	—	65	0,015	60,5	0,06	30,9
—	—	—	1,81	14	65	0,015	60,0	0,06	30,0
—	14,16	—	2,0	—	65	0,015	59,3	0,06	29,5
1/2	—	24—33	2,117	12	65	0,015	58,5	0,06	28,8
5/8	—	—	2,309	11	65	0,015	57,6	0,06	27,7
—	18,20	—	2,5	—	65	0,02	57,0	0,07	27,1
3/4	—	—	2,54	10	65	0,02	56,2	0,07	26,3
7/8	—	—	2,822	9	65	0,02	55,4	0,07	25,6

Продолжение табл. 419

Диаметр резьбы			Шаг резьбы, *мм*	Число ниток на 1 дюйм	Диаметр фрезы, *мм*	Класс точности резьбы			
						2-й		3-й	
ОСТ НКТП 1260, дюйм	ОСТ НКТП, *мм*					Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*	Подача на 1 зуб, *мм*	Скорость резания, *м/мин*
	32	271							
—	24,27	—	3,0	—	65	0,02	54,6	0,07	24,8
1	—	36—52	3,175	8	90	0,02	53,8	0,07	24,3
—	30	—	3,5	—	90	0,02	53,0	0,07	23,6
1 1/3	—	—	3,629	7	90	0,02	52,5	0,07	23,0
1 4/4	—								
—	36	—	4,0	—	90	0,02	51,9	0,07	22,2
1 1/2	—	56—400	4,233	6	90	0,02	50,5	0,07	21,4

420. Коэффициент K_1, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_1 при стойкости фрезы, *м/мин*									
60	80	120	180	240	300	360	480	600	720
1,5	1,27	1,0	0,78	0,66	0,58	0,52	0,43	0,38	0,34

421. Коэффициент K_2, зависящий от диаметра фрезы

Фактический диаметр фрезы, *мм*	Коэффициент K_2 при диаметре фрезы, *мм*		
	50	65	90
20	0,91	0,89	0,86
30	0,95	0,93	0,90
40	0,98	0,96	0,92
50	1,00	0,97	0,94
60	1,02	0,99	0,96
65	1,03	1,00	0,97
70	1,03	1,01	0,98
80	1,05	1,02	0,99
90	1,06	1,03	1,00

422. Коэффициент K_3, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_3 для фрез из материала			
Р9	Р18	Х12М	9ХВГ, ХВГ
1,0		0,8	0,7

Режимы резания при шлифовальных работах

Наружное круглое шлифование в центрах

423. Окружные скорости шлифовального круга

Обрабатываемый материал	Окружные скорости, *м/сек*	
	при обдирке	при отделке
Чугун	18—23	20—25
Сталь незакаленная	25—30	30—40
Сталь закаленная	25—30	30—40

Примечания. 1. Большие значения окружных скоростей приведены для шлифования с автоматической подачей.

2. При использовании твердых кругов окружную скорость во избежание нагрева обрабатываемой детали следует выбирать меньшую, чем при использовании мягких кругов.

424. Поперечные подачи (глубина шлифования) на каждый ход стола

Вид шлифования	Поперечная подача, *мм/ход*
Черновое	0,01—0,025
Чистовое	0,005—0,015

Примечания. 1. Поперечная подача выбирается независимо от обрабатываемого материала.

2. Большие значения следует принимать при продольной подаче меньше половины ширины шлифовального круга. Меньшие значения — при продольной подаче больше половины ширины круга.

3. При чистовом шлифовании меньшие значения принимать для небольших диаметров шлифуемой детали.

425. Продольные подачи круга на один оборот детали в долях ширины круга

Обрабатываемый материал	Диаметр обрабатываемой детали, *мм*	Продольная подача в долях ширины круга
Чугун	до 20	0,3—0,5
Сталь незакаленная	Свыше 20	0,85
	до 20	0,3—0,5

Продолжение табл. 425

Обрабатываемый материал	Диаметр обрабатываемой детали, *мм*	Продольная подача в долях ширины круга
Сталь закаленная	Свыше 20	0,75
	до 20	0,03—0,5
	Свыше 20	0,7

Примечания. 1. Табличные данные рекомендуются при черновом шлифовании. При чистовом шлифовании величина продольной подачи выбирается равной 0,2—0,3 в долях ширины круга, независимо от обрабатываемого материала и его диаметра.

2. Бо́льшие значения подач, приведенные в таблице, применяют при шлифовании тонких и длинных деталей. При этом во избежание коробления детали следует применять мягкие круги и работу производить с малой глубиной шлифования.

426. Окружные скорости обрабатываемой детали

Диаметр шлифуемой детали, *мм*	Продольная подача в долях ширины круга									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	Поперечная подача на один ход стола, *мм*									
	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
	Окружные скорости детали, *м/мин*									
20	29	13	21,5	9	17,5	7,8	14,5	6,5	12,5	5,6
40	35,5	16	26,5	11,8	21,5	9,6	17,8	7,9	15,2	6,8
60	40	18	30	13,5	24	10,8	20	9,0	17,2	7,7
80	44	19,5	33	14,5	26,5	11,8	22	9,8	18,8	8,4
100	47	21	35	15,5	28	12,5	23,5	10,5	20	9,0
140	52	23	39	17,2	31	14	26	11,5	22	7,3
200	57,5	25,5	43	19,2	35	15,5	29	12,8	25	8,2
250	61,5	27,5	46	20,5	37	16,5	31	13,8	26,5	8,7
300	65	29	49	21	39	17,5	32,5	14,5	28	9,2

Примечание. Окружные скорости детали умножаются на поправочные коэффициенты.

427. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь незакаленная	Сталь закаленная	Чугун
1,1	1,0	1,45

428. Коэффициент K_2, зависящий от стойкости круга

Коэффициент K_2 при стойкости круга, *мин*				
10	15	20	30	40
1,2	1,0	0,86	0,7	0,6

429. Коэффициент K_3, зависящий от характера шлифования

Коэффициент K_3 для шлифования	
Чернового	Чистового
1,0	0,8—0,9

Бесцентровое шлифование

430. Продольные подачи обрабатываемой детали при сквозном шлифовании

Диаметр шлифуемой детали, *мм*	Удвоенная глубина резания, *мм*	Угол поворота ведущего круга, *град*	Продольная подача детали, *мм/мин*	Скорость ведущего круга, *м/мин*
1—10	0,005—0,01	2	4200	120
10—30	0,01—0,02	2	3150	90
30—50	0,01—0,02	2	2450	70
50—75	0,01—0,02	2	1750	50

431. Поперечная подача (глубина шлифования) при врезном шлифовании

Диаметр детали, *мм*	До 10	11—20	21—30	31—40	Свыше 40
Удвоенная глубина шлифования, *мм*	0,003—0,006	0,003—0,0075	0,004—0,009	0,005—0,010	0,006—0,013

Примечание. Меньшие значения глубины шлифования брать при чистовой обработке, бо́льшие — при черновой.

432. Окружная скорость ведущего круга

Поперечная подача на 1 оборот детали, *мм*	Окружная скорость круга, *м/мин*, при диаметре детали, *мм*							
	15	20	30	40	50	60	70	80
0,002	28	31	34,5	38	40	43	45	46
0,004	18	19,8	22	24	26	17,5	29	30
0,006	14	15,2	17,2	18,8	20	21	22	23
0,008	11,8	12,8	14,5	15,5	16,8	17,8	18,5	19,5

Примечание. Окружные скорости ведущего круга умножаются на поправочные коэффициенты.

433. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь закаленная	Сталь незакаленная	Чугун
0,9	1,0	1,3

434. Коэффициент K_2, зависящий от стойкости шлифовального круга

Коэффициент K_2 при стойкости круга, *мин*				
10	15	20	30	40
1,2	1	0,85	0,7	0,6

ВНУТРЕННЕЕ ШЛИФОВАНИЕ

435. Окружные скорости шлифовального круга

Обрабатываемый материал	Окружные скорости, *м/сек*, при диаметре шлифовального круга, *мм*						
	до 8	9—12	13—18	19—22	28—30	31—41	50—95
Сталь и чугун	10	14	18	20	23	26	30

Примечания.

1. При шлифовании отверстий малых диаметров скорость круга принимается в пределах 25—30 *м/сек*.
2. При шлифовании с ручной подачей скорость круга принимается $<$ 25 *м/сек*.

436. Поперечные подачи (глубина шли

Черновое шлифование

Обрабатываемый материал	Поперечные подачи, *мм/дв.ход*, при диамет			
	20—40	41—70	71—100	
Сталь незакаленная	0,006—0,0075	0,001—0,012	0,012—0,015	0
Сталь закаленная	0,005—0,0075—0,01	0,01—0,013	0,013—0,015	0
Чугун и бронза	0,015—0,01	0,012—0,014	0,014—0,018	0

437. Поперечные подачи (глубина шли

Чистовое шлифовани

Обрабатываемый материал	Поперечные подачи, *мм/дв.ход*, при диамет			
	20—40	41—70	71—100	1
Все материалы	0,002—0,003	0,003—0,005	0,005—0,007	0,00

Примечания.

1. Большие подачи следует применять при жестких шпинделях и небо
2. При больших вылетах шлифовального шпинделя следует применять
3. С увеличением длины шлифуемого отверстия поперечные подачи с

438. Продольные подачи круга на один

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Продольные подачи круга в долях ш шлифуемого от		
		4:1	2:1	
Сталь	Черновая	0,75—0,6	0,7—0,6	0,
	Чистовая	0,25—0,4	0,25—0,4	0,2
Чугун и бронза	Черновая	0,8—0,7	0,7—0,65	0,6
	Чистовая	0,3—0,45	0,3—0,45	0,

Примечание. При жестких допусках на конусность продольные

439. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь закаленная	Сталь незакаленная	Чугун
0,9	1	1,3

440. Коэффициент K_2, зависящий от стойкости круга

Коэффициент K_2 при стойкости круга, *мин*					
2	3	5	7,5	10	15
1,3	1	0,7	0,6	0,5	0,4

441. Окружные скорости обрабатываемой детали

Диаметр шлифуемого отверстия, *мм*	Продольная подача а долях ширины круга									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	Поперечная подача *мм/дв. ход*									
	0,005	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
	Окружные скорости детали, *м/мин*									
20	43,5	23,2	18	—	14,7	—	12,5	—	10,9	—
30	53,2	28,6	22	—	18	—	15,3	—	13,3	—
40	61,5	32,8	25,4	—	20,8	—	17,6	—	15,3	—
50	68,5	36,6	28,4	—	23,2	—	19,7	—	17,1	—
60	75,5	40,2	31	16,7	25,4	13,7	21,6	11,6	18,8	10,1
70	81,5	43,5	33,6	18	27,6	14,8	23,4	12,6	20,3	10,9
80	87	46,5	36	19,3	29,4	15,8	25	13,4	21,8	11,7
90	92,5	49,2	38,2	20,4	31,2	16,7	26,6	14,2	23,2	12,5
100	97,5	52	40,2	21,5	32,8	17,6	28	15	24,2	13
140	115	61,5	47,5	25,4	38,8	20,8	33	17,7	28,8	15,4
200	137	73,5	56,5	30,4	46,5	25	39,4	21	34,2	18,4
250	154	82,5	63,5	34	52	28	44,2	23,6	38,4	20,6
300	168	90,5	69,5	37,4	57	30,5	26	42	22,6	—

Примечание. Окружные скорости приведены для черновой обработки незакаленной стали при стойкости круга 3 *мин*. Скорости умножаются на поправочные коэффициенты.

Плоское шлифование торцом круга на станках с прямоугольным столом

442. Вертикальная подача круга на проход (глубина шлифования)

Ширина шлифования	Вертикальные подачи круга, *мм*, при характере шлифуемой поверхности		
	прерывистой	сплошной поверхности устойчивых деталей	сплошной поверхности неустойчивых деталей и тонких
До 100	0,037	0,029	0,019
» 150	0,027	0,021	0,014
» 200	0,022	0,017	0,011
» 250	0,018	0,014	0,009
» 300	0,013	0,011	0,008
» 400	0,011	0,008	0,007
» 500	0,010	0,008	0,007

Примечание. Вертикальные подачи умножаются на поправочные коэффициенты, зависящие от условий обработки.

443. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь незакаленная	Сталь закаленная	Чугун и бронза
1	0,9	1,2—1,3

444. Скорость движения стола

Характер обработки	Обрабатываемый материал	Глубина шлифования, *мм*	Скорости движения стола, *м/мин*, при ширине шлифования, *мм*					
			100	150	200	300	400	500
Черновое шлифование	Сталь незакаленная	0,10	43,0	34,0	30,0	23,0	21,0	18,0
		0,15	39,0	23,5	21,0	17,0	15,5	14,2
		0,20	22,0	19,1	16,0	12,4	11,5	10,8
		0,30	15,0	12,3	10,1	8,0	7,4	7,0
		0,40	11,2	9,0	7,6	6,0	5,5	5,0
		0,50	9,0	7,2	6,0	4,8	4,4	4,0
		0,80	5,3	4,3	3,6	2,8	2,6	2,4
	Сталь закаленная	0,10	42,0	33,0	28,0	22,0	20,0	17,0
		0,15	27,0	22,0	18,0	14,5	13,2	12,2
		0,20	20,0	16,2	13,6	10,5	9,8	9,2
		0,30	12,7	10,4	8,6	6,8	6,3	5,9
		0,40	9,5	7,6	6,5	5,1	4,7	4,2
		0,50	7,6	6,1	5,1	4,0	3,7	3,4
		0,80	4,5	3,7	3,1	2,4	2,2	2,0

Продолжение

Характер обработки	Обрабатываемый материал	Глубина шлифования, *мм*	Скорости движения стола, *м/мин*, при ширине шлифования, *мм*					
			100	150	200	300	400	500
Черновое шлифование	Чугун и бронза	0,10	42,0	33,0	29,0	22,0	20,0	17,5
		0,15	28,0	23,5	19,0	15,3	14,0	12,8
		0,20	20,0	17,2	14,4	11,2	10,3	9,7
		0,30	13,5	11,1	9,1	7,2	6,7	6,3
		0,40	10,0	8,1	6,8	5,4	5,0	4,5
		0,50	8,1	6,5	5,4	4,3	4,0	3,6
		0,80	4,8	3,9	3,2	2,5	2,3	2,1
Чистовое шлифование	Все материалы	0,005—0,01	2—3					

Примечание. Значения скоростей движения стола приведены для шлифования сплошных поверхностей. При шлифовании прерывистых поверхностей скорости могут быть повышены на 10—15%.

Плоское шлифование торцом круга на станках с круглым столом

445. Вертикальная подача круга на оборот стола (глубина шлифования)

Ширина шлифования	Вертикальная подача круга, *мм*, при характере шлифуемой поверхности		
	прерывистой	сплошной поверхности устойчивых деталей	сплошной поверхности неустойчивых деталей и тонких
До 50	0,035	0,025	0,018
» 100	0,026	0,020	0,013
» 150	0,020	0,016	0,010
» 200	0,016	0,012	0,008
» 250	0,012	0,010	0,007
» 300	0,010	0,008	0,006
» 400	0,007	0,006	0,005
» 500	0,006	0,005	0,005

Примечание. Вертикальные подачи умножаются на поправочные коэффициенты.

446. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь незакаленная	Сталь закаленная	Чугун и бронза
1	0,9	1,2—1,3

447. Скорость вращения стола

Характер обработки	Обрабатываемый материал	Глубина шлифования, *мм*	Скорость вращения стола, *м/мин*, при ширине шлифования, *мм*							
			50	100	150	200	250	300	400	500
Черновое шлифование	Сталь незакаленная	0,005	68,5	42,2	31,8	25,9	22,1	19,5	15,9	13,7
		0,012	28,5	17,5	13,2	10,7	9,2	8,1	6,6	5,7
		0,015	22,8	14,0	10,5	8,6	7,4	6,5	5,3	—
		0,020	17,1	10,5	7,9	6,5	5,5	—	—	—
		0,030	11,4	7,0	5,3	—	—	—	—	—
		0,040	15,1	8,1	5,6	—	—	—	—	—
		0,050	12,1	6,4	—	—	—	—	—	—
	Сталь закаленная	0,005	—	64,8	46,0	34,7	28,4	24,1	18,5	15,2
		0,012	50,2	26,9	18,7	14,4	11,8	10,0	7,8	6,3
		0,15	40,2	21,5	15,0	11,5	9,5	8,0	6,2	—
		0,020	30,1	16,2	11,2	8,7	7,1	6,0	—	—
		0,030	20,1	10,7	7,5	5,8	—	—	—	—
		0,40	15,1	8,1	5,6	—	—	—	—	—
		0,050	12,1	6,4	—	—	—	—	—	—
	Чугун и бронза	0,005	68,3	36,6	25,5	19,6	16,1	13,6	10,5	8,5
		0,012	45,4	24,4	17,0	13,1	10,7	9,1	7,0	5,7
		0,015	35,9	19,2	13,8	10,3	8,4	7,1	5,5	
		0,020	29,8	16,0	11,1	8,6	7,0	5,9		
		0,030	23,5	12,6	8,8	6,7	5,5			
		0,040	19,7	10,5	7,3	5,7				
		0,050	17,3	9,2	6,4	4,9				
Чистовое шлифование	Все материалы	0,05—0,010	20,40							

Примечания.

1. Значения скоростей вращения стола приведены для шлифования сплошных поверхностей. При шлифовании прерывистых поверхностей скорости могут быть повышены.

2. При чистовом шлифовании меньшие значения скорости резания принимать для шлифования поверхностей шириной 200—300 *мм*, большие значения — для поверхностей шириной 100—200 *мм*.

3. Очень тонкую отделку рекомендуется производить при скорости стола 7—10 *м/мин*.

449. Скорости движения стола

Характер обработки	Поперечная подача в долях ширины круга	Скорость движения стола, *м/мин*, при вертикальной подаче на один поперечный ход круга, *мм*							
		0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,03	0,04	0,05
Черновое шлифование	0,3	67	39,5	29	23,0	20,0	17,5	14,0	11,8
	0,4	50	30	22	17,5	15,0	13,0	10,5	9,0
	0,5	40	23,5	17,5	14,0	12,0	10,2	8,0	7,0
	0,6	33	19,8	14,5	11,8	10,0	9,0	7,0	6,0
	0,7	28,5	17,0	12,5	10,0	8,0	7,0	6,0	5,0
Чистовое шлифование	0,005 —0,01	15—20							

Примечание. Скорости движения стола умножаются на поправочные коэффициенты, зависящие от условий обработки.

Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом

448. Вертикальная подача круга на проход (глубина шлифования) и поперечная подача

Характер обработки	Вертикальная подача, *мм*	Поперечная подача в долях ширины шлифовального круга
Черновое шлифование	0,015—0,040	0,4—0,7
Чистовое шлифование	0,005—0,010	0,25—0,35

450. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь закаленная	Сталь незакаленная	Чугун
0,9	1	1,3

451. Коэффициент K_2, зависящий от стойкости круга

Коэффициент K_2 при стойкости круга, *мм*				
10	15	20	30	40
1,3	1	0,8	0,6	0,5

Плоское шлифование периферией круга на станках с круглым столом

452. Вертикальная подача круга на проход (глубина шлифования) и поперечная подача

Характер обработки	Вертикальная подача, *мм*	Поперечная подача в долях единицы шлифовального круга
Черновое шлифование	0,010—0,025	0,3—0,6
Чистовое шлифование	0,004—0,008	0,25

453. Скорости вращения стола

Характер обработки	Глубина шлифования, *мм*	Скорость вращения стола, *м/мин*, при поперечной подаче в долях ширины круга				
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Черновое шлифование	0,100	61	45	35	29	24
	0,015	37	30	21	—	—
	0,020	26,5	—	—	—	—
	0,025	21,5	—	—	—	—
Чистовое шлифование	0,004—0,008	40—60				

Примечание. Скорости вращения стола умножаются на поправочные коэффициенты.

454. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1		
Сталь закаленная	Сталь незакаленная	Чугун и бронза
0,9	1,0	1,5

455. Коэффициент K_2, зависящий от стойкости круга

Коэффициент K_2 при стойкости круга, *мин*				
10	15	20	30	40
1,2	1	0,86	0,7	0,6

РЕЗЬБОШЛИФОВАНИЕ ОДНОНИТОЧНЫМИ КРУГАМИ

456. Окружные скорости обрабатываемой детали

Диаметр резьбы		Шаг резьбы		Глубина шлифования, *мм*		Окружная скорость детали, *м/мин*
мм	в дюймах	*мм*	число ниток на 1″	предварительного	чистового	
3—10	1/4—3/8	0,5—1,5	32—20	0,04	0,005—0,02	3,5
10—14	7/16—9/16	1,5—2	16—12	0,04		3,5
16—24	5/8—1	2—3	11—8	0,04		3
27—39	1—1 1/2	3—4	8—6	0,05		3
42—52	1 5/8—2	5—5,5	5—4,5	0,03		2,5

457. Скорости движения хонинговальной головки, *м/мин*

Движение головки	Скорости движения головки, *м/мин*, при обработке		
	чугуна	стали	
		сырой	закаленной
Вращение	60—75	45—60	20—35
Возвратно-поступательное движение	12—20	10—12	5—10

Режимы резания для зуборезных работ

458. Нарезание цилиндрических зубчатых колес с прямыми зубьями дисковыми фрезами с помощью делительной головки

Подачи

Модуль, *мм*	Подачи, *мм/мин*, при нарезании зубчатого колеса				
	Бронза средней твердости и латунь	Чугун *НВ* 150—180 и бронза твердая	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 20Х
1	565	400	268	183	107
1,5	463	323	200	150	87,7
2	401	284	190	130	75,9
2,5	358	253	170	116	67,7
3	327	231	155	106	61,9
3,5	302	214	143	97,9	57,2

Продолжение

Модуль, *мм*	Подачи, *мм/мин*, при нарезании зубчатого колеса				
	Бронза средней твердости и латунь	Чугун *НВ* 150—180 и бронза твердая	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 20Х
4	283	200	134	91,5	53,5
4,5	267	189	126	86,3	50,5
5	252	179	120	81,7	47,8
6	231	163	109	74,7	43,7
7	213	151	101	69,1	40,7
8	200	141	94,7	64,7	37,8
9	188	133	89,3	61,0	35,7
10	179	127	84,8	57,9	33,9
12	163	116	77,5	52,9	30,9
15	146	103	69,3	47,3	27,7

Примечание. При нарезании зубчатых колес с косыми зубьями подачи умножаются на поправочный коэффициент.

459. Коэффициент K_1, зависящий от наклона зубьев колеса

Коэффициент K_1 при угле наклона зубьев, *град*		
0—36	37—48	49—60
1	0,8	0,67

460. Скорости резания

Обрабатываемый материал	Скорость резания, *м/мин*
Бронза средней твердости и латунь	40,0
Чугун *НВ* 150—180 и бронза	25,0
Сталь 45	32,0
Сталь 40Х	30,0
Сталь 20Х	22,0

Примечание. Скорости резания умножаются на поправочные коэффициенты, зависящие от условий обработки.

461. Коэффициент K_1, зависящий от характера обработки зубьев

Коэффициент K_1 при зубонарезании	
предварительном	отделочном
1,0	1,25

462. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала				
Р9, Р18	Х12М	9ХВГ, ХВГ	9ХС	У12А, У10А
1,0	0,77	0,6	0,6	0,55

Нарезание цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами

463. Черновое нарезание двухзаходными фрезами. Скорости резания

Подача на один оборот заготовки, *мм*	Скорости резания, *м/мин*, при модуле нарезаемого зубчатого колеса, *мм*						
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
0,75	52	58,5	64,5	70	74,4	79,5	84
1	40,5	45,5	50	54,3	58	61,8	65
1,25	33,2	37,3	41	44,5	47,5	50,8	53,5
1,5	27,7	31	34,2	37,2	39,6	42,4	44,5
1,75	24,8	27,8	30,7	33,3	35,4	37,9	40
2	22	24,8	27,2	29,6	31,5	33,6	35,5
2,25	19,8	22,2	24,5	26,6	28,3	30,2	31,9
2,5	—	20,3	22,3	24,2	25,8	27,8	29,2
2,75	—	18,8	20,6	22,4	24	25,6	27
3	—	—	19	20,6	22	23,5	24,8
3,5	—	—	—	18	19,2	20,5	21,6
4	—	—	—	—	17,1	18,2	19,3

Примечание. Скорости резания умножаются на поправочные коэффициенты, зависящие от условий обработки.

464. Коэффициент K_1, зависящий от обрабатываемого материала

Коэффициент K_1 для стали		
45	40Х	20Х, 12ХН3
1,0	0,9	0,75

465. Коэффициент K_2, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_2 для фрез из материала	
Р9	Р18
1,0	0,95

466. Коэффициент K_3, зависящий от стойкости фрезы

Коэффициент K_3 при стойкости фрезы, мин				
120	180	300	420	540
1,21	1,0	0,79	0,67	0,59

467. Чистовое нарезание однозаходными фрезами со шлифованным профилем. Подачи

Материал	Подачи, *мм/об*, при модуле, *мм*							
	2	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Сталь 20Х, 40Х, 45, 35 и 20	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,8	2,0
Чугун *НВ* 180—220	1,5	1,8	1,8	2,0	2,2	2,2	2,4	2,6

Примечание. При нарезании зубчатых колес с косыми зубьями подачи умножаются на поправочные коэффициенты.

468. Коэффициент K_1, зависящий от угла наклона зубьев

Коэффициент K_1 при угле наклона зубьев, *град*										
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0,98	0,96	0,94	0,90	0,86	0,82	0,77	0,70	0,64	0,57	0,50

469. Скорости резания

Материал нарезаемого зубчатого колеса	Скорости резания, *м/мин*, при модуле, *мм*						
	2	3	4	5	6	8	10
Сталь 45, 40Х	70	80	80	90	90	100	100
Сталь 20Х	80	90	90	100	100	100	100
Чугун	30	35	35	35	35	35	35

Примечание. Скорости резания умножаются на поправочный коэффициент.

470. Коэффициент K_1, зависящий от материала фрезы

Коэффициент K_1 для фрез из материала	
Р9	Р18
1,0	0,94

Нарезание цилиндрических зубчатых колес с прямыми зубьями долбяками

471. Черновое нарезание.

Подачи

Модуль, *мм*	Подачи, *мм/дв. ход*, при нарезании зубчатого колеса			
	Сталь $\sigma_{вр}$, *кГ/мм²*			Чугун *НВ* 180—210
	40—60	60—80	свыше 80	
2	0,37	0,31	0,27	0,42
3	0,30	0,26	0,22	0,38
4	0,26	0,22	0,19	0,31
5	0,23	0,19	0,17	0,28
6	0,20	0,17	0,15	0,26

Примечание. Подачи при врезании (радиальные) принимаются 0,2 от табличной. При нарезании зубчатых колес косыми зубьями подачи умножаются на поправочный коэффициент.

472. Коэффициент K_1, зависящий от угла наклона спирали

Коэффициент K_1 при угле наклона спирали, *град*				
10	20	30	45	60
1,0	0,99	0,98	0,96	0,93

473. Чистовое нарезание. Подачи

Характер обработки	Материал нарезаемого зубчатого колеса	Подача, *мм/дв. ход*, долбяка
Чистовое нарезание	Сталь Чугун	0,25—0,30 0,35
Нарезание под шевингование	Сталь Чугун	0,28—0,34 0,40

474. Скорости резания, *м/мин*

Материал нарезаемого зубчатого колеса	Сталь $\sigma_{вр}$=40—60 *кГ/мм*^{2}	Сталь $\sigma_{вр}$=60—80 *кГ/мм*^{2}	Сталь $\sigma_{вр}$=80—100 *кГ/мм*^{2}	Чугун *НВ* 180—210
Скорость резания при черновой обработке	40	36	32	35
Скорость резания при чистовой обработке	48	43	38	42

Примечание. Скорости резания умножаются на поправочные коэффициенты.

475. Коэффициент K_1, зависящий от угла наклона зубьев

Коэффициент K_1 при угле наклона зубьев, *град*				
10	20	30	45	60
0,98	0,94	0,86	0,70	0,50

476. Коэффициент K_2, зависящий от материала долбяка

Коэффициент K_2 для материала	
Г9	Р18
1,0	0,94

477. Закругление торцов зубьев зубчатых колес пальцевой фрезой

Режимы резания

Число оборотов фрезы в минуту	Максимальная скорость резания, *м/мин*	Круговая подача, *мм*, на один оборот фрезы по делительной окружности
1580—2500	45—75	0,3—0,6

Шевингование при обработке сталей 35, 40Х, 2ХН3 и чугуна *НВ* 180—200 дисковым шевером из стали Р18

478. Режимы резания

Скорость резания, *м/мин*	Окружная скорость шевера, *м/мин*	Продольная подача за один оборот обрабатываемого зубчатого колеса, *мм*	Вертикальная подача за один ход, *мм*	Производительность шевера до перетачивания, шт
От 34 до 45	От 130 до 145	От 0,15 до 0,4	От 0,02 до 0,08	Чугунные зубчатые колеса от 400 до 600, прочие от 800 до 1500

479. Число ходов стола

Припуск на толщину зуба, *мм*	Число ходов стола на полную обработку зубчатого колеса, включая калибровку зубьев	Припуск на толщину зуба, *мм*	Число ходов стола на полную обработку зубчатого колеса, включая калибровку зубьев
До 0,1	4	0,15—0,2	7
0,1—0,15	6	0,2—0,25	8

Нарезание конических зубчатых колес с прямыми зубьями из стали 12ХН3, 20Х, 6120, двумя резцами из стали Р18 или Р9 методом обкатки с делением

480. Черновое нарезание

(Рекомендуемая средняя скорость резания 18 *м/мин*, стойкость резцов до перетачивания 3 *ч*)

Число ходов в минуту	Длина зуба, *мм*	Время на обработку одного зуба, *сек*, при модуле, *мм*				
		0,5—0,75	1—1,25	1,5—1,75	2	2,25—2,5
795	5	2,4	2,4	2,9	3,5	4,2
795	8	3,5	4,2	4,2	5,1	6,4
795	10	5,1	6,4	6,4	7,6	9,2
795	13	6,4	7,6	7,6	9,2	11,3
643	16	7,6	11,3	11,3	13,8	13,8
643	19	9,2	13,8	13,8	13,8	16,7
517	22	11,3	13,8	13,8	16,7	20,2

481. Чистовое нарезание

(Рекомендуется средняя скорость 20 *м/мин*)

Число ходов в минуту	Длина зуба, *мм*	Время на обработку одного зуба, *сек*, при модуле, *мм*				
		0,5—0,75	1—1,25	1,5—1,75	2	2,25—2,5
795	5	2,9	3,5	3,5	4,2	4,2
795	8	2,9	3,5	3,5	4,2	4,2
795	10	2,9	3,5	3,5	4,2	4,2
795	13	2,9	3,5	3,5	4,2	4,2
795	16	3,5	4,2	5,1	5,1	6,4
795	19	3,5	4,2	5,1	5,1	6,4
643	22	4,2	5,1	6,4	6,4	7,6

Нарезание конических зубчатых колес с прямыми зубьями из чугуна *НВ* 190—225 двумя резцами из стали Р18 или Р9 методом обкатки с делением

482. Черновое нарезание

(Рекомендуемая средняя скорость резания 14 *м/мин*, стойкость резцов до перетачивания 3 *ч*)

Число ходов в минуту	Длина зуба, *мм*	Время на обработку одного зуба, *сек*, при модуле, *мм*				
		0,5—0,75	1—1,25	1,5—1,75	2	2,25—2,5
795	5	2,9	2,4	2,0	1,64	1,64
795	8	4,2	3,5	2,9	2,4	2,0
517	10	5,1	4,2	4,2	3,5	2,4
413	13	7,6	5,1	5,1	4,2	2,9
283	16	9,2	7,6	6,4	5,1	4,2
237	19	11,3	9,2	7,6	6,4	5,1
237	22	11,3	11,3	9,2	7,6	6,4

483. Чистовое нарезание
(Рекомендуемая средняя скорость резания 16 *м/мин*)

Число ходов в минуту	Длина зуба, *мм*	Время на обработку одного зуба, *сек*, при модуле, *мм*				
		0,5—0,75	1—1,25	1,5—1,75	2	2,25—2,5
795	5	2,4	2,0	1,64	1,64	1,64
795	8	2,9	2,4	2,0	1,64	1,64
795	10	2,9	2,4	2,0	1,64	1,64
643	13	3,5	2,9	2,4	2,0	1,64
643	16	3,5	2,9	2,4	2,0	1,64
517	19	4,2	3,5	2,9	2,4	2,0
413	22	5,1	4,2	3,5	2,9	2,4

Протягивание прямых зубьев конических зубчатых колес дисковой резцовой головки методом копирования с делением

484. Черновое и чистовое круговое протягивание

Модуль *мм*	Время на обработку одного зуба *сек*								
	Сталь 45 и 40Х			Сталь 20Х и 12ХН3			Чугун *НВ* 180—200		
	Нарезание за один проход начисто	Нарезание начерно	Нарезание начисто	Нарезание за один проход начисто	Нарезание начерно	Нарезание начисто	Нарезание за один проход начисто	Нарезание начерно	Нарезание начисто
2	0,5	—	—	0,8	—	—	0,5	0,7	0,4
3	0,75	—	—	1,25	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5
4	1,25	0,7	0,5	1,8	0,9	0,6	0,8	1,0	0,6
5	1,75	0,9	0,6	—	1,3	0,8	1,1	1,2	0,8
6	2,25	1,1	0,8	—	1,7	1,1	1,3	1,5	1,0
7	—	1,3	1,0	—	2,1	1,4	1,6	—	—
8	—	1,7	1,25	—	1,6	1,7	2	—	—
9	—	2,1	1,5	—	3,2	2,0	2,5	—	—
10	—	2,4	1,75	—	—	2,4	3	—	—

Нарезание конических зубчатых колес с круговыми (спиральными) или полоидными зубьями

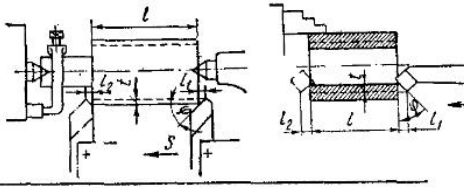
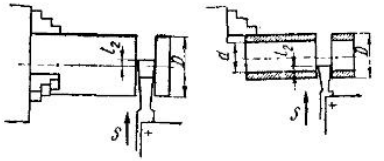
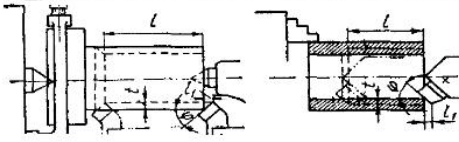
485. Черновая обработка

Модуль, *мм*	Время на обработку одного зуба, *сек*			
	Сталь 20Х, 6120, 12ХН3, 2315		Чугун *НВ* 190—225	
	Число зубьев колеса			
	z=10 и больше	z=9 и меньше	z=10 и больше	z=9 и меньше
3	5,5	12	5,5	10
4	6	12	5,5	10
5	7	12	6	10
5,5	9	15	7	12
6	12	17,5	9	15
6,5	16	24	12	17,5
7	20	32	16	24
7,5	24	45	20	32
8	34	60	24	45

486. Чистовая обработка

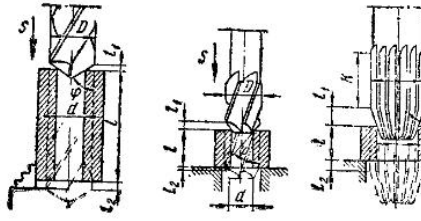
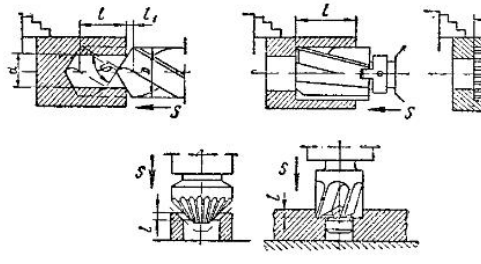
Модуль, *мм*	Время на обработку одного зерна, *сек*								
	Сталь 12ХН3, 20Х, 6120, 2315					Чугун *НВ* 190—225			
	Специальный резец		Обычный метод обработки		Число зубьев z=9 и меньше с обработкой каждой стороны зуба отдельно	Специальный резец		Обычный метод обработки	
	Обработка за один проход начерно и начисто	Обработка обеих сторон за один проход (ведомые зубчатые колеса)	Число зубьев z=10 и больше	Число зубьев z=9 и меньше	Обработка специальной головкой с удвоенным числом зубьев	Обработка за один проход начерно и начисто	Обработка обеих сторон за один проход	Число зубьев z=10 и больше	Число зубьев z=9 и меньше
			на каждую сторону зуба					на каждую сторону зуба	
2	17,8	14,6	14,6	20,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
2,5	20,6	20,6	20,6	24,7	20,6	17,8	14,6	14,6	14,6
3	20,2	24,7	24,7	32,3	24,7	20,6	14,6	14,6	17,8
3,5	36,9	24,7	24,7	32,3	24,7	24,7	17,8	17,8	20,6
4	—	32,3	32,3	32,3	24,7	32,3	17,8	17,8	20,6
5	—	32,3	32,3	36,9	32,8	36,9	20,6	20,6	24,7
5,5	—	32,3	32,3	36,9	32,8	—	20,6	20,6	24,7
6	—	36,9	36,9	42,2	36,9	—	24,7	24,7	32,3
6,5	—	36,9	36,9	42,2	36,9	—	24,7	24,7	32,3
7	—	42,2	42,2	42,2	36,9	—	32,3	32,3	36,9
7,5	—	58,5	58,5	58,5	42,2	—	36,9	36,9	42,2
8	—	71,5	58,5	58,5	42,2	—	42,2	36,9	42,2
8,5	—	71,5	58,5	58,5	42,2	—	50,7	36,9	50,7

487. Расчетные формулы для определения технологическ при различных видах обработки

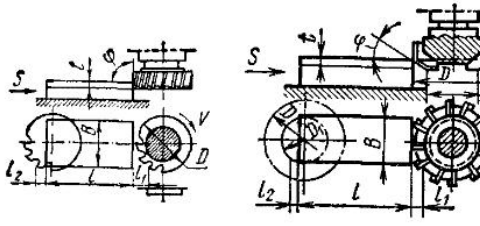
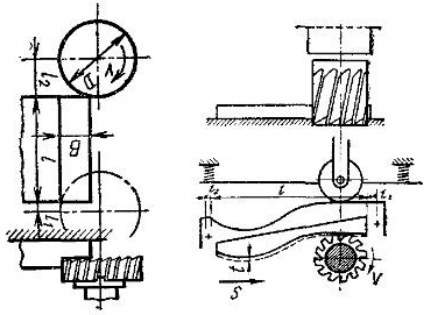
Вид обработки	Эскиз
	Токарные работы
Точение и растачивание на проход	
Отрезание и подрезание на проход	
Точение или растачивание до упора или до уступа	

Одновременная обработка нескольких поверхностей

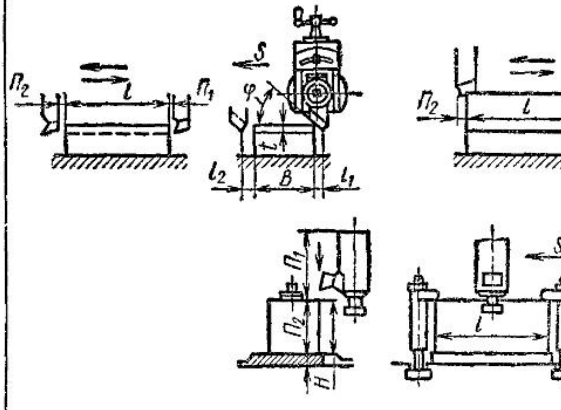
Сверлильные работ

Вид обработки	Эскиз
Сверление, рассверливание, зенкерование и развертывание на проход	
Рассверливание, зенкерование, развертывание в упор, зенкование и цекование	

Фрезерование цилиндрическими, концевыми и дисковыми фрезами

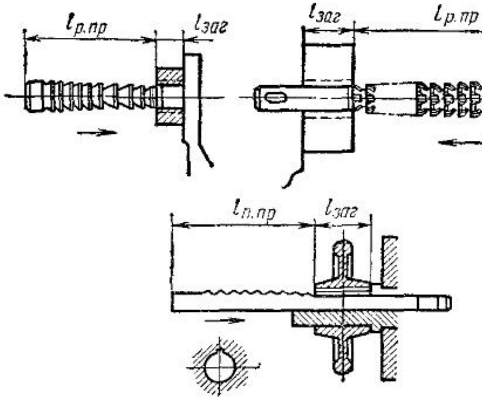
Вид обработки	Эскиз
Симметричное фрезерование торцевыми и концевыми фрезами	
Несимметричное фрезерование торцевыми и концевыми фрезами	

Фрезерование канавок шпоночатыми фрезами

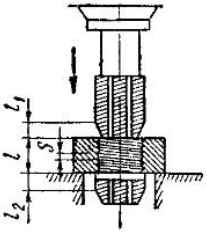
Вид обработки	Эскиз
	Строгальные и долбежные
Строгание и долбление плоскостей, пазов и шпоночных канавок	

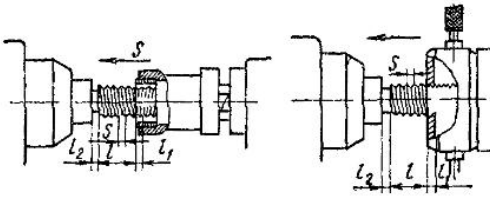
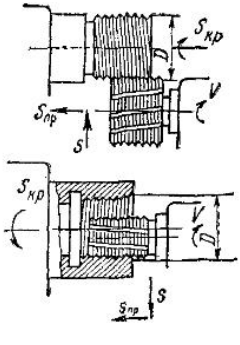
Протяжные работы

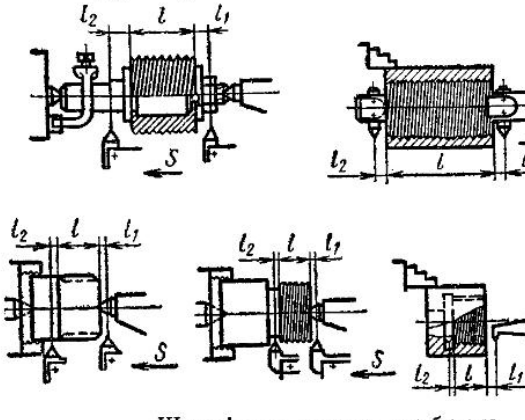
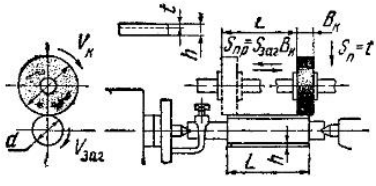
Протягивание отверстий, шлицев и шпоночных пазов



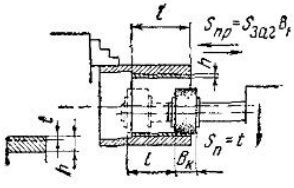
* $П_1+П_2$ принимаются для продольно-строгальных станков при длине строгани до 325 *мм*; для поперечно-строгальных и долбежных станков при длине строгания

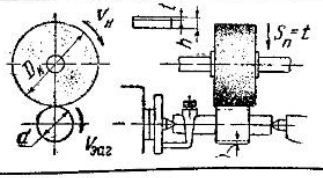
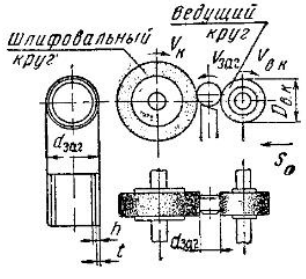
Вид обработки	Эскиз
Резьбонарезные работ	
Нарезание резьбы метчиком	

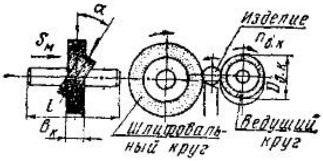
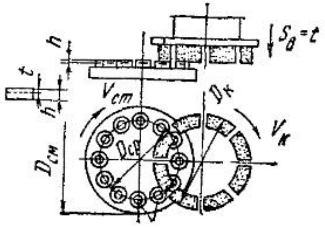
Нарезание резьбы плашками и вниторезными головками	
Нарезание резьбы резьбовой фрезой	

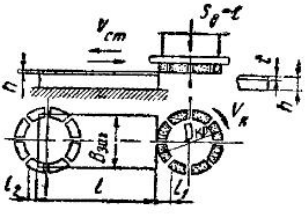
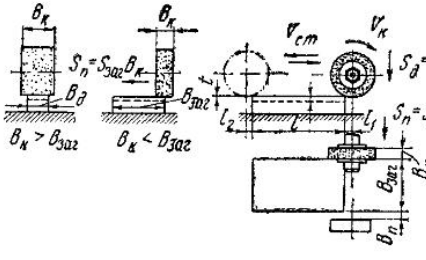
Вид обработки	Эскиз
Нарезание резьбы резцом на токарных станках	
Шлифовальные работы	
Наружное круглое шлифование в центрах методом продольной подачи	

Внутреннее шлифование с продольной подачей

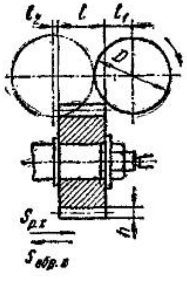


Вид обработки	Эскиз
Наружное круглое шлифование в центрах методом врезания	
Наружное бесцентровое шлифование методом врезания	

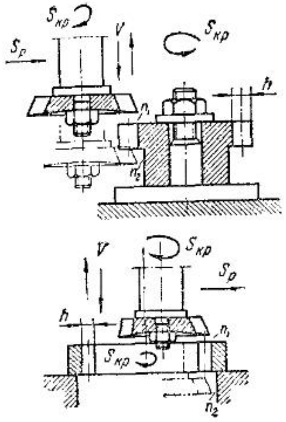
Наружное бесцентровое шлифование на проход	
Плоское шлифование торцом круга на станках с круглым столом	

Вид обработки	Эскиз
Плоское шлифование торцом круга на станках с прямоугольным столом	
Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом	

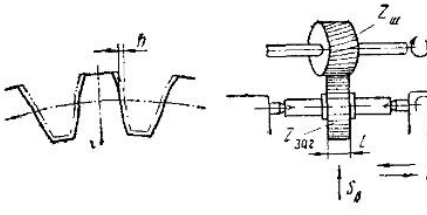
Доводка отверстий хонингованием

Вид обработки	Эскиз
Зуборезные работы	
Нарезание цилиндрических зубчатых колес модульной дисковой фрезой	

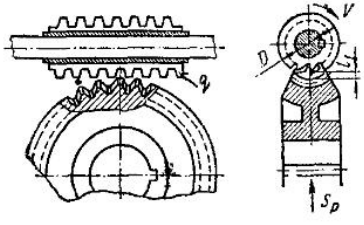
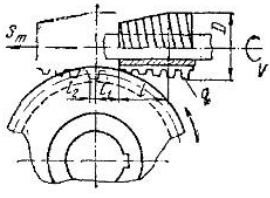
Нарезание цилиндрических зубчатых колес модульной червячной фрезой

Вид обработки	Эскиз
Нарезание цилиндрических зубчатых колес дисковым долбяком	

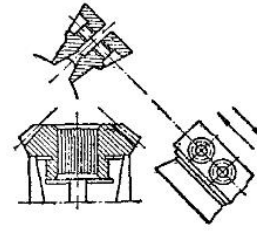
Шевингование цилиндрических зубчатых колес дисковым шевером

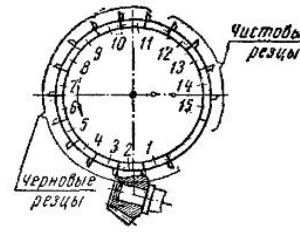


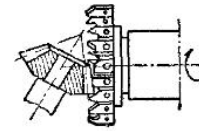
* $П_1+П_2$ принимается при нарезании зубчатых колес с прямым зубом до $M=2$-$M=2\div6$ *мм*, свыше $M=2$ до $M=8$ от 6 до 12 *мм*.

Вид обработки	Эскиз
Нарезание червячных зубчатых колес методом радиальной подачи	
Нарезание червячных зубчатых колес методом тангенциальной подачи	

Нарезание конических колес резцами методом кругового протягивания и резьбовыми головками







Расчет технологического (машинного) рабочего времени

Технологическое время характеризует то время, в течение которого осуществляется изменение формы, размеров и качества поверхности обрабатываемой детали.

Основными предпосылками для сокращения продолжительности технологического времени являются:

1. В условиях, когда скорость резания ограничивается мощностью станка, для уменьшения продолжительности обработки необходимо увеличить глубину резания и подачу, т. е. работать с возможно бо́льшим сечением стружки.

2. Для уменьшения продолжительности обработки необходимо работать с возможно большими подачами, а не большими глубинами, как это бывает в тех случаях, когда скорость резания ограничивается инструментом.

3. Применять возможно большие подачи следует в том случае, когда скорость резания, допускаемая мощностью станка, ниже скорости резания, допускаемой инструментом, т. е. когда мощность станка меньше требуемой мощности резания, при которой используется скорость, допускаемая резцом.

Для всех видов работ, выполняемых на металлорежущих станках, технологическое время выражается формулой

$$T_т = \frac{L}{S_м} \cdot i \ мин.$$

При выборе скорости резания учитываются глубина резания и подачи. Число оборотов или двойных ходов n в минуту инструмента или изделия определяется исходя из расчетной (технологической) скорости резания.

Число оборотов в минуту (для токарных, фрезерных, сверлильных и других станков с вращательным движением)

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \ об/мин.$$

Число двойных ходов (для долбежных, зубодолбежных, зубострогальных и других станков с возвратно-поступательным движением)

$$n = \frac{v \cdot 1000}{2L} \ дв.\ ход/мин,$$

где L — полная длина хода детали или инструмента в направлении рабочего движения в *мм*, состоящая из длины обрабатываемой поверхности и перебегов инструмента в начале и конце хода.

Число двойных ходов (для шепингов, продольно-строгальных и других станков)

$$n = \frac{v \cdot 1000}{Z\left(1 + \frac{v_р}{v_о}\right)} \ дв.\ ход/мин,$$

где $v_р$ — скорость рабочего хода, *м/мин*,

$v_о$ — скорость обратного хода, *м/мин*.

Расчетное число оборотов или двойных ходов может не совпадать с имеющимися на станке, в этом случае выбирается ближайшее значение.

Из формулы технологического времени следует, что при заданных режимах обработки технологическое время уменьшается с увеличением пути $S_м$, проходимого инструментом или обрабатываемой деталью в направлении подачи в 1 минуту.

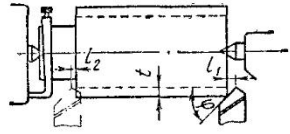
Технологическое время подсчитывается отдельно для каждого перехода в операции механической обработки.

Врезание и перебег инструмента

Величины перебега инструмента или детали при работе на станках с возвратно-поступательным движением приведены в табл. 489, 490, 491, 492.

Величины врезания и перебега при работе на сверлильных станках указаны в табл. 493, 494, 495.

488. Величина врезания и перебега при работе на токарных станках

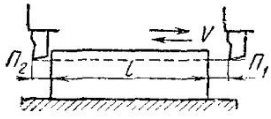


Глубина нарезания, *мм*	Величина врезания, l_1, *мм*, при главном угле φ, *град*								Величина перебега l_2, *мм*
	10	15	20	30	45	60	75	95	
1	5,7	3,7	2,7	1,7	1	0,6	0,3	0	1
2	11,3	7,5	5,5	3,5	2	1,2	0,6	0	1
3	17	11,2	8,2	5,2	3	1,7	0,8	0	2
4	22,6	14,9	11	6,9	4	2,3	1,1	0	2
5	28,4	18,6	13,7	8,7	5	2,9	1,3	0	2
6	34	22,4	16,5	10,4	6	3,5	1,6	0	2
7	40	26	19,2	12,1	7	4	1,9	0	2
8	45,2	29,8	22	13,8	8	4,6	2,1	0	3
9	51	33,6	24,7	15,7	9	5,2	2,4	0	3
10	57	37,3	27,4	17,3	10	5,8	2,7	0	3
11	—	—	30	19	11	6,3	3	0	3
12	—	—	33	20,8	12	6,9	3,2	0	3
13	—	—	36	22,5	13	7,5	3,5	0	3
14	—	—	37,5	24,2	14	8,1	3,8	0	3
15	—	—	41,4	26	15	8,7	4	0	3
16	—	—	—	27,8	16	9,2	4,3	0	3
17	—	—	—	29,5	17	9,8	4,6	0	3

Продолжение табл. 488

Глубина нарезания, *мм*	Величина врезания, l_1 *мм*, при главном угле φ, *град*								Величина перебега l_2, *мм*
	10	15	20	30	45	60	75	95	
18	—	—	—	31,2	18	10,4	4,8	0	3
19	—	—	—	32,9	19	11	5,1	0	3
20	—	—	—	34,5	20	11,5	5,4	0	3
25	—	—	—	43,3	25	14,4	6,7	0	5
30	—	—	—	52	30	17,3	8,1	0	5
40	—	—	—	69	40	23	11	0	5

489. Продольно-строгальные станки

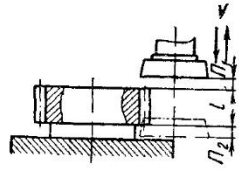


Длина строгания, *мм*	Перебег стола $П_1+П_2$, *мм*
До 2000	200
Свыше 2000 до 4000	200—325
» 4000 » 6000	300—375
» 6000 » 10000	390—475

490. Поперечно-строгальные станки

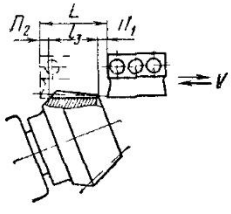
Длина строгания, *мм*	Перебег инструмента $П_1+П_2$, *мм*
До 100	35
Свыше 100 до 200	50
» 200 » 300	60
» 300	75

491. Зубодолбежные станки

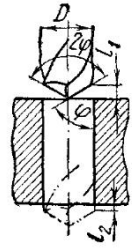


Модуль, *мм*	Колесо с прямым зубом	Колесо с косым зубом	
		15°	30°
	Перебег инструмента $П_1 + П_2$, *мм*		
До 2	5	5	6
3	5	6	7
4	5	7	8
5	5	8	10
6	6	8	10
8	6	10	12

492. Зубострогальные станки

Эскиз	Модуль, *мм*	Перебег резцов $П_1+П_2$, *мм*
	До 5	10
	Свыше 5 до 10	15
	» 10 » 15	20
	» 15 » 20	25

493. Сверление в сплошном материале



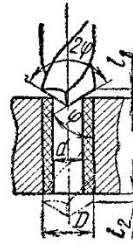
Диаметр D сверла, *мм*	Обрабатываемый материал					Величина перебега l_2, *мм*
	Эбонит, целлулоид	Сталь, чугун, твердая бронза	Красная медь	Латунь, мягкая бронза	Алюминий, баббит	
	Главный угол φ, *град*					
	45	59	62,5	65	70	
	Величина врезания l_1, *мм*					
2	1	0,62	0,52	0,46	0,36	0,5
3	1,5	0,93	0,78	0,69	0,54	0,5
4	2	1,2	1	0,92	0,72	1
5	2,5	1,5	1,3	1,2	0,9	1
6	3	1,9	1,6	1,4	1,1	1
8	4	2,5	2,1	1,8	1,4	1
10	5	3,1	2,6	2,3	1,8	1,5
12	6	3,7	3,1	2,8	2,2	1,5
14	7	4,3	3,6	3,2	2,5	1,5
16	8	5	4,2	3,7	2,9	1,5
18	9	5,6	4,7	4,1	3,2	2
20	10	6,2	5,2	4,6	3,6	2
22	11	6,8	5,7	5,1	4	2
24	12	7,4	6,2	5,5	4,3	2
26	13	8,1	6,8	6	4,7	2
28	14	8,7	7,3	6,4	5	2,5
30	15	9,3	7,8	6,9	5,4	2,5
32	16	10	8,3	7,4	5,8	2,5
34	17	10,6	8,8	7,8	6,1	2,5
36	18	11,2	9,3	8,3	6,5	2,5
38	19	11,8	9,9	8,7	6,8	3
40	20	12,4	10,4	9,2	7,2	3
45	22,5	14	11,7	10,3	8,1	3
50	25	15,5	13	11,5	9	3
55	27,5	17	14,5	12,7	9,9	3
60	30	18,6	15,6	13,8	10,8	3

Примечания.

1. При работе сверлами с двойной заточкой величина врезания l_1 увеличивается на 1—4 *мм* в зависимости от диаметра сверла.

2. При сверлении в упор величина перебега $l_2=0$.

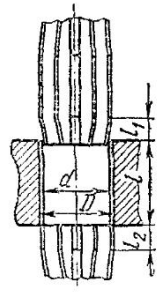
494. Рассверливание на проход



Глубина резания $t=\frac{D-d}{2}$, *мм*	Обрабатываемый материал: Эбонит, целлулоид	Сталь, чугун, твердая бронза	Красная медь	Латунь, мягкая бронза	Алюминий, баббит	Величина перебега, *мм*
	Главный угол φ, *град*: 45	59	62,5	65	70	
	Величина врезания l, *мм*					
2	2	1,2	1,04	0,94	0,72	1
3	3	1,8	1,6	1,4	1,1	1
4	4	2,4	2,1	1,9	1,4	1
5	5	3,1	2,6	2,3	1,8	2
6	6	3,6	3,1	2,8	2,2	2
8	8	4,9	4,2	3,8	2,9	2
10	10	6,1	5,2	4,7	3,6	2
12	12	7,3	6,2	5,6	4,3	2
14	14	8,5	7,3	6,6	5	3
16	16	9,7	8,3	7,5	5,8	3
18	18	11,0	9,4	8,5	6,5	3
20	20	12,2	10,4	9,4	7,2	3
25	25	15,4	13,0	11,7	9	3

Примечание. При рассверливании в упор величина перебега $l_2=0$.

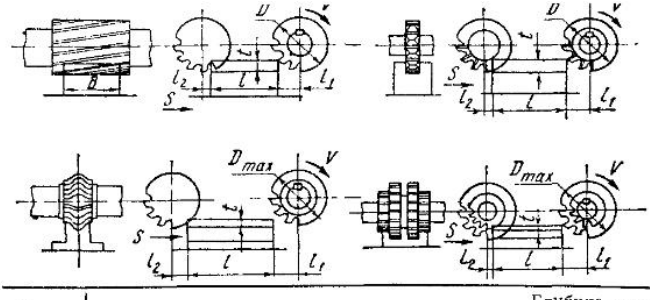
495. Величина врезания и перебега при зенкеровании и развертывании



Глубина резания $t = \frac{D-d}{2}$, *мм*	Главный угол φ, *град*								Диаметр инструмента, *мм*	Величина перебега l_2, *мм*, при зенкеровании
	3	5	12	15	30	45	60	75		
	Величина врезания l_1, *мм*									
0,05	0,95	0,57	0,24	0,19	—	0,05	—	—	5	1
0,1	1,9	1,1	0,47	0,37	—	0,1	—	—	6	1
0,125	2,4	1,4	0,59	0,48	—	0,125	—	—	8	1
0,15	2,9	1,7	0,71	0,56	—	0,15	—	—	10	1,5
0,2	3,8	2,4	0,95	0,75	—	0,2	—	—	12	1,5
0,25	4,8	2,9	1,2	0,92	—	0,25	—	—	14	1,5
0,3	5,7	3,4	1,4	1,1	—	0,3	—	—	16	1,5
0,4	—	—	—	—	—	0,4	—	—	18	2
0,5	—	—	—	—	0,87	0,5	0,29	0,13	20	2
0,6	—	—	—	—	1	0,6	0,35	0,16	25	2
0,7	—	—	—	—	1,2	0,7	0,40	0,19	30	2,5
0,8	—	—	—	—	1,4	0,8	0,46	0,21	35	2,5
0,9	—	—	—	—	1,6	0,9	0,52	0,24	40	3
1	—	—	—	—	1,7	1	0,58	0,27	45	3
1,5	—	—	—	—	2,6	1,5	0,87	0,4	50	3
2	—	—	—	—	3,5	2	1,2	0,54	55	3
2,5	—	—	—	—	4,3	2,5	1,4	0,67	60	3
3	—	—	—	—	5,2	3	1,7	0,81	65	4
4	—	—	—	—	6,9	4	2,3	1,1	70	4

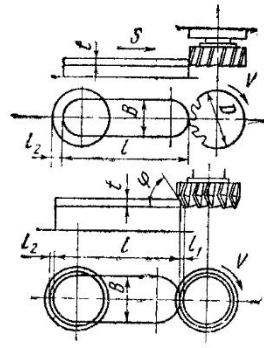
Примечания.

1. При обработке в упор величина перебега $l_2 = 0$.
2. Величина перебега l_2 при развертывании равна 0,3—0,5 длины калибрующей части развертки.



Диаметр фрезы, D, мм	Глубина резания, t, мм									
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10
	Величина врезания, l_1, мм									
35	4	5,9	8	9,8	11,2	12,3	—	—	—	—
40	4,5	6,3	8,7	10,5	12	13	—	—	—	—
45	4,8	6,7	9,3	11,3	12,9	14	15,3	—	—	—
50	5	7	9,8	11,8	13,6	15	16,3	17,3	18,3	20
60	5,5	7,7	10,3	13	15	16,6	18	19	20,4	22,3
75	6,1	8,6	12	14,7	17	18,7	20,4	21,8	23,2	25,5
90	6,7	9,4	13,3	16,2	18,6	20,6	22,5	24	25,6	28,3
110	7,4	10,5	14,7	17,9	20,6	22,9	25	26,9	28,6	31,6
130	8,1	11,4	16	19,5	22,5	25	27,3	29,4	31,3	34,6
150	8,6	12,2	17,2	21	24,2	26,9	29,4	31,6	33,7	37,4
175	9,3	13,4	18,5	22,8	25,9	28,9	32	34,2	36,9	40,8
200	10	14,1	19,9	24,3	28	31,2	34,2	36,8	39,2	43,6
225	10,7	15	21,2	25,8	29,8	34,2	36,6	39,2	41,5	46,3
250	11,2	15,7	22,2	27,3	31,4	35	38,2	41,3	44	49
300	12,2	17,3	24,4	29,8	34,5	38,4	42	45,5	48,2	54

497. Величина врезания l_1 и перебега l_2

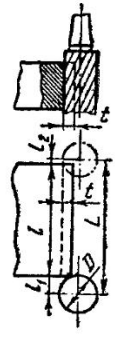


Диаметр фрезы D, мм	Ширина фрезеруемой											
	8	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120
	Величина врезания											
10	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	1,1	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0,8	1,4	4,5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	1	2	3,8	6,7	15	—	—	—	—	—	—
35	—	—	1,8	3,2	5,7	8,15	—	—	—	—	—	—
40	—	—	1,5	2,7	4,4	6,8	20	—	—	—	—	—
45	—	—	1,3	2,3	3,8	6,2	12,2	—	—	—	—	—
50	—	—	1,2	2,1	3,4	5	10	25	—	—	—	—
60	—	—	1	1,7	2,8	4	7,5	13,4	30	—	—	—
75	—	—	—	1,4	2,2	3,3	5,8	9,5	15	—	—	—
90	—	—	—	1	1,8	3	4,5	7,5	11,5	25	—	—
110	—	—	—	—	1,5	2	4	6	9	17	32	—
130	—	—	—	—	1,1	1,7	3,2	5	7,3	13,5	23,5	40
150	—	—	—	—	1,1	1,5	2,8	4,3	6,8	11,5	19,5	30
175	—	—	—	—	1	1,2	2,2	3,5	5,5	9,5	5,5	23,7
200	—	—	—	—	—	1,2	2	3	4,8	8,2	13,2	20
225	—	—	—	—	—	—	—	2,5	4	7,5	11,5	17
250	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	6,5	10,5	15,5
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,5	8,5	12,5
350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10,5
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	9
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

при обработке торцовыми фрезами

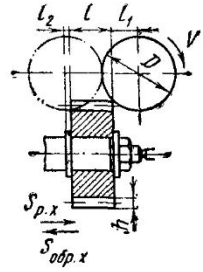
Длина плоскости B, мм												Величина перебега l_2, мм
140	160	180	220	225	250	300	350	400	450	500	600	
l_1, мм												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
35	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
28,5	40	56	100	—	—	—	—	—	—	—	—	4
24,5	33,5	44,5	60,5	112,5	—	—	—	—	—	—	—	4
21,5	29	38	50	70,5	125	—	—	—	—	—	—	4
17,5	23	30	33	52	67	150	—	—	—	—	—	5
15	19,5	25	31	46	52,5	85	—	—	—	—	—	5
12,5	16	21	27	35	44	67,5	104	200	—	—	—	5
—	15	18	23	30	37,6	57	84	116	—	225	—	5
—	—	—	21	27	34	50	71	100	—	141	250	5
—	—	—	17	22	28	40	56	77	—	102	134	6

498. Величина врезания и перебега при работе концевыми фрезами



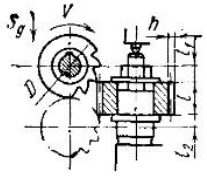
Диаметр фрезы D, *мм*	Глубина резания t, *мм*										Величина перебега l_2, *мм*
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	
	Величина врезания l_1, *мм*										
3	1,1	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
4	1,3	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
6	1,7	2,2	2,8	—	—	—	—	—	—	—	0,5
8	1,9	2,6	3,5	3,9	—	—	—	—	—	—	1
10	2,2	3	4	4,6	—	—	—	—	—	—	1
12	2,4	3,4	4,5	5,2	5,7	—	—	—	—	—	1
14	2,6	3,6	4,9	5,8	6,3	7,1	—	—	—	—	1
16	2,8	3,9	5,3	6,3	6,9	7,4	7,8	—	—	—	1
18	3	4,1	5,7	6,7	7,5	8,1	8,5	—	—	—	1
20	3,1	4,4	6	7,2	8	8,7	9,2	—	—	—	1,5
22	3,3	4,6	6,3	7,5	8,5	9,2	9,8	10,5	—	—	1,5
25	3,5	4,9	6,8	8,2	9,2	10	10,7	11,2	—	—	1,5
28	3,7	5,2	7,2	8,7	9,8	10,7	11,5	12,1	12,6	—	1,5
30	3,8	5,4	7,5	9	10,2	11,2	12	12,7	13,3	—	2
35	4,2	5,9	8	9,8	11,2	12,3	13,4	14	14,7	15,8	2
40	4,5	6,3	8,7	10,5	12	13	14,3	15	16	17,3	2
45	4,8	6,7	9,3	11,3	12,9	14	15,3	16,3	17,2	18,7	2
50	5	7	9,8	11,8	13,6	15	16,3	17,3	18,3	20	2

499. Величина врезания и перебега при нарезании зубьев дисковыми модульными фрезами



Диаметр фрезы D, *мм*	Величина модуля, *мм*	Высота зуба h, *мм*	1-й переход		2-й переход		3-й переход		Величина перебега l_2, *мм*
			Глубина прорезаемой впадины зуба, *мм*	Величина врезания l_1, *мм*	Глубина прорезаемой впадины зуба, *мм*	Величина врезания l_1, *мм*	Глубина прорезаемой впадины зуба, *мм*	Величина врезания l_1, *мм*	
50	1	2,2	2,2	10,3	—	—	—	—	2
55	1,5	3,3	3,3	13,1	—	—	—	—	2,5
60	2	4,4	4,4	15,7	—	—	—	—	2,5
65	2,5	5,5	5,5	18,1	—	—	—	—	2,5
70	3	6,6	6,6	20,4	—	—	—	—	2,5
75	3,5	7,7	7,7	22,7	—	—	—	—	2,5
80	4	8,8	8,8	25	—	—	—	—	3
90	5	11	11	29,5	—	—	—	—	3
100	6	13,2	13,2	33,8	—	—	—	—	3
105	7	15,4	13	34,6	2,4	15,7	—	—	3
110	8	17,6	13	35,6	4,6	24,2	—	—	3
115	9	19,8	13	36,5	6,8	27,2	—	—	3,5
120	10	22	13	37,3	9	31,7	—	—	3,5
135	11	24,2	13	39,8	11,2	37,2	—	—	3,5
145	12	26,4	13	41,4	12,4	42	—	—	3,5
155	13	28,6	13	43	13	43	2,6	19,9	4
160	14	30,8	13	43,6	13	43,6	4,8	27,3	4
165	15	33	13	44,5	13	44,5	7	33,2	4
170	16	35,2	13	45,2	13	45,2	9,2	38,6	4

500. Величина врезания l_1 и перебега l_2 при нарезании зубьев



Форма нарезаемого зуба	Переходы	Мод				
		1	1,5	2	2,5	3
		Диамет				
		50	55	55	65	70
		Величина врезания				
Нарезание за один проход однозаходными						
Прямой зуб	1-й	12,2	15	16,9	20	22,4
Наклонный зуб *град*, 15	1-й	12,6	15,4	17,3	20,5	23,4
30	1-й	13,7	16,8	18,8	22,4	25,5
45	1-й	16,6	20,4	22,8	27	30

Форма нарезаемого зуба	Переходы	Модул					
		1	1,5	2	2,5	3	
		Диаметр ф					
		50	55	55	65	70	
		Величина врезания и					
Нарезание за два прохода однозаходными и д							
Прямой зуб		1-й	30,6	34,6	36,7	42,8	46,8
		2-й	23,6	26,4	28,4	33	36,2
Наклонный зуб, *град*	15	1-й	31,2	34,6	37,3	43,5	47,1
		2-й	24	26,9	28,9	33,5	36,8
	30	1-й	35	38,1	47	47,8	51,5
		2-й	27	29,5	31,7	36,8	39,8
	45	1-й	41	45,3	48,2	56	60,5
		2-й	31,7	35,2	37,3	43,2	46,5

501. Дополнительные длины на взятие пробных стружек

Применяемый измерительный инструмент	Величина измеряемого размера, *мм*	Дополнительная длина l_3 на взятие пробной стружки, *мм*
Линейка	—	5
Рулетка (промер по диаметру)	—	5
Рулетка (промер по окружности)	—	10
Кронциркуль	До 250	3
»	Св. 250	5
Нутромер	—	5
Штангенциркуль	—	5
Раздвижная штанга	До 250	5
» »	Св. 250	10
Глубиномер	—	5
Микрометр	До 250	5
»	Св 250	8
Скоба	До 250	5
Пробка, штихмас	—	5
Шаблон	До 1000	5
»	» 2000	10
»	» 3000	15
Дополнительная длина при работе по разметке	—	2

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Основные понятия

Под измерением понимается определение количественных характеристик объекта измерений, например определение размера, чистоты поверхности, твердости и др. В технике наряду с понятием измерение широко применяется понятие контроль.

Под контролем в широком смысле имеется в виду понятие, включающее в себя определение как количественных, так и качественных характеристик, например контроль дефектов наружной поверхности, контроль внутренних пороков металла (трещин, раковин) и др.

В большинстве случаев при измерении и контроле устанавливается, лежит ли значение измеряемого параметра в пределах заданного допуска, причем действительное значение его может не устанавливаться или вообще не определяться.

Средства измерения подразделяются на меры, калибры, универсальные измерительные средства и эталоны. Различают меры с постоянным и переменным значением.

Меры с постоянным значением физически воспроизводят единицу измерения либо ее кратное, или дробное значение (концевые меры длины, угловые меры и т. д.).

Меры с переменным значением физически воспроизводят кратное или дробное значение единиц измерения в определенных пределах (рулетки, масштабные линейки, лимбы и т. д.).

Калибры — бесшкальные измерительные инструменты, предназначены для определения отклонений размеров, форм и взаимного расположения поверхностей. Для обеспечения взаимозаменяемости проходной калибр должен являться прототипом сопрягаемой детали.

Универсальные измерительные устройства обеспечивают измерение величины в пределах определенного интервала значений. Универсальные устройства являются шкальными инструментами или приборами и подразделяются на штриховые с нониусом (штангенинструмент), микрометрические, механические шкальные, рычажно-оптические, проекционные, интерференционные, пневматические, электрические и радиоизотопные.

В зависимости от назначения измерительный инструмент снабжается наконечниками, базирующими элементами, дополнительными передачами, а также дистанционным управлением.

Эталоны — это точные образцы мер и измерительных приборов, служащие для их проверки.

Сохранение единства мер во всей стране при единственной исходной мере — эталоне приводит к необходимости централизованной организации передачи исходного размера эталона на рабочие места.

Эта организация возглавляется Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологии (ВНИИМ).

Передача единицы измерения до рабочих мест совершается по централизованной системе несколькими этапами. Меры и приборы каждого этапа регулярно проверяются по мерам предшествующего этапа в определенные сроки, согласно инструкции и проверочным схемам.

Основными показателями средств измерения являются: цена деления, интервал деления и предел измерений шкалы инструмента или прибора.

Цена деления характеризует значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

Интервал деления — расстояние между осями двух рядом лежащих штрихов (в стрелочных приборах от 0,90—2,5 *мм*). Интервал деления определяет удобство, точность и надежность отсчета.

Предел измерений характеризует область применения прибора.

Под методом измерения понимается совокупность используемых измерительных средств и условий их применения.

Методы измерения зависят от используемых измерительных средств и условий измерений и подразделяются на абсолютные, сравнительные, прямые, косвенные, комплексные, элементные, контактные и безконтактные.

В табл. 502 приводятся определения этих методов и области их применения.

Организация контроля зависит от технических требований и производственных условий. Различают следующие формы контроля:

1. 100%-ный контроль готовых деталей.
2. Выборочный контроль готовых деталей.
3. Статистический контроль (инженерные обоснования и расчетная система выборочного контроля).
4. Контроль деталей в процессе обработки.
5. Контроль средств производства.

К организационным формам контроля относится также получившая в настоящее время распространение *бездефектная сдача продукции с первого предъявления*. Эта система основана на четком разграничении обязанностей всех звеньев и исполнителей производственного процесса и их ответственности за обнаруженный брак. Система предусматривает соответствующую документацию, например «личную карточку исполнителя» и др., а также показатели *качества продукции, уровня требовательности, уровня технологической дисциплины и др.*, являющиеся основанием для аттестации, начисления премий и т. д. вплоть до проведения «дней качества» с обсуждением итогов работы.

Области применения и используемые измерительные средства для различных организационных форм контроля указываются в табл. 503.

502. Характеристики и области применения различных методов измерений

Наименование метода	Характеристики методов измерений	Области применения
Абсолютный	Прибор показывает абсолютное значение измеряемой величины	Измерение микрометром, штангенциркулем, длиномером

Продолжение табл. 502

Наименование метода	Характеристики методов измерений	Области применения
Сравнительный	Прибор показывает отклонение значения измеряемой величины от размера установочной меры или иного образца	Измерение оптиметром, индикаторным нутромером
Прямой	Значение искомой величины или отклонение ее отсчитывают непосредственно по прибору	Контроль диаметров микрометром или индикатором на стойке
Косвенный	Значение искомой величины или отклонение ее находят по результатам измерения другой величины, связанной с искомой определенной зависимостью	Контроль угла синусной линейкой; диаметра по длине дуги и углу, опирающемуся на нее
Комплексный	Определяется или ограничивается сумма погрешностей отдельных геометрических элементов изделия	Контроль резьбы на проекторе и комплексными калибрами, двухпрофильная проверка зубчатых колес
Элементный	Определяется погрешность каждого геометрического элемента изделия в отдельности	Контроль среднего диаметра, шага и угла профиля резьбы; основного шага, профиля, накопленной погрешности шага зубчатых колес
Контактный	Измерительная поверхность прибора соприкасается с контролируемой поверхностью детали	Измерение механическими приборами
Бесконтактный	Измерительный орган прибора не соприкасается с контролируемой поверхностью	Измерение на проекторах пневматическими и емкостными приборами

503. Характеристика организационных форм контроля

Форма контроля	Условия и области применения	Используемые измерительные средства
100%-ный контроль готовых деталей	Нестабильность технологического процесса	Калибры (в основном для серийного производ-

Продолжение табл. 503

Форма контроля	Условия и области применения	Используемые измерительные средства
	Рассеивание размеров, даваемое оборудованием, превосходит поле допуска (в том случае, когда намеренно идут на бракование части деталей)	ства). Универсальные средства измерения (в основном для индивидуального и мелкосерийного производства
	Сортировка деталей на группы для селекционной сборки	Специализированные измерительные средства (контрольные автоматы, полуавтоматы, механизированные и ручные приспособления, в том числе многомерные и многопозиционные)
	Контроль ответственных («аварийных») параметров	
Выборочный контроль готовых деталей	После обработки, при которой применяется контроль в процессе ее выполнения	В основном универсальные средства измерения и специальные измерительные устройства
	Контроль неответственных параметров	
	Приемка продукции потребителем (особенно больших партий)	
Статистический контроль	Стабильность технологического процесса	Универсальные средства измерения
		Специальные средства, механизирующие запись результатов измерения или их анализ
Контроль в процессе обработки:		
а) контроль обрабатываемой детали	Преимущественно на финишных операциях	Специальные устройства с визуальным отсчетом, сигналом, переключением и остановкой станка
б) контроль обработанной детали непосредственно по выходе ее из рабочей зоны	На станках с непрерывным движением детали (например, бесцентрово-шлифовальные станки, работающие на проход)	Подналадчики, позволяющие регулировать положение инструмента по результатам измерения уже обработанной детали. Статистические подналадчики (регулировка по среднему из размеров нескольких деталей)

Продолжение табл. 503

Форма контроля	Условия и области применения	Используемые измерительные средства
в) контроль кинематических перемещений узлов станка	При обработке сложных поверхностей (станки с программным управлением)	Специальные датчики
Контроль средств производства	Для выявлений систематических погрешностей станка и учета их (например, с помощью корректионных линеек).	Универсальные и специальные средства измерения
	Контроль сложных формообразующих инструментов (зубообрабатывающий и резьбонарезной инструмент, протяжки и т. д.)	

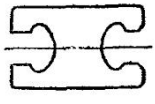
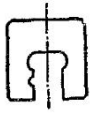
Средства измерений

Калибры

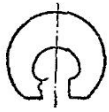
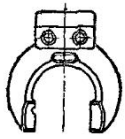
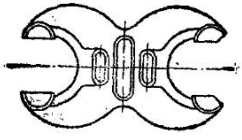
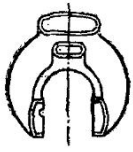
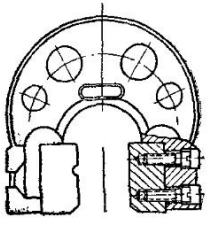
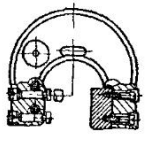
Калибры предназначаются для контроля валов и отверстий. Измерительный контакт калибра может быть точечный (штихмас), линейный (скоба) или поверхностный (пробка).

Ниже приводятся основные конструктивные виды калибров для валов и отверстий.

504. Калибры для валов

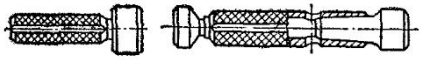
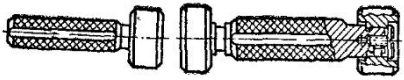
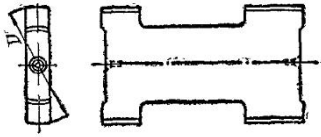
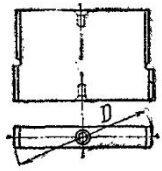
Эскиз	Калибры и область их применения
	Скоба листовая двусторонняя от 1 до 50 *мм*
	Скоба листовая прямоугольная односторонняя от 1 до 70 *мм*

Продолжение табл. 504

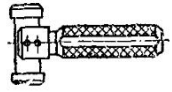
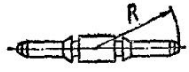
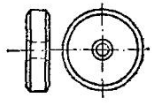
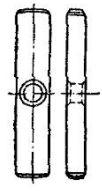
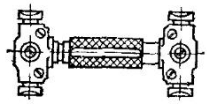
Эскиз	Калибры и область их применения
	Скоба листовая круглая односторонняя от 1 до 180 *мм*
	Скоба штампованная односторонняя от 3 до 50 *мм*
	Скоба штампованная двусторонняя от 3 до 100 *мм*
	Скоба с теплоизолирующей ручкой штампованная от 50 до 170 *мм*
	Скоба литая односторонняя со вставными губками от 100 до 325 *мм*
	Скоба регулируемая от 0 до 330 *мм*

Примечание. Для измерения валов диаметром меньше 1 и выше 500 *мм* следует применять универсальные измерительные средства, оснащенные рычажно-измерительными устройствами.

505. Калибры для отверстий

Эскиз	Калибры и область их применения
	Пробка с цилиндрическими вставками двусторонняя от 1 до 3 *мм*
	Пробки со вставками с коническим хвостовиком от 1 до 50 *мм*: двусторонняя и односторонняя проходная
	Пробки с насадкой от 3 до 100 *мм*: односторонняя проходная и двусторонняя
	Пробка листовая двусторонняя от 18 до 100 *мм*
	Пробка листовая односторонняя от 50 до 300 *мм*

Продолжение табл. 505

Эскиз	Калибры и область их применения
	Пробка неполная с ручкой от 50 до 150 *мм*
	Пробка неполная с накладкой от 150 до 360 *мм*
	Штихмас сферический от 75 до 1000 *мм*
	Шайбы полные от 18 до 100 *мм*
	Шайбы неполные от 10 до 325 *мм*
	Пробки регулируемые двусторонние от 37 до 100 *мм*

Примечание. Для измерения отверстий диаметром меньше 1 *мм* применяются пробки с цилиндрическими вставками (проволочками), посаженными в ручку на каинфоли или карбинольиом клее.

Для измерений отверстий свыше 500 *мм* применяются жесткие полые штихмасы со сферическими наконечниками.

506. Номинальные ряды и градации пл

Число плиток в наборе	Размеры плиток						
8	125	150	175	200	250	300	
9	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1
9	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0
17	0,405	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0
38	0,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7
	10	20	30	40	50	60	70
83	—	—	0,5	1,005	—	—	
	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1
	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1
	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1
	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1
	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,46	1
	1,1	1,2	1,3	1,4	—	1,6	1
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8
	10	20	30	40	50	60	70

Примечание. Для размеров менее 0,5 *мм* применяются набор

Измерительные части калибров для валов и отверстий изготовляются из цементируемых углеродистых сталей 15 и 20, инструментальных углеродистых сталей У10А и 12А, шарикоподшипниковой стали ШХ15 и инструментальных легированных сталей Х и ХГ с твердостью рабочих поверхностей *HRC* 56—64.

Допускается хромирование, азотирование или наплавка твердым сплавом рабочих поверхностей калибров для повышения износостойкости.

Универсальные средства измерения

К универсальным средствам измерений относятся: плоскопараллельные концевые меры; штриховые меры; штангенинструмент; микрометрические инструменты; механические стрелочные приборы; оптико-механические приборы; микроскопы; проекторы; пневматические средства.

Плоскопараллельные концевые меры длины (плитки) применяются для проверки и градуирования мер, измерительных приборов и инструментов, калибров и контркалибров, а также для контроля размеров при изготовлении инструмента, приспособлений и деталей.

С помощью концевых мер налаживают станки, а также выполняют особо точные разметочные работы.

Плитки имеют прямоугольную форму с двумя взаимно параллельными измерительными плоскостями, обладающими свойством притираемости, т. е. способностью сцепляться с измерительной плоскостью другой плитки.

Плитки комплектуются в различные наборы с номинальными размерами менее 0,5 *мм*, до 10 и свыше 10 *мм*.

Размеры сечения плиток с номинальным размером менее 0,5 *мм* составляют 3,5×9 *мм*; с номинальным размером до 10 *мм* — 30×9 *мм* и с номинальным размером свыше 10 *мм* — 35×9 *мм*.

К наборам плиток из 38 и 83 шт. прикладываются защитные плитки — две по 0,5 *мм* и две по 1 *мм*. В наборах больших размеров защитные плитки имеют размер 50 *мм*. Защитные плитки предназначены для уменьшения износа основных плиток и притираются по концам блока, составленного из плиток.

В комплект набора входят державки, плоскопараллельные и радиусные боковики, а также чертильный боковик; в разметочный набор входит также основание и центровой боковик.

При использовании концевых мер для отверстий в наборе предусматриваются стяжки и сухари.

Плитки изготовляются из легированной стали Х и ХГ с твердостью рабочих поверхностей не ниже *HRC* — 62.

К штриховым мерам относятся метры, ленточные рулетки и линейки.

Образцовый штриховой метр (1-го разряда) имеет штрихи на скосах с одной стороны через 0,2 *мм*, а с другой — через 0,5 *мм*. На движке метра установлена лупа с семикратным увеличением.

Метр-компаратор (2-го разряда) снабжен шкалой со штрихами через 1 *мм* и нониусом с отсчетом 0,1 *мм*.

Ленточные рулетки имеют шкалу, с делением через 1 *мм* и подразделяются на три разряда: к 1-му разряду относятся рулетки длиной 20 и 250 *мм*; ко 2-му и 3-му разрядам — 10, 20, 25, 30 и 50 *мм*; рабочие рулетки имеют длину 1, 2, 5, 10, 15 и 20 *мм*.

Линейки металлические с делением через 1 *мм* изготовляются длиной 150, 200, 300, 500 и 1000 *мм*.

Штангенинструмент представляет собой штангу, на которой наносится основная шкала с интервалом 1 *мм*; по штанге передвигается нониус для отсчета полей основного деления.

При отсчете с помощью нониуса к числу целых делений штанги (расположенных ниже нуля шкалы нониуса) следует прибавлять число десятых или сотых долей миллиметра (в зависимости от величины отсчета по нониусу), которое соответствует числу интервалов на шкале нониуса до штриха этой шкалы, совпадающего с одним из штрихов шкалы штанги.

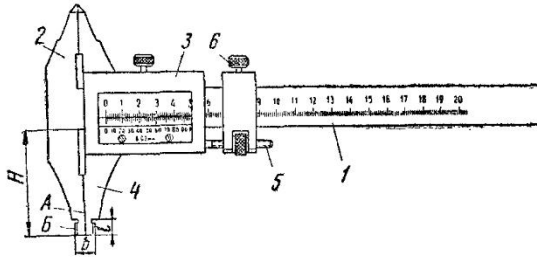


Рис. 25. Штангенциркуль

На рис. 25 показан штангенциркуль — один из самых распространенных измерительных инструментов, используемый для наружных и внутренних измерений, разметки, измерения глубин и высот.

Штангенциркуль состоит из штанги *1*, на которой нанесена основная шкала делений, заканчивающаяся двусторонней губкой *2* с измерительной поверхностью *А*. Эта губка выполняется за одно целое со штангой или приваривается к ней.

По линейке перемещается рамка *3*, на которой находится другая двусторонняя губка *4* с измерительной поверхностью, параллельной поверхности первой губки.

На рамке *3* нанесена вспомогательная шкала-нониус, нулевой штрих которой при совмещенных губках совпадает с нулевым штрихом основной шкалы. Нониус служит для более точного отсчета дробных долей делений основной шкалы, поэтому интервал делений шкалы нониуса меньше интервала делений основной шкалы. Целые миллиметры отсчитываются с помощью нулевого штриха нониуса, находящегося выше штриха штанги, а десятые доли миллиметра — по тому штриху нониуса, который совпадает со штрихом штанги.

Точная установка подвижной губки *4* производится с помощью микрометрического винта *5*, связанного с рамкой *3*.

Фиксирование размера осуществляется стопорным винтом *6*.

Измерение внутренних размеров детали производится внешними измерительными поверхностями губок *Б*, имеющими форму полуцилиндров с радиусом 5 *мм*.

Обычно десять делений нониуса соответствуют девяти делениям основной шкалы. Следовательно, одно деление нониуса равно 0,9 *мм*, а разность между делением основной шкалы и шкалы нониуса — 0,1 *мм*. Поэтому деление нониуса, стоящее против деления основной шкалы, показывает число десятых долей миллиметра.

При интервале C деления шкалы основной линейки, интервале C_n деления шкалы нониуса и числе делений нониуса n получим следующую зависимость:

$$(n-1)\,C = n \cdot C_n.$$

Ценой деления нониуса называется разность интервалов деления шкалы штанги и шкалы нониуса или отношение интервала деления шкалы к числу делений шкалы нониуса. Например, интервал деления шкалы линейки 1 *мм*: число делений шкалы нониуса — 50. Тогда цена деления нониуса

$$\frac{1{,}0}{50} = 0{,}02 \text{ мм}.$$

Отношение цены деления нониуса к интервалу деления основной линейки называют *знаменателем нониуса*.

Знаменатель нониуса принимают обычно равным 10, 20 и 50. При интервале линейки, равном 1 *мм*, цена деления нониуса будет соответственно 0,1, 0,05, 0,02 *мм*, а интервал деления нониуса — 0,09, 0,95 и 0,98 *мм*.

Для измерения глубины отверстий и уступов применяются штангенглубиномеры с пределами измерения до 200, 250, 300, 400 и 500 *мм*, с величиной отсчета по нониусу 0,02, 0,05 и 0,1 *мм*.

Для разметки и измерения высот применяются штангенрейсмасы с пределом измерений от 0—200, 30—300, 40—500, 60—800 и 60—1000 *мм* с величиной отсчета по нониусу 0,02; 0,05 и 0,1 *мм*.

Для разметки в рамку вставляется заточенная ножка, а для измерений — плоская ножка или державка с индикатором. Порядок пользования нониусным устройством штангенглубиномера и штангенрейсмаса ничем не отличается от порядка, описанного выше для штангенциркуля.

Микрометрический инструмент подразделяется на микрометры для наружных измерений, микрометрические глубиномеры и нутромеры с ценой деления 0,01 *мм* и шагом винта 0,5 *мм*.

Передача измерительного усилия (700±200) $Г$ осуществляется посредством трещотки или фрикциона.

Микрометры для наружных измерений имеют различные пределы измерений, причем для измерений свыше 25 *мм* микрометры снабжаются установочными мерами.

Для контроля толщины листового материала применяют циферблатные микрометры с пределом измерений от 0—5, 0—10 и 0—25 *мм* с неподвижным циферблатом и вращающейся стрелкой.

Нутрбмеры микрометрические имеют пределы измерений 75—175, 75—575, 150—2000, 150—4000 и 500—10 000 *мм* (с индикаторной головкой) и рабочим ходом микроподачи 13 и 25 *мм*.

Головка нутромера приводится в исходное положение по установочной мере. Удлинители, свинчиваемые с головкой, снабжены подпружиненным измерительным стержнем, а стопор позволяет производить отсчет после извлечения микрометрического нутромера из отверстия.

Глубиномеры микрометрические имеют пределы измерений от 0 до 700 *мм*. Суммарные погрешности глубиномера на длине перемещения микрометрического винта, равной 25 *мм*, не превышают ±5 *мк*. Глубиномеры снабжаются установочными мерами 25 и 75 *мм*.

Механические стрелочные приборы применяются

в основном для сравнительных измерений путем определения отклонений от заданного размера, но могут быть также использованы для непосредственных измерений при установке их в контрольных приспособлениях.

Наиболее широкое распространение в промышленности получили стрелочные приборы часового типа с ценой деления 0,01 *мм*, а также минимеры, микрокаторы, рычажные индикаторы, рычажные скобы и др.

В табл. 510 указаны основные данные наиболее распространенных механических стрелочных приборов.

Оптико-механические приборы применяются при особо точных измерениях, так как в этих приборах отсчет перемещения измерительного стержня производится с помощью оптической системы, повышающей точность отсчета.

Одним из наиболее распространенных приборов этого вида является оптнмер, применяемый для относительных измерений с помощью установочных плоскопараллельных концевых мер.

507. Основные характеристики штангенциркулей, *мм*

Пределы измерения	Величина отсчета по нониусу			Вылет H не менее	Длина l не менее	Примечание
0— 125	—	—	0,1	35	14	Двусторонние губки Нониус без микроподачи
0— 150	0,02	0,05	0,1	35	6	Двусторонние губки
0— 200	0,02	0,05	0,1	45	6	
0— 300	0,02	0,05	0,1	60	8	Нониус с микроподачей винтом
0— 500		0,05	0,1	60	8	
250— 800			0,1	80	10	Односторонние губки
400—1000			0,1	80	10	
600—1500			0,1	100	12	Нониус с микроподачей
800—2000			0,1	100	12	

Примечание. Размер $b = 9 \div 10$ *мм* и в зависимости от величины отсчета имеет допуск $\pm 0{,}03$, $\pm 0{,}02$, $\pm 0{,}01$ *мм*.

508. Основные характеристики микрометров

Верхний предел измерения, *мм*	Допускаемая погрешность, *мкм* (±)	Верхний передел измерения, *мм*	Допускаемая погрешность *мкм* (±)
5, 10 и 25	4	175 и 200	6
50	4	225, 250, 275	7
75 и 100	4	и 300	8
125 и 150	5	400	20

Продолжение табл. 508

Верхний предел измерения, *мм*	Допускаемая погрешность, *мкм* (±)	Верхний предел измерения, *мм*	Допускаемая погрешность, *мкм* (±)
500	10	1000	24
600	12	1200	28
700	14	1400	32
800	16	1600	—

509. Основные характеристики нутромеров

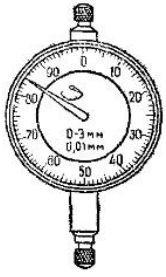
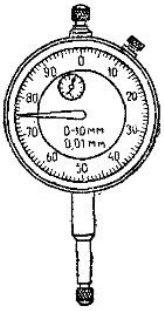
Пределы измерения, *мм*	Допускаемая погрешность, *мкм* (±)
Свыше 75 до 125	8
» 125 до 200	10
» 200 » 325	12
» 325 » 500	15
» 500 » 800	20
» 800 » 1250	25
» 1250 » 1600	30
» 1600 » 2000	40
» 2000 » 2500	50
» 2500 » 3150	60
» 3150 » 4000	70
» 4000	100

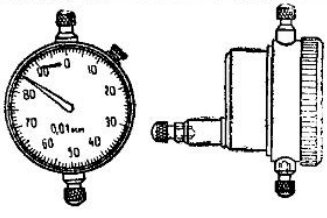
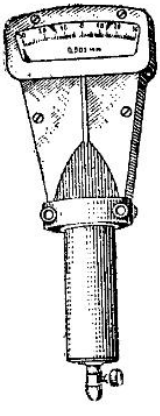
Универсальный измерительный микроскоп предназначен для производства точных и сложных измерений: длин, углов и профилей как в прямоугольных, так и в полярных координатах.

Микроскоп позволяет производить измерения кулачков, лекал и шаблонов, резьбонарезного инструмента, резьбовых калибров, фасонных фрез и резцов и др.

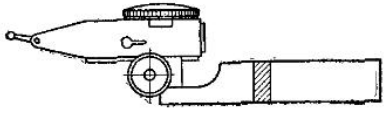
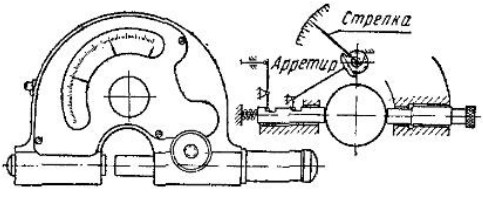
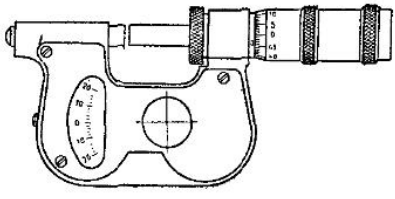
Для лучшего рассмотрения контролируемой детали применяются проекторы, дающие на экране увеличенное изображение которое сравнивается с наложенным на экран номинальным контуром детали путем перемещения предметного стола или на глаз.

510. Основные характеристики механических ст

Эскиз	Наименование прибора
	Индикатор часовог типа нормальный
	Индикатор часовог типа малогабаритный

Эскиз	Наименование прибора
	Индикатор часового типа торцовый
	Миниметр

Эскиз	Наименование прибора
	Микрокатор
	Рычажный индикатор с боковой шкалой

Эскиз	Наименование прибора
	Рычажный индикат с верхней шкалой
	Скоба рычажная
	Микрометр рычажны

* По шкале.

Методы измерений

Контроль малых наружных размеров на машиностроительных предприятиях, как правило, производится универсальными измерительными средствами. В точном машиностроении, в частности в часовой промышленности, для измерения часовых осей применяется часовой микрометр (пределы измерения 0—25 *мм*) с ценой деления 0,005 *мм*, снабженный выдвижным невращающимся шпинделем.

Основными средствами контроля отверстий малых размеров диаметром от 0,2 до 5 *мм* являются пневматические приборы. Эти приборы не производят непосредственные замеры, а определяют диаметр отверстия по его пропускной способности, т. е. по скорости истечения воздуха. Самые малые отверстия размерами 0,2—0,5 *мм* измеряются непосредственно пропуском через них воздуха. В отверстия 0,5—5 *мм* вставляются аттестованные проволочки, уменьшающие проходное сечение отверстия и повышающие точность измерений

Для контроля отверстий свыше 5 *мм* применяются оптические устройства, а также конусные и индикаторные нутромеры.

Контроль больших размеров как наружных, так и внутренних при необходимости получения результатов высокой точности осуществляется на специальных штриховых и концевых измерительных машинах.

На штриховых машинах измерения производятся путем сравнения измеряемой длины контактным способом со штриховой шкалой, а также с концевыми мерами.

На концевых машинах измерения выполняются путем сравнения измеряемой длины с концевыми мерами.

Измерительные машины используются в основном для аттестации образцовых штрихмасов и изготовляются с пределами измерений от 0—1000, 0—2000, 0—3000 и 0—6000 *мм*.

Детали больших размеров измеряют переносными средствами: скобами, нутромерами, микрометрами и другими, которые для удобства пользования и облегчения веса изготовляются из листовой стали, сварными и даже из дерева.

Так как при контроле больших размеров основное значение имеет температурная погрешность, то непосредственно перед замерами измерительный инструмент (скоба, нутромер и т. д.) устанавливается по концевой мере, температура которой соответствует температуре измеряемой детали. Желательно также, чтобы коэффициент линейного расширения меры был бы близок к коэффициенту линейного расширения измеряемой детали.

Скобы и нутромеры снабжаются микрометрическими головками, а также индикаторами с ценой деления 0,01 *мм*, что способствует уменьшению погрешности от деформации.

Для контроля диаметров больших отверстий применяются также сборные конструкции нутромеров, основные характеристики которых приведены в табл. 511.

Для контроля валов диаметром до 1000 *мм* применяются индикаторные скобы с ценой деления 0,01 *мм*; свыше 500 и до 2000 *мм* — микрометры с индикаторной головкой. Микрометры снабжаются установочной мерой.

Иногда диаметры валов проверяют обтягиванием вала кругом

рулеткой и таким образом определяют длину окружности. При диаметрах свыше 5000 *мм* контроль может осуществляться с помощью теодолита, установленного в какой-либо точке окружности детали, при этом определяют угол между концами мерной ленты определенной длины, обтягивающей части окружности. Этот метод носит название «метода дуги».

511. Основные характеристики индикаторных нутромеров

Пределы измерения, *мм*	Наибольшая глубина измерения, *мм*	Допустимая погрешность, *мк* (±)
Свыше 6 до 10	50	15
» 10 » 18	130	15
» 18 » 35	135	15
» 35 » 50	150	15
» 50 » 100	200	20
» 100 » 160	255	20
» 160 » 250	355	20
» 250 » 450	455	25
» 450 » 700	Без ограничения	25
» 700 » 1000	То же	25

Контроль углов и конусов. Углы и конусы измеряются с помощью угловых мер, шаблонов, угольников, конусных калибров, шариков, синусных и тангенсных линеек, универсальных микроскопов (координатным методом), оптических делительных головок, угломеров с нониусом и др.

Наиболее распространенным методом является измерение углов и конусов посредством угловых мер и угольников.

Угловые меры (плитки) комплектуются в наборы из 5, 19, 36 и 94 шт., из которых выбираются соответствующие плитки или блоки для измерения заданных углов (не менее 10°). Угловые плитки представляют собой трех- или четырехгранные призмы с одним или четырьмя рабочими углами.

Измерение с помощью плиток основано на установлении величины наибольшего просвета между сторонами измеряемого угла и угловой меры или полного отсутствия просвета между ними.

Просвет сравнивается на глаз с набором просветов, размеры которых известны (5—10 *мкм*) или же оценивается при помощи щупов (свыше 30 *мкм*).

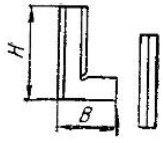
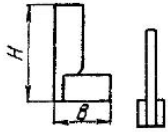
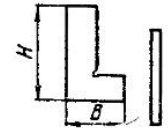
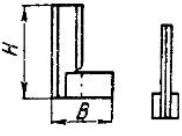
По точности угловые плитки 1-го класса имеют допуск рабочего угла $\pm 10''$, 2-го класса $\pm 30''$.

Для измерения прямых углов, в зависимости от класса точности и предельных размеров, применяются угольники различных типов. Метод измерения ими такой же, как и плитками, основан на оценке величины просвета между измерительной и измеряемой поверхностями и протяженности касания этих поверхностей.

Ниже указываются основные виды и размерные характеристики угольников.

Угломеры являются измерительными средствами для определения углов у конических валов и втулок. Для повышения точности отсчета угломеры снабжаются нониусами или же оптическими приспособлениями.

512. Классы точности измерений и размерные характ

Эскиз	Тип треугольника	Классы измер
	Плоский	1, 2
	Плоский с широким основанием	0, 1, 1, 2 2 и
	Плоский лекальный	0 и
	Лекальный с широким основанием	0 и

На рис. 26 показан угломер, представляющий собой две прямые линейки, которые могут поворачиваться вокруг общего шарнира на угол от 0 до 180°. Линейка *1* связана с основной шкалой *2*, имеющей интервал деления 1°; а линейка *3* — со шкалой нониуса *4*, при помощи которой можно получить отсчет с точностью до 2″. Углы от 0 до 90° измеряются между гранями линейки *1* и дополнительного угольника *5*, укрепленного на линейке *3*. Углы от 90 до 180° измеряются непосредственно линейками *1* и *3*. Для удобной установки угломера имеется микрометрический винт *6*, с помощью которого можно установить нужный угол.

Для проверки угла конусности вала применяются конусные калибры-втулки полные и неполные, а для проверки угла конусных втулок — конусные калибры-пробки. Для проверки угла конусности вала вдоль образующей конуса наносят карандашом прямую линию и осторожно вводят вал внутрь конусного калибра-втулки. Приложив некоторое осевое усилие для плотного соприкосновения конических поверхностей вала и втулки, поворачивают их относительно друг друга на небольшой угол. Если образующая конуса вала прямолинейна и угол конуса выполнен правильно, то графит карандаша равномерно распределится по всей длине конуса, в противном случае образуются только отдельные пятна. При проверке внутренней конической поверхности детали карандашную линию наносят на калибр-пробку.

Контроль резьбы. Точность резьбы определяется точностью исполнения ее основных элементов: наружного диаметра резьбы болта и гайки; среднего диаметра резьбы болта и гайки; внутреннего диаметра резьбы болта и гайки; шага резьбы болта и гайки; угла профиля резьбы болта и гайки.

Резьбу болта и гайки можно контролировать комплексным методом по всем элементам одновременно или поэлементно. Проверка резьбы болта и гайки производится обычно с помощью калибров или специальных приспособлений. Точные резьбы (детали станков, приспособлений, приборов), а также калибры обычно проверяют поэлементно на приборах.

Наиболее простым является контроль наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки. Эти элементы резьбы контролируются гладкими скобами и пробками, а также с помощью микрометра или штангенциркуля.

Внутренний диаметр болта может быть измерен резьбовым микрометром (рис. 27), снабженным устройством, сходным с устройством обыкновенного микрометра, только вместо обычных гладких наконечников он имеет специальные вставки, при помощи которых можно измерять внутренний и средний диаметры болта. Резьбовые вставки изготовляются сменными в зависимости от шага проверяемой резьбы.

Призматическая вставка *1* вставляется в неподвижную пятку микрометра, а конусная *2* — в подвижную.

Для измерения внутреннего диаметра болта применяются две призматические вставки такой формы, чтобы вершины их касались впадин резьбы.

Для измерения среднего диаметра болта применяются вставки, которые касаются боковыми гранями боковых сторон профиля резьбы вблизи среднего диаметра. Эти вставки выполняются с укороченным профилем. Вставки могут поворачиваться в опорах изме-

рительных пяток и самоустанавливаться относительно наклонной части профиля резьбы.

Установочная мера *3* служит для проверки правильности начального показания микрометра.

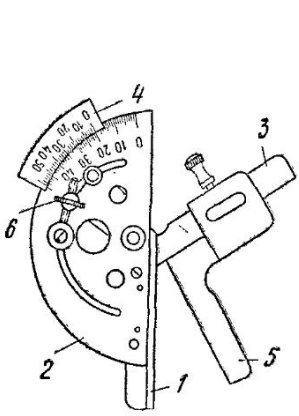


Рис. 26. Угломер

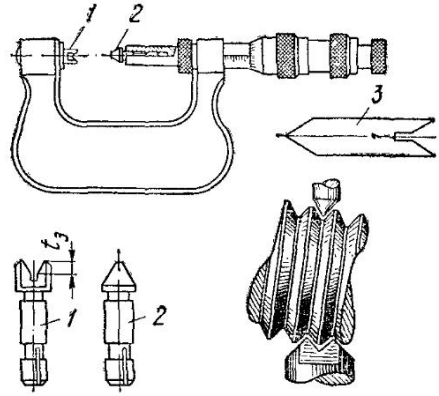


Рис. 27. Резьбовой микрометр

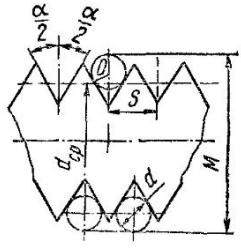


Рис. 28. Схема измерения резьбы методом трех проволочек

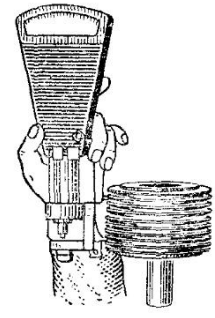


Рис. 29. Накладной щагомер с минимет-ром

Для резьбового микрометра с интервалом измерений от *0* до 25 *мм* проверка правильности начального отсчета производится непосредственным сведением обеих вставок до упора; при этом на шкале микрометра показание должно быть равным нулю.

При пользовании резьбовым микрометром необходимо проверяемый болт установить между резьбовыми вставками и дальше производить измерение как обычным микрометром; нужно только следить, чтобы ось измерительных наконечников проходила через ось болта.

Резьбовым микрометром измеряют средний диаметр болта прямым методом, т. е. результаты измерений отсчитываются непосредственно по шкале прибора. Цена деления шкалы барабана резьбового микрометра 0,01 *мм*.

Средний диаметр резьбы можно измерять методом трех проволочек, который заключается в том, что во впадины резьбы болта по обе его стороны закладываются три точные проволочки одинакового диаметра. Затем микрометром с плоским наконечником определяют расстояние между внешними поверхностями заложенных проволочек (рис. 28).

Расчетом по величине этого расстояния определяют значение среднего диаметра резьбы. Этот метод измерения является, таким образом, косвенным.

Три проволочки применяются для того, чтобы предотвратить перекос измерительных наконечников микрометра.

Зная диаметр проволочек d, шаг резьбы S и расстояние между внешними поверхностями проволочек M, можно определить средний диаметр метрической резьбы $d_{ср}$ болта по следующей формуле:

$$d_{ср} = M - 3d + 0{,}866\,S.$$

Этот метод измерения дает более высокую точность, чем измерение резьбовым микрометром. Поэтому его применяют для измерения среднего диаметра калибров и других точных резьбовых деталей.

Шаг резьбы проверяют резьбовыми шаблонами, которые представляют собой наборы плоских стальных пластинок с вырезанным профилем резьбы разных шагов. Профиль проверяемой резьбы (по образующей) совмещают с одной из пластинок шаблона.

При правильном шаге совмещение профиля резьбы и шаблона не дает световой щели.

Для количественной оценки погрешностей шага резьбы применяют шагомеры (стационарные и накладные).

Наиболее распространены накладные шагомеры, представляющие собой рамку с двумя (или тремя) стержнями, оканчивающимися шаровыми наконечниками. Стержни связываются с измерительным инструментом (миниметром), а шаровые наконечники вводятся во впадины измеряемой резьбы (рис. 29). Если шагомер имеет три измерительных стержня, то ось измерительного наконечника устанавливается в плоскости нормальной к виткам резьбы, а при двух измерительных стержнях шагомер определяет шаг в осевой плоскости резьбы.

Шагомер определяет одновременно сумму нескольких шагов. Для того чтобы найти значение одного шага резьбы, нужно размер, найденный по шагомеру, разделить на число ниток между шаровыми наконечниками шагомера.

При использовании миниметра или другого прибора для сравнительного метода измерений на шкале прибора будет отражена накопленная погрешность шага в пределах длины измерения.

При делении накопленной погрешности на число ниток находят среднее отклонение шага резьбы; при этом прибор должен быть настроен по мерным плиткам на номинальное значение общей проверяемой длины.

Контроль плоскостности и прямолинейности. Для проверки плоскостности и прямолинейности применяют поверочные линейки, поверочные и разметочные плиты и уровни.

Различают поверочные линейки лекальные, с широкой рабочей поверхностью и угловые.

Лекальные линейки обладают наиболее высокой точностью и имеют различное поперечное сечение с числом рабочих граней от 1 до 4 и длиной от 25 до 500 *мм*. Линейки с одной гранью служат для определения отклонений от прямолинейности на просвет. Отсутствие световой щели между деталью и линейкой показывает прямолинейность образующей, а наличие световой щели указывает на отклонение от прямолинейности (при известном навыке можно оценить на глаз отклонения от прямолинейности в 1—2 *мкм*).

Для выявления неплоскостности могут применяться лекальные линейки как с одной рабочей гранью, так и с тремя или четырьмя гранями. Линейка с одной гранью прикладывается к проверяемой плоскости в разных местах и в разных направлениях. Результат оценивается по величине световой щели.

С помощью трехгранных и четырехгранных линеек плоскость проверяют на краску. Для этой цели рабочие грани линеек покрывают тонким слоем специальной краски (синьки), затем линейкой водят по проверяемой плоскости, в результате чего краска с линейки переходит на проверяемую плоскость. Из-за отдельных неровностей плоскость покрывается краской не сплошь, а пятнами различной плотности.

Выступающие части плоскости покрываются краской, а во впадины краска попадает частично. Последующим шабрением выступов или шлифованием добиваются равномерного распределения пятен по всей плоскости.

Линейки с широкой рабочей поверхностью применяют для проверки больших плоскостей или плоскостей с большими промежутками или выемками. Эти линейки могут достигать длины 6 *м*.

Для сохранения прямолинейности линейки должны быть достаточно жесткими, поэтому и приходится придавать им форму жесткости балок и даже рам.

Угловые линейки применяются для проверки плоскостей, расположенных относительно друг друга под некоторым углом. Длина таких линеек с трехгранным или трапецеидальным сечением от 250 до 1000 *мм*. Для удобства пользования линейки имеют на торце рукоятки.

Поверочные плиты предназначены для проверки плоскостности поверхностей, а также используются в качестве базовых поверхностей для установки на них миниметров, оптиметров, синусных линеек, центровых бабок, призм и других измерительных приспособлений.

Поверочные плиты изготовляются десяти размеров: от 100×200 до 1000×1500 *мм* (для специальных целей допускается изготовление плит до 3200×5000 *мм*). По точности рабочей поверхности плиты подразделяются на четыре класса. Плиты 0, 1 и 2-го класса являются поверочными, а 3-го класса — разметочными.

Рабочая поверхность плит, предназначенных для проверки на краску, должна быть пришабрена, а для более точных проверок притерта; разметочные плиты могут быть со строганой поверхностью.

Уровни представляют собой измерительные устройства, позволяющие определять положение той или иной плоскости относительно горизонта, а также небольшие уклоны и углы.

Уровень имеет запаянную стеклянную трубку—ампулу со шкалой, внутренняя поверхность которой имеет выпуклость с определенным радиусом кривизны. Трубка заполняется эфиром так, что только небольшой объем паров эфира занимает наивысшую зону в виде пузырька.

Слесарный уровень имеет корпус с плоским нижним основанием, в котором помещена ампула.

Для проверки положения вертикальных поверхностей применяют рамный уровень, у которого боковая грань перпендикулярна основанию с вмонтированной в него ампулой. Правильность положения основания уровня в поперечном направлении контролируется второй ампулой меньшей точности.

При небольшом повороте ампулы, а вместе с ней и всего уровня, вокруг центра кривизны трубки пузырек внутри уровня занимает наивысшую точку, а шкала смещается относительно пузырька.

Обычно интервал деления шкалы в уровнях равен 2 *мм*, тогда угол наклона уровня (цена деления) равен 2″, т. е. при этом угле наклона уровня перемещение пузырька будет составлять одно деление шкалы или 2 *мм*.

Контроль взаимного расположения поверхностей. Основными видами измерений являются: контроль расстояний между осями отверстий, контроль перпендикулярности осей отверстий и плоскостей, контроль перпендикулярности цилиндрических поверхностей или цилиндрической поверхности к торцу и контроль соосности цилиндрических поверхностей (табл. 513).

В единичном и мелкосерийном производстве взаимное расположение поверхностей проверяется универсальными измерительными инструментами.

В крупносерийном и массовом производстве применяются специальные приспособления со шкальными приборами. Основными средствами измерений расстояний между осями отверстий являются калибры-пробки, а также калибры-скобы.

Перпендикулярность осей отверстий и плоскостей контролируют при помощи угольников, а взаимную перпендикулярность осей двух отверстий или перпендикулярность оси отверстия торцу — специальными калибрами-шаблонами.

Контроль соосности отверстий обычно осуществляется жесткими, а при разности диаметров — ступенчатыми скалками.

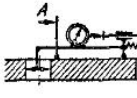
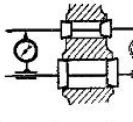
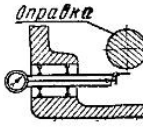
Контроль отклонений от правильной геометрической формы. В зависимости от жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь, степени износа станка и инструмента, режима обработки и других причин возникают не только отклонения от взаимного расположения поверхностей, но и отклонения от правильной геометрической формы.

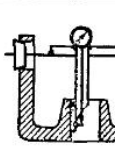
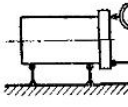
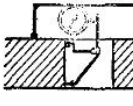
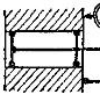
Различают следующие отклонения от правильной геометрической формы: овальность, огранка, бочкообразность, вогнутость, изогнутость оси и конусообразность.

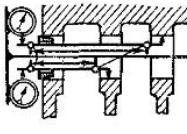
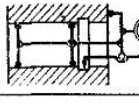
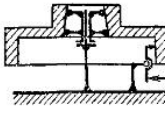
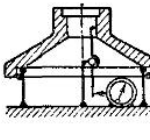
Овальность контролируется измерением детали индикатором на обычной стойке или с помощью скобы, при этом деталь необходимо повернуть на $^1/_2$ оборота и вычислить разницу между наибольшим и наименьшим показаниями.

При контроле *огранки* базой измерения является призма с уг-

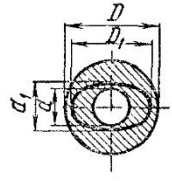
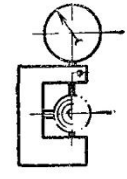
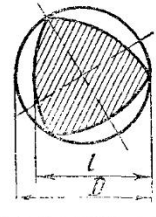
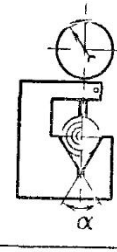
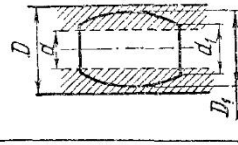
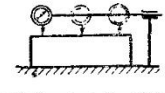
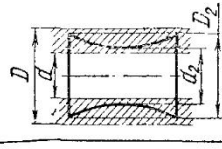
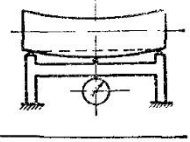
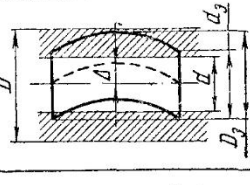
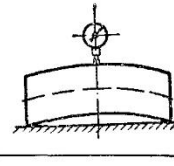
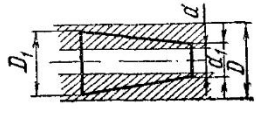
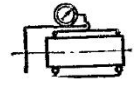
513. Методы и средства контроля взаимного распол

Виды измерений	Область применения	Схема приспособ для контрол
Контроль межосевых расстояний	Для неглубоких отверстий	
	Для глубоких отверстий	
	Для перекрещивающихся отверстий	

Виды измерений	Область применения	Схема приспосо для контро
Контроль перпендикулярности цилиндрических поверхностей или цилиндрической поверхности торцу	Для определения перпендикулярности осей двух отверстий	
	Для контроля биения торца относительно цилиндрической поверхности	
	Для контроля перпендикулярности наружной цилиндрической поверхности торцу	
	Для контроля перпендикулярности оси отверстия торцу	

Виды измерений	Область применения	Схема приспособл для контроля
Контроль соосности отверстий	Для контроля соосности нескольких отверстий одинакового диаметра	
	Для контроля радиального биения проточки в отверстии	
	Для контроля радиального биения цилиндрической расточки относительно конического отверстия	
	Для контроля соосности двух отверстий разного диаметра	

514. Виды отклонений от правильной геометрической формы и схемы приспособлений для контроля

Вид отклонения	Эскиз отклонения	Схема приспособления для контроля
Овальность		
Огранка		
Бочкообразность		
Вогнутость		
Изогнутость		
Конусообразность		

лом 90°, которая при наиболее часто встречающихся огранках с тремя и пятью гранями дает удвоенное значение огранки.

Бочкообразность и *вогнутость* проверяются измерением детали в трех сечениях вдоль оси

Бочкообразность, вогнутость и *изогнутость* можно также контролировать с помощью лекальной линейки на просвет.

Контроль *конусообразности* осуществляют посредством измерения обычными средствами диаметров в двух сечениях, расположенных на концах детали на определенном расстоянии друг от друга.

В табл. 514 приводятся виды отклонений от правильной геометрической формы и схемы приспособлений для контроля отклонений.

ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Основные элементы зубчатых колес

Зубчатые колеса по форме поверхности, на которой нарезаны зубья, подразделяются на цилиндрические и конические. По положению зуба цилиндрические колеса подразделяются на прямозубые, косозубые и шевронные. Наибольшее распространение имеют ци-

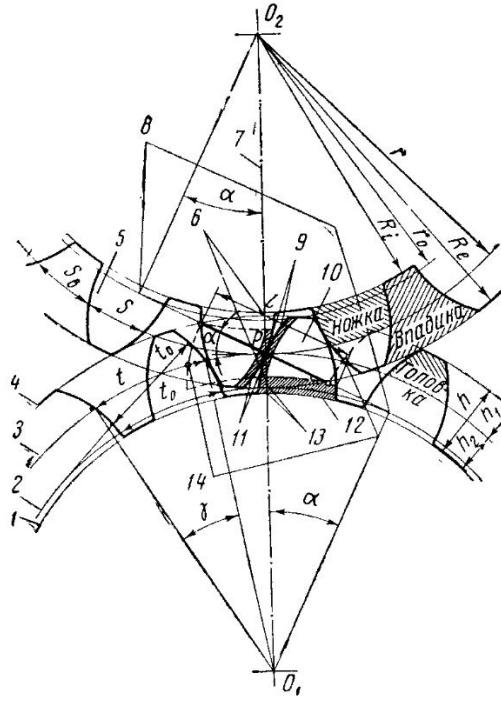


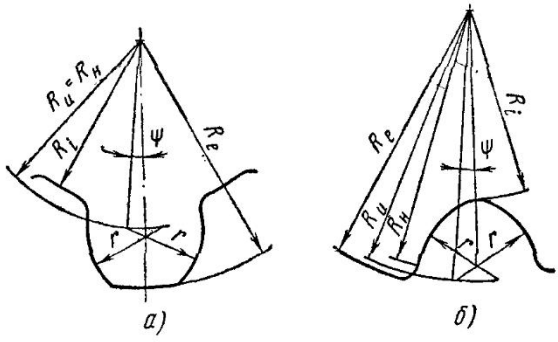
Рис. 30. Схема эвольвентного зацепления:

1 — окружность впадин, *2* — основная окружность, *3* — начальная окружность, *4* — окружность выступов, *5* — профиль зуба, *6* — глубина захода $h_з$, *7* — линия центров, *8* — линия зацепления, *9* — рабочий профиль, *10* — длина зацепления, *11* — активный профиль, *12* — корень зуба, *13* — радиальный зазор, *14* — дуга зацепления

линдрические зубчатые колеса с прямыми и косыми зубьями, а также конические и червячные зубчатые колеса с эвольвентным профилем зуба.

На рис. 30 схематически показан профиль эвольвентного зубчатого зацепления, применяемого в подавляющем большинстве зубчатых колес.

Наряду с зубчатыми передачами с эвольвентным зацеплением в современных конструкциях применяются передачи М. Л. Новикова, основное отличие которых от эвольвентных заключается в применении колес с зубьями выпуклого и вогнутого дугового профиля (рис. 31).



а) *б)*

Рис. 31. Профиль зубчатых колес М. Л. Новикова:
а — выпуклый, *б* — вогнутый

Профиль зубьев зацеплений М. Л. Новикова в основном определяется размерами дуги профиля r, радиусом окружности, проходящим через центры дуг профиля $R_ц$, размером центроиды — радиусом начальной окружности колеса в зацеплении $R_н$, смещением центра дуги профиля с оси симметрии зуба или впадины — углом ψ и другими размерами: высотой головок и ножек, радиусами окружностей выступов и впадин, шагом и числом зубьев.

Эти размеры задаются обычно в сечении, нормальном к винтовой линии зубьев в начальном цилиндре, или определяются путем задания размеров исходного контура сопряженной рейки.

По своей конструкции червячные фрезы для нарезания колес с зацеплением М. Л. Новикова не отличаются от обычных червячных фрез, однако они имеют свои особенности, а именно: по форме режущих кромок, соответствующих форме профиля зуба, а также по геометрическим параметрам режущих кромок, осуществляющих окончательную отделку формы профиля зуба (профилирование).

Кроме того, фреза отличается по числу зубьев, а следовательно по диаметру, а также по направлению витков (правое и левое), что влияет на угол установки фрезы относительно обрабатываемого изделия и, в свою очередь, определяет ее длину.

Элементами зубчатого зацепления обычного профиля являются:

Межцентровое расстояние — расстояние между центрами O_1 и O_2 сопряженных зубчатых колес, измеренное по линии центров (по прямой, соединяющей O_1 и O_2).

Полюс зацепления P — точка, вокруг которой одно из сопряженных зубчатых колес поворачивается относительно другого. В полюсе зацепления окружные скорости обоих сопряженных колес равны между собой и, следовательно, скольжение между зубьями отсутствует.

Начальная, или делительная, окружность — окружность, описанная вокруг центра зубчатого колеса и проходящая через полюс зацепления P. При работе зубчатой пары начальные окружности сопряженных колес взаимно перекатываются без скольжения.

Профиль зуба — кривая, по которой построена боковая поверхность зуба. В эвольвентном зацеплении такой кривой является эвольвента, или развертка окружности.

Основная окружность — это окружность, при качении по которой производящей прямой получаются эвольвентные профили зубьев. Производящая прямая — это прямая, касательная к основной окружности, перемещением своей точки как бы образующая профиль кривой.

Линия зацепления — линия, по которой перемещается при зацеплении точка касания профилей зубьев сопряженных колес. Участок l этой линии, определяющий начало и конец фактического касания зубьев сопряженных колес, называется длиной зацепления.

Угол зацепления α — угол между линией зацепления и перпендикуляром к линии центров.

По ГОСТ 13754—68 стандартным является угол зацепления $\alpha = 20°$.

Шаг зацепления t — расстояние между одноименными, т. е. обращенными в одну сторону, профилями двух смежных зубьев колеса, взятое по дуге делительной окружности.

Основной шаг t_0 — расстояние между одноименными профилями двух смежных зубьев, взятое по дуге основной окружности.

Окружность выступов — окружность, описанная из центра зубчатого колеса и ограничивающая вершины зубьев.

Окружность впадин — окружность, описанная из центра зубчатого колеса и ограничивающая впадины между зубьями.

Головка зуба — часть зуба, выступающая за начальную окружность. Высоту головки зуба принято обозначать через h_1.

Ножка зуба — часть зуба, лежащая между телом колеса и начальной окружностью. Высоту ножки зуба принято обозначать через h_2.

Высота зуба h (или глубина впадины) — радиальное расстояние между окружностью выступов и окружностью впадин $h = h_1 + h_2$.

Для обеспечения радиального зазора (т. е. зазора между вершиной зуба одного колеса и дном впадины сопряженного колеса) высота головки h_1 берется всегда меньше высоты ножки зуба. Обычно высота головки равняется модулю зацепления, а высота ножки — 1,17—1,2 модуля. Полная высота зуба составляет 2,17—2,2 модуля. Нерабочая часть ножки зуба называется корнем зуба.

Толщина зуба S — длина дуги окружности между противоположными сторонами одного зуба. Если толщина зуба S будет равна ширине впадины $S_в$, то при работе у сцепленных колес не окажется бокового зазора. Для правильной работы зубчатого зацепления такой зазор между нерабочими профилями зубьев необходим и зави-

сит от характера работы зубчатого зацепления. Для обычных условий работы зубчатых колес этот зазор должен гарантировать нормальную работу зацепления при разности температур колеса и корпуса 25° С; при значительных скоростях требуется значительно больший зазор.

В зубчатых зацеплениях колес, вращающихся с небольшой скоростью и имеющих реверсивное движение, зазоры должны быть минимально возможными.

Модуль m зубчатого колеса — отношение диаметра делительной (начальной) окружности в миллиметрах к числу зубьев, т. е.

$$m = \frac{D_д}{z},$$

где $D_д$ — диаметр делительной окружности, а z — число зубьев.

Поскольку $D_д = \frac{t \cdot z}{\pi}$, то $m = \frac{D_д}{z} = \frac{t \cdot z}{\pi \cdot z} = \frac{t}{\pi}$,

где t — шаг по делительной окружности, а π — отношение длины окружности к диаметру. В табл. 515 приводятся стандартные модули по ГОСТ 9563—60.

В качестве величины, заменяющей модуль, в странах с дюймовой системой мер применяется другое отношение, называемое *питчем*. Различают диаметральный $D_п$ и круговой питчи ($C_п$)

$$D_п = \frac{z}{D_д};\ C_п = \frac{\pi}{D_п}.$$

Цилиндрические зубчатые колеса подразделяются, исходя из эксплуатационных требований, на три группы: скоростные, силовые и отсчетные.

Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к зубчатым колесам первой группы, сводятся к ограничению колебания передаточного отношения, по второй группе — к получению возможно большей полноты по длине сопряженных зубьев, по третьей группе, к которой относятся зубчатые колеса отсчетных устройств и передач в измерительных приборах, — к получению возможно большей точности.

В соответствии с назначением зубчатых передач нормы точности этих элементов зависят от специфических требований к передачам в эксплуатации. Эти требования характеризуют в основном пять групп передач, а именно: а) силовые передачи больших мощностей и скоростей, при сохранении высокого коэффициента полезного действия; б) силовые промышленные и транспортные передачи при средних скоростях, обеспечивающих надежность и спокойный ход; в) силовые передачи в станкостроении с обеспечением постоянства передаточного отношения и плавности в работе; г) передачи в автомобилестроении с обеспечением плавности, легкости хода и бесшумности и д) кинематические передачи в точном машиностроении при постоянстве передаточных отношений и отсутствии мертвого хода.

Таким образом, требования допускают высокие технические показатели в одном направлении и низкие в другом. Эта дифферен-

515. Значения стандартных модулей зубчатых колес, *мм*

Ряды модулей	Модули, *мм*					
1-й	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15
2-й	0,055	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18
1-й	0,8	1,0	1,25	0,5	2,0	2,5
2-й	0,9	0,125	1,37	1,75	2,75	2,75
1-й	12	16	20	25	32	40
2-й	14	18	22	28	36	45

Продолжение

Ряды модулей	Модули, *мм*					
1-й	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,7
2-й	0,22	0,28	0,36	0,45	0,55	0,6
1-й	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
2-й	3,6	4,5	5,5	7,0	9,0	11,0
1-й	50	60	80	100	—	—
2-й	55	70	90	—	—	—

циация технических условий выражена в ГОСТ комбинированием степеней точности.

По ГОСТ 9158—59 и 1643—56 установлены 12 степеней точности* зубчатых колес и передач с обозначением степеней в порядке убывания точности. Для каждой степени точности установлены нормы: кинематической точности колеса, плавности работы колеса, контакта зубьев.

Нормы кинематической точности определяют величину наибольшей погрешности угла поворота зубчатых колес за оборот при однопрофильном зацеплении с точным колесом. Эта погрешность возникает при нарезании зубчатых колес за счет погрешностей взаимного расположения обрабатываемого колеса (за-

* За основу этой классификации, характеризующей числовые нормы по элементам сопряжений по аналогии с гладкими поверхностями, принята 7-я степень точности, соответствующая 2-му классу точности.

готовки) и режущего инструмента, а также за счет кинематической погрешности зуборезного станка. Показателем кинематической точности является предельная кинематическая погрешность, обозначаемая ΔF_{ε}. Допуск на предельную кинематическую погрешность обозначается δF.

Кинематическую погрешность можно оценить также посредством предельной накопленной погрешности окружного шага $\Delta_{t\varepsilon}$, являющейся наибольшей погрешностью во взаимном расположении двух любых одноименных профилей зубьев по одной окружности колеса.

Допуск на предельную накопленную погрешность окружного шага обозначается δt_{ε}.

Показателем кинематической погрешности является также колебание длины общей нормали $\Delta_0 L$, т. е. разность между наибольшей и наименьшей длинами общей нормали в одном и том же колесе.

Допуск на колебание длины общей нормали обозначается $\delta_0 L$.

Показателем плавности работы колес является циклическая погрешность, обозначаемая ΔF, которая представляет собой среднюю величину размаха колебаний кинематической погрешности по всем циклам за оборот колеса. Плавность работы зубчатого зацепления имеет существенное значение для обеспечения бесшумности и долговечности передачи. Допуск на циклическую погрешность обозначается δF.

Плавность работы колеса обеспечивается также ограничением предельных отклонений основного шага Δt_0 и профиля Δf.

Предельное отклонение основного шага является разностью действительного и номинального расстояния между двумя взаимнопараллельными касательными к двум соседним одноименным профилям зубьев колеса. Предельные отклонения основного шага обозначаются: верхнее — $\Delta_в t_0$, нижнее $\Delta_н t_0$.

Погрешность профиля Δf характеризует расстояние по нормали между двумя теоретическими профилями зуба колеса, ограничивающими действительный профиль в пределах его участка. Допуск на погрешность профиля обозначается δF.

Нормы контакта зубьев определяют точность выполнения сопряженных зубьев колес в передаче.

Пятном контакта называется часть боковой поверхности зуба колеса, на которой располагаются следы прилегания его к зубьям парного колеса после вращения передачи при мягком торможении.

Нормы точности определяются относительными размерами пятна контакта (в процентах):

а) по длине зуба — отношением расстояния между крайними точками следов прилегания за вычетом разрывов, превосходящих величину модуля в миллиметрах, к полной длине зуба

$$\left(\frac{a-c}{B}\cdot 100\right), \%;$$

б) по высоте зуба — отношением средней высоты пятна прилегания по всей длине зуба к рабочей высоте зуба

$$\left(\frac{h_{\text{ср.п}}}{h_{\text{зуб}}}\cdot 100\right), \%.$$

Нормы точности по величине пятна контакта в зависимости от степени точности приведены в табл. 516.

516. Нормы величины пятна контакта

Способ измерения	Величина пятна контакта, %, при степени точности								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
По высоте	65	60	55	50	45	40	30	25	20
По длине	95	90	80	70	60	50	40	30	25

Независимо от степени точности зубчатых колес в ГОСТ 1643—56 предусмотрены нормы боковых зазоров, которые в соответствии с эксплуатационными требованиями могут быть различными.

Необходимую величину зазора получают в основном за счет смещения исходного контура.

Для передач установлено четыре вида сопряжений:

с нулевым	гарантированным	зазором	С
с пониженным	»	»	Д
с нормальным	»	»	Х
с повышенным	»	»	Ш

Конические зубчатые колеса. Элементы, характеризующие точность конических колес, в основном те же, что и для цилиндрических, за исключением некоторых особенностей.

Так, например, большинство элементов конического колеса определяется в торцовом сечении делительного конуса, т. е. поверхности, являющейся в процессе нарезания колеса по методу обкатки, начальной по отношению к обкатывающему конусу.

Торцовым сечением называется сечение колеса сферической поверхностью, центр которой совпадает с вершиной делительного конуса.

Нормы точности и допуски для конических колес определены ГОСТ 1758—56.

Ниже приведены нормы точности по величине пятна контакта в зависимости от степени точности.

Червячные колеса и червяки. Для червяков червячных колес нормы точности и допуски определены ГОСТ 3675—56 и так же, как для цилиндрических колес, предусмотрено 12 степеней точности.

Степени точности 3, 4, 5 и 6 установлены для кинематических червячных передач с регулируемым взаимным расположением червяка и колеса. Степени 5, 6, 7, 8 и 9 — для силовых червячных передач с нерегулируемым взаимным расположением червяка и колеса. Для степеней 1, 2, 10, 11 и 12 допуски и отклонения не предусмотрены.

Для каждой степени точности установлены нормы: 1) отклонений элементов червяка; 2) отклонений элементов червячного колеса; 3) кинематической точности передачи; 4) циклической точности передачи; 5) полноты контакта боковых поверхностей зубьев колеса и витков червяка.

Нормы точности (кинематической, циклической и на полноту контакта) определяются по червячному колесу.

517. Гарантированный боковой зазор зубчатых зацеплений с цилиндрическими колесами

Вид сопряжения	Величина зазора, *мкм*, при межцентровом расстоянии, *мм*							
	50	50—80	80—120	120—200	200—320	320—500	500—800	800—1250
С	0	0	0	0	0	0	0	0
Д	42	52	65	85	105	130	170	210
Х	85	105	130	170	210	260	340	420
Ш	70	210	260	340	420	530	670	850

518. Нормы величины пятна контакта

Способ измерения	Величина пятна контакта, %, при степени точности						
	5	6	7	8	9	10	11
По высоте	75	70	60	50	40	30	30
По длине	75	70	60	50	40	30	30

Средства и методы измерения зубчатых колес

Измерение зубчатых колес по всем приведенным в ГОСТ параметрам является необязательным.

ГОСТом установлены взаимно заменяющие комплексы достаточного наименьшего количества элементов зубчатого колеса, подлежащих выборочному, постоянному или периодическому контролю.

ГОСТом оговорено, что каждый установленный комплекс показателей точности, используемый при контроле зубчатых колес и передач, является равноправным.

Обычно подвергают контролю только некоторые элементы, важные с точки зрения эксплуатации зубчатого колеса, или же элементы, точность изготовления которых вызывает сомнение.

Таким образом, измерение зубчатых колес производится в двух случаях: с целью обеспечения эксплуатационных требований, предъявляемых со стороны потребителя, и с целью проверки правильности процесса изготовления зубчатых колес (правильная настройка станка, заточка инструмента, правильная установка заготовки на станке и др.).

В первом случае выполняется окончательный контроль, при котором необходимо выявить эксплуатационные показатели: кинематическую точность, плавность работы, контакт боковых поверхностей зубьев колес, шумы, сопровождающие процесс работы колес.

Средства измерения должны быть несложными и производительными; этому требованию отвечает комплексный однопрофильный контроль. При окончательном контроле рекомендуется совмещать измерительную базу с монтажной, т. е. принимать в качестве измерительной базы посадочное отверстие зубчатого колеса.

Во втором случае производится технологический контроль, при котором осуществляется поэлементная оценка качества изготовле-

ния зубчатого колеса. Комплекс элементов, подлежащих измерению, выбирают с таким расчетом, чтобы можно было выявить технологические погрешности, допущенные при изготовлении зубчатых колес.

Технологический контроль следует производить после каждой переналадки станка, перетачивания и смены режущего инструмента.

При технологическом контроле измерительную базу совмещают с технологической, осуществляя измерение непосредственно на зуборезном станке, не снимая заготовку со станка.

При выборе средств и методов измерения следует исходить из предельной погрешности, которая может быть допущена при измерении. Принято считать, что метод измерения применим лишь в том

519. Выбор зубомерных приборов в зависимости от степени точности зубчатых колес и проверяемых элементов

Наименование прибора	Проверяемый элемент	Степень точности зубчатых колес
Кромочный зубомер	Толщина зуба по постоянной хорде	9—11
Тангенциальный зубомер	Смещение исходного контура	5—10
Нормалемер до 150 *мм*	Длина общей нормали	7—11
Нормалемер до 300 *мм*	То же	8—11
Зубомерный микрометр	»	8—11
Шагомер для окружного шага	Окружной шаг	7—11
Шагомер для основного шага (для колес $m=2\div10$ *мм*)	Основной шаг	
То же, но для колес с $m=8\div20$ *мм*	То же	7—11
Биениемер	Биение зубчатого венца	3—11
Межцентромер (при установке по концевым мерам)	Отклонение измерительного межцентрового расстояния	7—11
Межцентромер (при установке по шкалам)	Отклонение измерительного межцентрового расстояния	9—11
Универсальный эвольвентомер с постоянным диском	Правильность эвольвенты	3—6
Универсальный зубомерный прибор	Основной шаг Равномерность основного шага Длина общей нормали Равномерность Равномерность толщины зуба Равномерность окружного шага Биение зубчатого венца	3—6

случае, если предельная погрешность измерения составляет не более 20% величины допуска.

В табл. 519 приведены рекомендации по применению зубомерных приборов в зависимости от степени точности зубчатых колес и проверяемых элементов.

Чаще всего в зубчатом колесе подвергают проверке следующие элемеиты: толщину зуба по делительной окружности; основной и окружной шаги зубчатого колеса; профиль зуба — эвольвенту.

Ниже приводится описание наиболее распространенных зубомерных приборов.

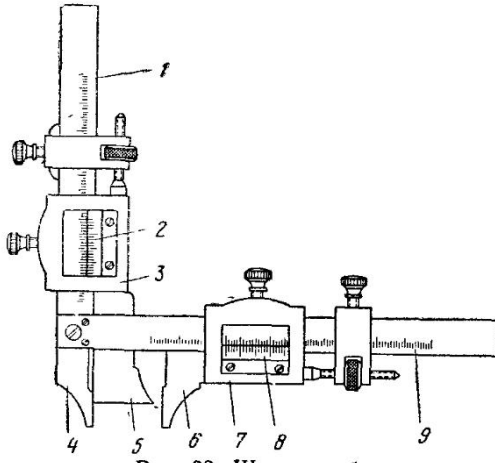


Рис. 32. Штангензубомер

Штангензубомер (ГОСТ 163—41) состоит из двух взаимно перпендикулярных штанг *1*, *9*, на которых нанесены деления с шагом 0,5 *мм* (рис. 32). Вертикальная штанга *1* заканчивается изме-

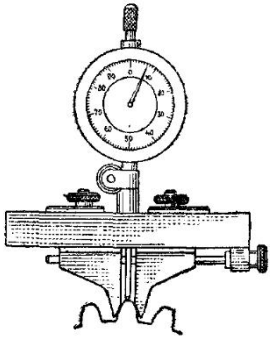


Рис. 33. Тангенциальный зубомер

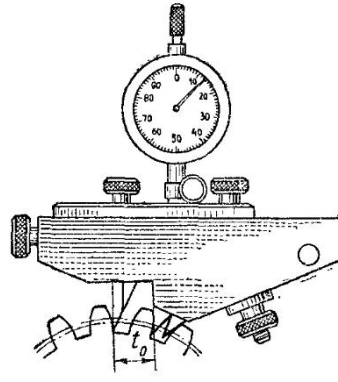


Рис. 34. Шагомер для измерений основного шага

рительной губкой *4*. Вторая измерительная губка *6* представляет собой часть подвижной рамки *7*, перемещающейся по горизонтальной штанге *9*. По вертикальной штанге *1* перемещается рамка *3* с высотной линейкой *5* На рамках укреплены шкалы нониусов *2* и *8* с величиной отсчета 0,02 *мм*. Для точной установки подвижные рамки снабжены микроподачами и стопорами.

Тангенциальный зубомер (ГОСТ 4446—70) применяется для определения смещения исходного контура относительно окружности выступов (рис. 33). Так как допуск на диаметр окружности зубчатых колес велик, то необходимо учитывать при измерении как действительную величину этого диаметра, так и величину биения на окружности выступов.

Установка тангенциального зубомера на нуль производится по установочным роликам (при угле зацепления 20° диаметр ролика $d = 1{,}2037\ m$, где m — модуль).

Шагомер для измерения отклонений основного шага. Для определения основного шага измеряют расстояние между параллельными касательными к двум соседним правым и левым профилям в пределах эвольвентных участков профилей (рис. 34), поэтому шагомер имеет в качестве измерительных поверхностей две параллельные плоскости, воспроизводящие обкатку колеса с рейкой.

Перемещение измерительных плоскостей вдоль профиля изменяет направление измерения, обеспечивая возможность исследования погрешностей шага в различных местах одного и того же профиля.

Шагомеры настраиваются на размер с помощью специальной рамки и блока концевых мер.

Шагомер для проверки окружного шага. Окружной шаг измеряют по хорде дуги окружности, близкой к делительной, между двумя соседними одноименными профилями зубьев. При этом измерительные наконечники можно устанавливать от различных измерительных баз: оси вращения колеса при измерении, окружности выступов зубьев, окружности впадин.

Шагомер для проверки окружного шага показан на рис. 35. Губки *1* и *2* касаются одноименных сторон профиля зуба колеса *3* близ делительной окружности. Левая губка *1* устанавливается по величине модуля колеса по шкале и по нониусу. Правая губка *2* является двуплечим рычагом, один конец которого касается профиля зуба, а второй — действует на измерительный штифт *4* индикатора *5*.

Наряду с перечисленными измерительными инструментами в промышленности применяются эвольвентомеры и универсальные зубомерные приборы (типа МИЗ), которые позволяют проверять кинематическую точность зубчатого колеса; как-то: накопленную погрешность окружного шага, радиальное биение зубчатого венца, колебание длины общей нормали, а также параметры, характеризующие плавность работы колеса (предельные отклонения основного шага, точность окружных шагов) и контакт зубьев в передаче (угол наклона зуба).

Для измерения всех этих параметров к универсальному зубомеру прилагаются различные измерительные приспособления, которые крепятся к каретке прибора в зависимости от измеряемого элемента колеса.

Измерение конических колес осуществляется теми же методами и на таких же приборах, что и цилиндрических колес.

Червячная передача состоит из червячного винта и червячного колеса. Последнее проверяется в основном теми же методами и по

таким же элементам, как и цилиндрические зубчатые колеса. Чаще всего червячные колеса контролируют на правильность зацепления с эталонными червяками.

У червячных винтов (червяков) проверяют средний диаметр, угол профиля винта и шаг винтовой линии.

Средний диаметр червяка проверяют методом трех роликов, аналогично проверке обычных резьб методом трех проволочек.

На рис. 36, *а* приведена схема измерения угла профиля червяка. Параллельно оси червяка установлена прямая грань приспособления, к которой прижата точная треугольная плитка *1*, имеющая угол α при вершине, равный углу профиля резьбы. По боковой грани треугольной плитки может перемещаться сухарь *2*, на котором укреплен индикатор *3* с рычагом *4*. Рычаг *4* оканчивается шаровым наконечником, который касается бокового профиля проверяемого червяка. Прибор устанавливается по эталонному червяку или по шаблонам и плиткам. Отклонения угла профиля червяка регистрируются индикатором *3* при вращении червяка либо при передвижении сухаря *2* вдоль боковой грани плитки *1*.

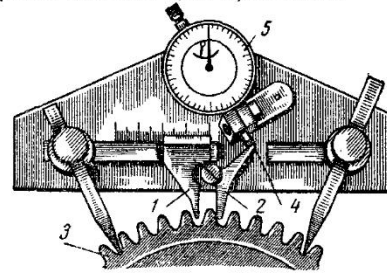


Рис. 35. Шагомер для измерений окружного шага

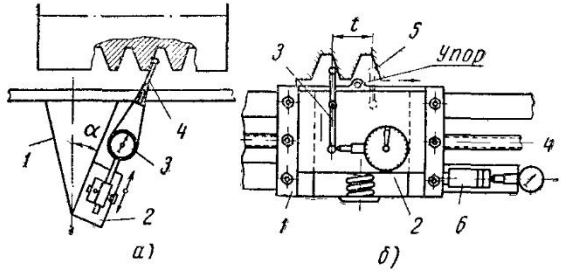


Рис. 36. Схема измерений элементов червяка:
а — угла профиля, *б* — осевого шага

Схема измерения осевого шага червяка показана на рис. 36, *б*. Измерительное приспособление состоит из плиты *1*, которая перемещается по салазкам параллельно оси червяка. На плите установлен индикатор 2, измерительный наконечник которого связан системой рычагов 3 с шаровым наконечником, касающимся бокового профиля проверяемого червяка.

В исходном положении плита *1* должна касаться наконечника индикатора *4*, укрепленного на салазках приспособления. Отметив

520. Основные данные зубомеров для зубчатых колес с углом зацепления 20°, *мм*

Тип зубомера	Пределы измерения (модуль)	Цена деления индикатора или прибора
Тангенциальный зубомер с передвижными губками № 1	2,5—10	0,01
То же, № 2	8—36	0,01
Штангензубомер	1—18 5—35	0,02 0,02
Оптнческий зубомер	1,5—18	0,02

показания индикаторов *2* и *4* (удобнее, если они будут настроены на нулевое положение шкал), отодвигают плнту *1* и к упору индикатора *4* прижимают блок плиток *6*, равный теоретическому размеру шага проверяемого червяка. Затем продвигают плиту *1* с наконечниками так, чтобы они коснулись профиля следующей нитки червяка. Отклонеиие индикатора *2* от первоначального показания укажет отклонение осевого шага червяка *5*.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Виды производства и формы организации механических цехов

В зависимости от производственной программы различают три вида производства: единичное, серийное и массовое.

Единичным производством называется такое, при котором изделия (детали) изготовляются в небольших количествах. Обычно в первую очередь обрабатываются дорогостоящие и трудоемкие детали, затем сопрягаемые с ними более дешевые детали, которые при сборке пригоняются к основным.

При этом за станками не закрепляются определенные детали и операции.

Оборудование, приспособления и инструмент применяются в основном универсального типа.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий сериями от нескольких штук до нескольких сотен. На большинстве рабочих мест детали обрабатываются повторяющимися партиями. В зависимости от размера партий различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

Применяемое оборудование в большинстве является универсальным, подобранным соответствующим образом для изготовления деталей и обеспечивающим сравнительно полную загрузку на основе заранее разработанного календарного и технологического плана обработки.

Оборудование в значительной части (30—50%) оснащается специальными приспособлениями и инструментами и в основном расставляется в порядке последовательности выполнения технологических операций.

Массовым производством называется такое, при котором за каждым рабочим местом закреплены определенные операции. Применяемое оборудование в основном специальное и специализированное с поточным расположением станков по ходу технологического процесса.

Одной из разновидностей массового производства (высшая ступень) является производство *непрерывным потоком*, которое отличается от массового поточного производства тем, что время выполнения всех операций на такой линии одинаково или кратно для всех рабочих мест линии. Это позволяет вести работу без заделов в строго определенном ритме.

Виды производства определяют принцип расположения оборудования. При единичном производстве наиболее целесообразным расположением оборудования является расстановка станков по типам. Такая планировка позволяет ограничиться минимальным количеством универсальных приспособлений и инструмента.

Однако расположение оборудования по типам станков вызывает удлинение путей транспортирования обрабатываемых деталей, так как технологическая последовательность операций, как правило, заставляет много раз перебрасывать детали.

С возрастанием масштаба производства расстановка оборудования по типам станков становится нерациональной, так как приводит к большим транспортным расходам, увеличению производственного цикла и неудобству планирования.

Поэтому в серийном производстве оборудование располагается по линии последовательно.

При недостаточной загрузке оборудования (в условиях мелкосерийного производства) применяется метод группового потока, который характеризуется расстановкой станков в порядке выполнения операций, предусмотренных технологическим процессом для обработки не одной определенной детали, а ряда однотипных или близких по конфигурации и методу изготовления деталей

Оперативно-производственное планирование

Оперативно-производственное планирование цеха, участков и рабочих мест осуществляется на основе техпромфинпланов предприятия.

Государственное плановое задание определяет предприятию задание по выпуску товарной и валовой продукции, номенклатуре, количеству; а иногда и по срокам выпуска отдельных машин или серий.

К товарной продукции завода относится комплектная, соответствующая стандартам или техническим условиям и принятая ОТК продукция, годная для отпуска на сторону, а для цеха — годная для передачи другим цехам.

В товарный выпуск, кроме основной продукции, включаются также все изделия предметов широкого потребления (как изготовленные из поступающего на предприятие материала, так и из отходов), продукция подсобных и вспомогательных цехов, если она отпускается предприятием на сторону (электроэнергия, сжатый воздух, пар, инструмент, приспособления и др.), капитальный ремонт и все виды услуг и продукция для нужд капитального строительства, капитального ремонта зданий, сооружений и оборудования, жилищно-коммунального хозяйства и др.; вся продукция и полуфабрикаты у учебных мастерских (если они реализуются на сторону), а также все виды упаковки и тары собственного производства (если таковые не учтены в себестоимости изделия).

К валовой продукции относится вся товарная продукция, а также изменение (прирост или убыль) незавершенного производства (т. е. денежное выражение всех заготовок, деталей, узлов, неизготовленных или несобранных и находящихся на рабочих местах в складах) и запасы инструмента, приспособлений, штампов, моделей и опок собственного изготовления.

Между товарной и валовой продукцией существует следующая зависимость:

$$T_{пр} = B + H_1 - H_2,$$

где $T_{пр}$ — товарная продукция;

B — валовая продукция;

H_1 — остаток незавершенного производства на начало планового периода;

H_2 — остаток незавершенного производства на конец планового периода.

Плановое задание по товарному и валовому выпуску продукции является основой для составления квартальных и месячных производственных программ для цехов, участков и рабочих мест.

Распределение годового задания по отдельным плановым перио-

дам производится с таким расчетом, чтобы наилучшим образом использовать имеющиеся площади и оборудование, обеспечить рост производительности труда рабочих, снижение затрат на производство и ритмичность выполнения заданий.

Для этой цели разрабатывается развернутый календарный план по заводу в целом, который в дальнейшем служит основой для *производственного плана цеха, участка и рабочего места.*

Оперативно-производственное планирование имеет своей задачей — обеспечить планомерную, ритмичную и взаимоувязанную работу каждого рабочего места, участка, цеха и завода в целях своевременного выполнения производственного плана.

Оперативно-производственное планирование включает календарное планирование и диспетчирование.

Календарное планирование осуществляется в межцеховом и внутрицеховом разрезе.

Межцеховое планирование устанавливает взаимосвязь между плановыми заданиями отдельных цехов.

Внутрицеховое планирование определяет задания по отдельным участкам и рабочим местам на установленный отрезок времени (смену, сутки, неделю, месяц).

Диспетчирование представляет собой оперативное плановое руководство работой отдельных звеньев производства, включая текущую подготовку производства, регулирование комплектности выполнения плана, а также учет и контроль выполнения плана.

Оперативно-производственное планирование осуществляется на основе объемных расчетов (производственной загрузки) и расчетов движения производства (производственного цикла).

Исходными данными для объемных и других расчетов являются технологические процессы, нормы времени, производственные задания (с указанием периодичности), а также нормативы для расчета загрузки оборудования и производственных площадей.

При расчетах движения производства определяются размеры партий деталей, длительность производственного цикла, периодичность запуска, выпуска и работы поточных участков и рабочих мест (такт) и производственные заделы.

После распределения месячной программы по отделениям и участкам цеха и соответствующих объемных расчетов планово-диспетчерское бюро цеха (распредбюро) за 2—3 дня до планируемого срока выдает мастеру утвержденное производственное задание.

В *единичном* и *серийном* производстве месячное производственное задание должно содержать наименование работ, объем работ, выраженный в количестве деталей и нормо-часах, а также декадные или недельные сроки выпуска деталей (для трудоемких работ указываются также сроки начала работ).

В крупносерийном и поточно-массовом производствах производственное задание выдается в виде плана-графика, который помимо перечисленных выше данных содержит также сроки запуска и выпуска по календарным дням месяца.

Как правило, предварительно выданные мастеру задания должны быть откорректированы ПДБ (ПРБ) цеха не позднее 3-го числа планируемого месяца по результатам работы за прошлый месяц.

На основании месячного задания или плана-графика мастер должен провести подготовку участка к выполнению задания, а именно: проверить расстановку рабочих по рабочим местам (с учетом отпусков), наличие технической документации (рабочие чертежи и технологические карты), сроки выхода оборудования в капитальный ре-

монт, а также обеспеченность задания инструментом, приспособлениями, материалами и полуфабрикатами.

Затем вместе с диспетчером-распределителем мастер должен составить и выдать месячное задание на каждое рабочее место, причем это задание в единичном и мелкосерийном производствах выражается в нормо-часах, а в крупносерийном и поточно-массовом — в штуках с указанием номеров операций.

Недельное (декадное) планирование, как правило, преследует цель корректировки месячного задания при единичном и мелкосерийном производстве или при освоении новой продукции в крупносерийном и массовом производстве.

Для оперативной подготовки работы смен мастером совместно с диспетчером-распределителем составляются и выдаются на рабочие места сменно-суточные планы и часовые графики работ.

В крупносерийном и массовом производствах сменно-суточные планы и часовые графики работ составляются ПДБ (ПРБ) цеха.

Сменно-суточные планы составляются только на работы, полностью подготовленные и обеспеченные всем необходимым, не менее чем за сутки вперед.

В соответствии со сменно-суточным планом диспетчер-распределитель участка до начала смены обеспечивает все рабочие места необходимой документацией, оснасткой и материалами (полуфабрикатами).

Результаты работы участка за сутки или смену, по данным ОТК, заносятся диспетчером-распределителем в сменно-суточные и сменные планы работ и доводятся до сведения начальника цеха.

При почасовом планировании учет выработки осуществляется по каждому рабочему месту на основании часового графика работ.

Выполнение производственного задания участка или цеха оценивается не только по объему выпуска, номенклатуре и количеству, но и по показателям, характеризующим экономику производства.

Основными показателями экономики производства являются: производительность труда, себестоимость продукции и капитальные затраты.

На Новочеркасском электровозостроительном заводе разработана и внедрена новая система внутризаводского планирования, имеющая следующие основные особенности:

1. Объектом при многономенклатурном производстве внутризаводского планирования является не каждое из производимых на заводе изделий, а лишь одно, наиболее устойчивое и значительное по удельному весу в плане, принятое за условную единицу.

Все остальные изделия считают как бы узлами, входящими в комплектацию условного изделия и таким образом комплектование приведенного объекта производства влечет за собой пропорциональное комплектование других изделий.

2. Все внутризаводское планирование осуществляется по единому сквозному двухстрочному графику, в числителе которого указываются числа месяца, а в знаменателе — номер условного объекта, подлежащего комплектации в это число. Причем в заготовительных цехах этот номер предусматривается с соответствующим опережением, иными словами заготовительные цехи комплектуют в этот день то условное изделие, которое будет выпущено с завода через 20—40 дней (с учетом длительности производственного цикла).

3. Планирование и учет работы организованы непосредственно на участках и в цехах с использованием для этой цели межопераци-

онных картотек пропорциональности, куда заносятся данные обеспеченности по каждой детали и номеру условного объекта.

По мере комплектования карточка перемещается в соответствующую ячейку. Если деталь идет с опережением, она находится справа от сегодняшнего числа, если с отставанием, то слева.

Применение этой системы создает предпосылки для использования вычислительной техники.

Производительность труда

Постоянное совершенствование технологии, организации труда и планирования производства способствует повышению производительности труда и является материальной основой роста.

Основными показателями производительности труда являются уровень и рост производительности труда.

Уровень производительности труда принято измерять количеством продукции, производимой в единицу рабочего времени (например, за 1 чел.-час).

Рост производительности труда характеризуется количеством продукции, добавочно производимой в единицу рабочего времени (за один час, смену и т. д.).

Уровень производительности труда до и после внедрения организационно-технических мероприятий в массовом и крупносерийном производствах рассчитывается по следующим формулам:

$$У_1 = \frac{B_1}{T_1} \text{ и } У_2 = \frac{B_2}{T_2},$$

где $У_1$ — уровень производительности труда до проведения технического мероприятия, шт./чел.-час;

$У_2$ — то же, после его проведения;

B_1 — объем выпуска, шт., до проведения технического мероприятия;

B_2 — то же, после его проведения;

T_1 — время, затрачиваемое на обработку до проведения технического мероприятия;

T_2 — то же, после его проведения.

Рост производительности труда определяется из следующей формулы:

$$У_д = У_2 - У_1,$$

где $У_д$ — дополнительный выпуск продукции.

Степень роста производительности труда определяется в процентах от прежнего уровня.

В условиях единичного и серийного производства, когда в течение месяца на одном рабочем месте обрабатываются различные детали, показатели производительности труда определяются в трудовых или ценностных единицах.

Измерение уровня производительности труда в трудовых единицах применяется в тех случаях, когда исчисляется уровень применительно к труду одного рабочего, занятого изготовлением различных деталей или небольшого числа их.

В качестве трудовых единиц используются нормо-часы рабочего времени, полагающегося на обработку соответствующих деталей. В этом случае сумма нормо-часов выражает объем выполняемой работы или косвенно и объем продукции.

Уровень производительности труда измеряется в ценностных единицах обычно тогда, когда необходимо дать характеристику производительности труда в среднем по цеху или заводу в целом. В этих случаях уровень производительности труда одного рабочего определяется путем деления выполненного всеми рабочими общего объема работ в денежном выражении (валовой продукции цеха или завода) на среднесписочное число рабочих.

При этом общий объем выполненных работ выражается в оптовоотпускных ценах.

Основными путями повышения производительности труда являются:

сокращение технологического (машинного) вспомогательного и подготовительно-заключительного времени;

применение концентрированной и расчлененной обработки;

применение групповой обработки;

повышение культуры организации рабочего места.

Себестоимость продукции

Себестоимость продукции представляет собой денежное выражение суммы цеховых издержек производства (затрат), приходящихся на изготовление одной детали.

Цеховая себестоимость единицы продукции определяется по следующей формуле:

$$Ц = \frac{М + З + Э + Н}{В},$$

где $М$ — затраты на основные материалы и полуфабрикаты, коп.;

$З$ — производственная зарплата, коп.;

$Э$ — расходы-затраты на технологическое топливо и энергию, коп.;

$Н$ — цеховые накладные расходы, коп.;

$В$ — объем выпуска, шт.

Издержки производства, т. е. сумма затрат на основные материалы, производственную зарплату, технологическое топливо и энергию, характеризуют прямые затраты, т. е. затраты, которые могут быть отнесены непосредственно на производство данных деталей (изделий).

Цеховые накладные расходы являются затратами общего характера на весь объем производства и при установлении величины накладных расходов, падающих на производство одной детали, выражаются в процентах к производственной зарплате, установленных для данного цеха.

К цеховым накладным расходам относится стоимость вспомогательных материалов, отопления и освещения, износа малоценного инструмента и инвентаря, заработная плата вспомогательных рабочих, ИТР и служащих, стоимость амортизации и текущего ремонта зданий, сооружений и оборудования, транспортных расходов, услуг вспомогательных цехов, канцелярских принадлежностей, а также начисления на зарплату, командировочные и прочие расходы.

Расчет себестоимости детали (изделия) называется калькуляцией. Для определения предполагаемой себестоимости детали составляется предварительная или плановая калькуляция. Действительная себестоимость определяется отчетной калькуляцией, учитывающей фактические расходы, произведенные на изготовление детали.

Сопоставление плановой себестоимости с отчетной является основным видом оценки хозяйственной деятельности участка.

Снижение себестоимости — показатель качественной стороны работы участка и, в частности, работы мастера как технического руководителя и организатора работы на каждом рабочем месте.

Основными мероприятиями по снижению себестоимости, осуществление которых зависит от практической деятельности мастера, являются:

1) внедрение передовых методов труда и организации рабочего места;

2) ликвидация брака;

3) сокращение отходов материалов;

4) повышение качества изготовления деталей;

5) исправление некачественно изготовленных деталей;

6) сокращение норм расхода вспомогательных материалов;

7) сокращение норм расхода режущего инструмента;

8) сокращение численности вспомогательных рабочих;

9) внедрение наивыгоднейших режимов обработки;

10) сокращение числа переналадок оборудования;

11) малая механизация и автоматизация отдельных рабочих мест и вспомогательных операций;

12) организация многостаночного обслуживания и совмещение профессий;

13) ликвидация простоев рабочих и оборудования;

14) ликвидация сверхурочных работ и доплат за отклонение от технологического процесса;

15) внедрение наиболее производительного режущего инструмента и приспособлений;

16) внедрение наиболее производительных методов контроля;

17) повышение загрузки и технологического использования оборудования;

18) сокращение производственного цикла;

19) сокращение сроков простоя оборудования в ремонте;

20) модернизация оборудования в целях повышения производительности;

21) сокращение сроков ремонта оснастки;

22) снижение расхода электроэнергии;

23) внедрение технических норм и эффективных форм оплаты труда;

24) обеспечение правил по технике безопасности;

25) повседневный производственный инструктаж и повышение квалификации рабочих участка.

Успешное выполнение и перевыполнение плана снижения себестоимости зависит не только от организационно-технических мероприятий, обеспечивающих заданное снижение, но и от творческой инициативы работающих на участке, активно борющихся за всемерное использование внутрипроизводственных резервов.

Долг и обязанность руководителя участка, цеха всячески поддерживать эту инициативу, развивать рационализацию и изобретательство и возглавлять социалистическое соревнование на участке, являющееся источником роста производительности труда.

В табл. 521 приводятся средние значения затрат по отдельным видам цеховых накладных расходов машиностроительного завода.

521. Затраты по видам цеховых накладных расходов машиностроительного завода

Виды расходов	Средние величины затрат
Вспомогательные материалы и инструмент	
Смазочные материалы	От 1 руб. 50 коп. до 2 руб. в месяц на один станок
Обтирочные материалы	От 20 до 50 коп. в месяц на один станок
Смазочно-охлаждающие жидкости	От 3 до 7,5 коп. в месяц на один станок
Режущий инструмент и материал	От 10 до 30 руб. в месяц на один станок
Износ измерительного инструмента	От 1 руб. 50 коп. до 5 руб. в месяц на один станок
Малоценный инвентарь	От 1 до 7,5 руб. в месяц на один станок
Материал для уборки помещений	От 5 до 10 руб. в год на каждые 100 $м^2$ площади
Износ и ремонт хозяйственного инвентаря	От 15 до 25% от стоимости инвентаря
Канцпринадлежности	25 руб. в год на каждого служащего
Охрана труда и техника безопасности	От 2 до 5% от основной заработной платы рабочих
Технологическое топливо	
Электроэнергия для освещения	От 2 до 3,5 коп. за 1 *квт. ч*
Электроэнергия для питания электродвигателей	» 1 до 2 коп. за 1 *квт·ч*
Электроэнергия для технологических целей	» 1,5 до 2 коп. за 1 *квт. ч*
Пар для технологических целей	» 1 р. 50 к. до 3 руб. за 1 *т*
Вода для технологических целей	» 2 до 4 коп. за 1 $м^3$
Сжатый воздух для технологических целей	» 1 до 1,5 коп. за 1 $м^3$
Газ для технологических целей	» 1 до 1,5 коп. за 1 $м^3$
Топливо для технологических целей	Уголь — 10 руб.; мазут — 50 руб. за 1 *т*
Пар для отопления	От 1 до 2 коп. за 1 *т*
Вода для бытовых нужд	» 3 до 8 коп. за 1 $м^3$
Заработная плата	
Административно-технический персонал	От 80 до 120 руб. в месяц на одного человека
Счетно-конторский персонал	От 50 до 80 руб. в месяц на одного человека
Младший обслуживающий персонал	От 30 до 40 руб. в месяц на одного человека
Дополнительная зарплата по категориям рабочих	От 2 до 5% от основной заработной платы

Продолжение табл. 521

Виды расходов	Средние величины затрат
Оплата очередных отпусков	От 5 до 8% от основной заработной платы
Начисления на зарплату	От 6 до 8% от общего фонда заработной платы
Заработная плата вспомогательных рабочих	От 50 до 70 руб. в месяц на одного человека
Заработная плата контролеров	От 60 до 80 руб. в месяц на одного человека
Начисление на заработную плату	8% от общего фонда заработной платы
Амортизация	
Машин и оборудования	От 5 до 8% от первоначальной стоимости
Зданий и сооружений	От 2 до 6% от первоначальной стоимости
Производственные услуги	
Текущий и средний ремонт оборудования	От 6 до 10% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт печей	От 20 до 75% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт транспортных средств	От 15 до 20% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт режущего инструмента	От 10 до 15% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт малоценного инструмента	От 25 до 75% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт зданий и сооружений	От 1 до 3% от первоначальной стоимости
Текущий и средний ремонт инвентаря	От 10 до 15% от первоначальной стоимости
Разные расходы	
Командировки	От 0,3 до 1% зарплаты ИТР и СКП
Налоги и сборы	2% от фонда зарплаты производственных рабочих
Изобретательство и рационализация	От 5 до 7,5 руб. в год на одного рабочего
Почтово-телеграфные	От 0,1 до 0,2% от фонда заработной платы
Телефон и сигнализация	40 руб. в год на содержание одного телефонного аппарата
Прочие	0,5% от фонда заработной платы производственных рабочих

Примечание. Бо́льшие значения применять для мелкосерийного производства, меньшие — для крупносерийного производства.

Заработная плата

Удельный вес производственной заработной платы в общей себестоимости продукции машиностроительных заводов колеблется в пределах от 8 до 20%, причем по мере перехода от единичного к серийному, а затем и к массовому производству удельный вес зарплаты в общей сумме затрат понижается.

Расчет производственной зарплаты производят путем умножения нормы времени операции на соответствующую тарифную ставку за 1 *ч* работы или

$$З = t_{вр} \cdot C_т,$$

где $t_{вр}$ — нормированное время по каждой операции для изготовления детали, *ч*;

$C_т$ — соответствующая тарифная ставка за 1 *ч* работы на каждой операции, коп.

Основой организации заработной платы на предприятии является тарифная система, которой устанавливаются различные уровни оплаты в зависимости от квалификации труда, производительности, тяжести и вредности.

Оплата труда основывается на следующих двух принципах:

оплата труда в соответствии с квалификацией, т. е. по качеству труда;

оплата труда одной и той же квалификации в соответствии с производительностью, т. е. по количеству труда.

Тарифная система состоит из: 1) сетки тарифных разрядов с присвоенными каждому из них коэффициентами; 2) тарифных ставок; 3) тарифно-квалификационных справочников.

Назначение тарифных сеток заключается в установлении правильных соотношений в оплате труда рабочих различной квалификации.

В машиностроительной промышленности все работы и соответственно квалификации рабочих принято подразделять на шесть разрядов. Первый разряд определяет самую низкую, а шестой разряд — самую высокую квалификацию.

Тарифная ставка устанавливает размер оплаты труда рабочего в единицу времени (час, смена).

Тарифные ставки устанавливаются в зависимости от формы оплаты труда (сдельная или повременная), условий труда и значимости отрасли промышленности в системе народного хозяйства.

В табл. 522 приводятся тарифные разряды, ставки для рабочих машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности.

Тарифно-квалификационные справочники содержат характеристики различных работ, выполняемых в данной отрасли промышленности, отвечающие требованиям по профессиям и разрядам.

Тарифно-квалификационными справочниками пользуются для определения разряда тарифной сетки, соответствующей сложности работы.

Установление тарифного разряда рабочего производится на основе результатов испытаний (сдачи пробы) согласно требованиям, указанным в тарифно-квалификационном справочнике.

Тарифная система должна содействовать постоянному росту производительности труда, способствовать внедрению технически обоснованных норм выработки и повышению квалификации рабочих.

Основной формой оплаты труда в социалистической промышлен-

522. Часовые тарифные разряды и ставки для рабочих-станочников, занятых на обработке материалов резанием, коп.

Условия работы	Разряды					
	I	II	III	IV	V	VI
На работах с нормальными условиями труда:						
для сдельщиков . .	50,3	54,8	60,6	67,0	75,4	86,3
для повременщиков	47,1	51,2	56,6	62,7	70,5	80,7
На работах с вредными условиями труда:						
для сдельщиков . .	53,0	57,6	63,7	70,5	79,4	90,8
для повременщиков	49,5	53,9	59,6	65,9	74,2	84,9

ности является сдельная форма заработной платы, которая более чем другие формы труда соответствует социалистическому принципу распределения по труду, т. е. принципу оплаты в соответствии с количеством и качеством затраченного труда и полученными результатами.

При сдельной оплате труда заработок рабочего находится в полной зависимости от его выработки и чем выше производительность труда, чем выше выработка, тем выше заработок.

Сдельная форма организации труда способствует улучшению организации труда, росту производительности, снижению себестоимости, а также рациональному использованию оборудования, материалов и рабочего времени.

В машиностроении применяется сдельная оплата труда трех разновидностей:

Прямая сдельная оплата, когда труд оплачивается по определенным расценкам за единицу выработки независимо от степени выполнения установленной нормы, причем заработок исчисляется пропорционально выработке без какого-либо ограничения.

В зависимости от организации производственных процессов применяется *индивидуальная* или *бригадная* система прямой сдельной оплаты труда.

Индивидуальная оплата труда применяется в тех случаях, когда есть возможность учесть фактическую выработку каждого рабочего; бригадная — при невозможности учесть выработку каждого рабочего в отдельности.

Сдельно-прогрессивная, когда одна и та же работа оплачивается по различным расценкам, прогрессивно-нарастающим в зависимости от степени перевыполнения установленной нормы выработки.

Этот вид оплаты труда применяется, как правило, при необходимости расшить «узкие места» производства, препятствующие увеличению выпуска продукции и выполнению производственной программы участка, и только в том случае, когда исчерпаны возможности ликвидации этих «узких мест» за счет организационно-технических мероприятий.

Сдельно-прогрессивная система оплаты труда может быть как *индивидуальная, так и бригадная.*

Сдельно-премиальная, когда обычная сдельная оплата труда дополняется оплатой за экономию материалов, топлива, энергии, инструмента и т. д.

Наряду со сдельной оплатой труда, имеющей наибольшее распространение в машиностроении, применяется также и *повременная* оплата труда, при которой исчисление заработка производится умножением дневной или часовой тарифной ставки (с учетом разряда рабочего) на число отработанных дней или часов.

Повременная оплата труда, как правило, применяется в тех случаях, когда трудно учесть фактическую выработку. Повременная оплата труда допускает также применение премиальной системы при достижении количественных и качественных показателей (сокращение простоя оборудования в ремонте, экономии материалов, топлива, инструмента и т. д.).

Для оплаты труда вспомогательных рабочих, а также наладчиков и работников других профессий, обслуживающих участок производства, применяется косвенная сдельная оплата труда, при которой заработок исчисляется по сдельной расценке, установленной исходя из тарифной ставки и нормы выработки обслуживаемых ими производственных рабочих.

Основные определения и расчеты

В практике производства часто приходится рассчитывать производственную мощность, количество оборудования, численность и состав рабочей силы и другие исходные данные, необходимые для выполнения производственной программы.

Календарный годовой фонд времени работы оборудования в часах определяется по формуле

$$\Phi_к = [д - (в + р)]\, с \cdot ч - (в + п)\, ч_с\, с,$$

где д — количество календарных дней в году (365);
в — количество выходных дней в году (52);
р — количество революционных праздников (8);
п — количество предпраздничных дней (6)*;
с — количество смен;
ч — продолжительность смены;
$ч_с$ — величина сокращения продолжительности смены в предпраздничные дни (1 *ч*).

При пятидневной неделе (одно- и двухсменной) продолжительность смены составляет 8 *ч* 15 *мин* (4 дня) и 8 *ч* (1 день), итого 41 *ч* в неделю. При пятидневной неделе с трехсменным режимом работы продолжительность смены составляет 7 *ч* 40 *мин*, при этом в месяц 3 недели работают по пятидневному графику и одну неделю по шестидневному (Пермский график). При пятидневной рабочей неделе в предпраздничные дни продолжительность смены не сокращается.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования в часах, т. е. с учетом простоя оборудования в капитальном ремонте, определяется по формуле

$$\Phi_д = \Phi_к \cdot K_р.$$

где $K_р$ — коэффициент простоя оборудования в капитальном ремонте.

---

* 1 и 2 мая, 7 и 8 ноября имеют по одному предпраздничному дню.

В таблице 523 приводятся числовые значения действительного годового фонда времени работы оборудования при различной сменности, продолжительности часов работы и времени простоя оборудования в капитальном ремонте.

Действительный годовой фонд времени рабочих мест слесарей, сборщиков, контролеров и др. принимается равным календарному фонду.

Фонд времени рабочего определяется с учетом неизбежных потерь, составляющих 8% (в том числе выполнение общегосударственных обязанностей, невыходы по болезни и др., а также отпуск в размере 15-ти* рабочих дней). Числовые значения действительного фонда времени рабочего приведены в табл. 524.

Такт рабочего места, участка или цеха определяет время в минутах на операцию, необходимое для обработки одной детали при условии 100% выполнения программы выпуска и подсчитывается по формуле

$$t = \frac{\Phi_{др} \cdot 60}{П_ц} \text{ мин},$$

где $П_ц$ — годовая программа выпуска рабочего места, участка или цеха, шт.;

$\Phi_{др}$ — действительный годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха, *ч*.

523. Фонд времени работы оборудования

Число смен	Количество часов работы в смену	Календарный годовой фонд $\Phi_к$, *ч*	Действительный годовой фонд $\Phi_д$, *ч*			
			$K_р = 0{,}94$	$K_р = 0{,}95$	$K_р = 0{,}96$	$K_р = 0{,}97$
1	6	1772	1667	1683	1701	1715
1	7	2077	1956	1973	1993	2015
2	6+6	3544	3334	3366	3412	3430
2	7+7	4154	3904	3940	3996	4030

Примечание. Коэффициент простоя оборудования в капитальном ремонте уточняется по годовому плану капитального ремонта.

524. Фонд времени рабочего

Количество часов работы в смену	Календарный годовой фонд времени, *ч*	Общий процент потерь от календарного фонда	Действительный годовой фонд времени, *ч*
6	1772	8	1630
7	2077	8	1914

* На вредных работах 18 и 24 рабочих дня.

При определении такта можно принимать в расчет месячный, суточный или сменный фонд времени; в этих случаях программа выпуска принимается соответственно: месячная, суточная или сменная.

Годовая программа выпуска определяет количество годных деталей, подлежащих выпуску с производственного участка или рабочего места в течение года.

$$П_{ц} = П \cdot n \left(1 + \frac{a}{100}\right),$$

где $П$ — годовая программа выпуска завода в готовых машинах (изделиях),

a — количество запасных частей в процентах от общего количества деталей.

n — количество деталей на одну машину (изделие).

Цеховая программа запуска устанавливает количество заготовок или полуфабрикатов, подлежащих поставке на производственный участок или рабочее место.

Программа запуска, как правило, превышает программу выпуска на число деталей, необходимых для наладки (технологические потери), и определяется по следующей формуле:

$$П_{з} = П \cdot n \left(1 + \frac{a}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{b}{100}\right),$$

где b — количество дополнительных деталей в процентах от основной программы выпуска на наладку (технологические потери).

Расчетное количество оборудования определяется из отношения времени обработки деталей к действительному фонду времени работы оборудования по следующей формуле:

$$C_{р} = \frac{T_{к} \cdot П}{Ф_{д} \cdot 60},$$

где $T_{к}$ — суммарное калькуляционное время на изготовление детали в станко-часах (штучное время+подготовительно-заключительное время: $T_{шт} + T_{пз}$).

Так как в поточно-массовом производстве $T_{к} = T_{шт}$ ($T_{шт}$ — штучное время в станко-часах), то

$$C_{р} = \frac{T_{шт} \cdot П}{Ф_{д} \cdot 60}.$$

Для расчета потребного количества станков при загрузке станка несколькими операциями обработки одной или нескольких деталей определяют суммарное калькуляционное время обработки на всех операциях.

Расчетное количество станков обычно получается дробным и округляется до целого числа, например $0{,}84 \cong 1$.

Если число станков, полученное по этой формуле, окажется немного больше единицы ($1{,}13 \cong 1$; $1{,}57 \cong 2$), то целесообразней произвести округление в меньшую сторону, добиваясь снижения $T_{к}$ за счет внедрения организационно-технических мероприятий.

Степень занятости оборудования работой, закрепленной за данным станком, характеризует коэффициент загрузки оборудования ($K_з$), который определяется из отношения расчетного к принятому количеству оборудования

$$K_з = \frac{C_р}{C_п},$$

где $C_п$ — принятое количество оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования при двухсменной работе для серийного производства $K_з = 0{,}8—0{,}9$; для массового производства $K_з = 0{,}65 — 0{,}75$.

Степень использования оборудования по машинному времени характеризует коэффициент использования, который представляет собой отношение машинного времени к штучному или калькуляционному времени:

$$K_и = \frac{T_м}{T_к} \geqslant 0{,}6 \text{ (для единичного и серийного производства)};$$

$$K_и = \frac{T_м}{T_{шт}} \geqslant 0{,}7 \text{ (для массово-поточного производства)}.$$

Этот коэффициент следует максимально повышать за счет сокращения подготовительно-заключительного, вспомогательного времени и времени обслуживания.

Определение необходимого количества производственных рабочих можно осуществлять по трудоемкости с учетом общей суммы нормированного времени, необходимой для выполнения программы участка, или по принятому количеству оборудования.

При расчете количества производственных рабочих по трудоемкости пользуются следующей формулой:

$$P_{ст} = \frac{T_с \cdot П_и}{Ф_д \cdot K_м},$$

где $T_с$ — трудоемкость обработки комплекта деталей одного изделия, *ст/час*;

$K_м^*$ — средний коэффициент многостаночной работы (для механических цехов крупносерийного и массового производства $K_м = 1{,}2 — 1{,}4$; для механических цехов с большим количеством станков-автоматов и зуборезного оборудования $K_м = 1{,}3—1{,}5$).

При расчете количества производственных рабочих по принятому количеству оборудования пользуются следующей формулой:

$$P_{ст} = \frac{Ф_д \cdot C_п K_з}{Ф_{др} \cdot K_м},$$

где $Ф_{др}$ — действительный годовой фонд времени рабочего в часах.

---

* Средние значения $K_м$ для отдельных видов оборудования: станки общего назначения (токарные, сверлильные, револьверные, фрезерные, шлифовальные и т. д.) равны 1; полуавтоматы — 1,5 : 2; автоматы — 2 : 4; зуборезные станки — 4 : 5.

Определение размера партии запускаемых в производство деталей в серийном производстве осуществляется по следующей формуле:

$$P_{\text{п}} = \frac{\Sigma T_{\text{пз}}}{\Sigma T_{\text{шт}}} \cdot K_{\text{п}},$$

где $\Sigma T_{\text{пз}}$ — сумма норм подготовительно-заключительного времени по всем операциям механической обработки детали, *мин*;

$\Sigma T_{\text{шт}}$ — сумма норм штучного времени по всем операциям механической обработки детали, *мин*;

$K_{\text{п}}$ — коэффициент партионности (для мелкосерийного равно 10; для среднесерийного производства — 15 ÷ 18; для крупносерийного производства — 20 ÷ 25).

Полученный результат должен быть откорректирован с учетом следующих положений:

1) партия должна быть кратной месячной программе и обеспечивающей участок сборки минимум на недельный выпуск и максимум на трехмесячный;

2) партия должна обеспечивать загрузку оборудования по ведущим операциям не менее чем на одну смену (в мелкосерийном производстве на половину смены);

3) партия должна быть кратной количеству деталей, обрабатываемых одновременно на станках;

4) партия должна свободно размещаться на межоперационных площадях и площадях заделов участка или цеха.

В табл. 524 приводятся числовые значения размера партии в зависимости от суммы норм штучного и подготовительно-заключительного времени.

Производственный цикл. Календарная продолжительность пребывания детали (изделия) в процессе производства от запуска заготовок на первую операцию до сдачи готовых деталей на сборку или склад готовых деталей называется производственным циклом.

Длительность производственного цикла зависит от порядка движения обрабатываемых деталей в процессе производства по технологическим операциям.

Различают следующие виды движения: последовательное, параллельное и параллельно-последовательное.

Последовательное движение характеризуется выполнением последующей операции только после окончания предыдущей операции по всей партии деталей.

Этот вид движения всей партии деталей по технологическим операциям характерен для единичного и мелкосерийного производства.

Продолжительность производственного цикла в часах определяется по формуле

$$U_{\text{п}} = n \cdot T_{\text{к}} + T_{\text{с}},$$

где n — количество деталей в партии;

$T_{\text{к}}$ — калькуляционное время изготовления детали, *ч*;

$T_{\text{с}}$ — время пролеживания детали между сменами и на нетехнологических операциях (контроль, транспорт и т. д.), *ч*.

Параллельно-последовательное движение характеризуется выполнением последующей операции после окончания предыдущей операции части партии обрабатываемых деталей.

524. Выбор размера партии в зависимости от суммы норм штучного времени (для среднесерийного произв

Сумма норм штучного времени по всем операциям обработки деталей, *мин*	Сумма норм подготовительно-заключительного времени по							
	10	20	30	40	50	60	70	80
	Количество деталей							
До 0,2	750	1500	2250	3000	3750	4500	5250	600
0,5	300	600	900	1200	1300	1800	2100	240
1,0	150	300	450	600	750	900	1050	120
1,5	100	200	300	400	500	600	700	80
2,0	75	150	225	300	375	450	525	60
3,0	50	100	150	200	250	300	350	40
4,0	37	75	112	150	137	225	262	30
5,0	30	60	90	120	150	180	210	24
7,0	21	42	63	84	105	126	147	16
9,0	16	33	50	66	80	100	112	12
10	15	30	45	60	75	90	105	12
15	10	20	30	40	50	60	70	8
20	7	15	22	30	38	45	52	6
30	5	10	15	20	25	30	35	4
40	4	8	11	15	19	22	26	3
50	3	6	9	12	15	18	21	2
60	—	5	8	10	13	15	18	2
70	—	4	6	8	10	13	15	1
80	—	4	6	7	9	11	13	1
90	—	3	6	7	8	10	12	1

Примечание. Для мелкосерийного производства величину парти крупносерийного производства — на 1,6.

Параллельно-последовательное движение деталей характерно для средне- и крупносерийного производства. Продолжительность производственного цикла в минутах определяется по формуле

$$U_{\text{п}} = [T_{\text{к}} + (n-1)] \cdot \Sigma (t_{\text{мако}} - t_{\text{мин}}) + (n-1) \cdot t_{\text{пр}} + T_{\text{с}},$$

где $\Sigma (t_{\text{мако}} - t_{\text{мин}})$ — сумма разности между более и менее продолжительными смежными операциями, *мин*;

$t_{\text{пр}}$ — наиболее продолжительная операция, *мин*.

Параллельный вид движения характеризуется выполнением последующей операции после окончания предыдущей по каждой обрабатываемой детали (или транспортной партии).

Параллельное движение характерно для массового или поточного производства, где продолжительность производственного цикла в минутах определяется по формуле

$$U_{\text{п}} = [T_{\text{к}} + (n-1)\, t_{\text{пр}}] + t_{\text{с}}.$$

Сокращение продолжительности производственного цикла снижает сроки изготовления деталей (изделий), незавершенное производство и накладные расходы, а также повышает ритмичность работы производственного участка и цеха.

В табл. 525 приводятся укрупненные числовые значения продолжительности производственного цикла в днях в зависимости от количества операций и величины калькуляционного времени при последовательном движении партии деталей.

525. Укрупненные значения длительности производственного цикла в днях при последовательном движении партии деталей

Количество операций	Сумма норм штучного и подготовительно-заключительного времени на партию, *ч*									
	до 2	от 2 до 7,5	от 8 до 15	от 16 до 23	от 24 до 30	от 31 до 38	от 39 до 46	от 47 до 54	от 55 до 61	от 62 до 70
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Единая система технологической документации (ЕСТД)

Государственными стандартами установлены взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой в производстве всеми машиностроительными и приборостроительными организациями и предприятиями Советского Союза со сроком введения с 1/VII 1973 г.

Основное назначение стандартов ЕСТД заключается в установлении во всех организациях и на всех предприятиях единых правил выполнения, оформления, комплектации и обращения технологической документации, обеспечивающих:

стандартизацию обозначений и унификацию последовательности размещения однородной информации в формах документации на различные виды работ при использовании средств вычислительной техники для управления производством;

взаимообмен технологическими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;

стабильность комплектности, исключающую повторную разработку и выпуск дополнительных документов.

Правила и положения, изложенные в стандартах, по разработке, оформлению и обращению технологических документов распространяются на их виды, установленные ГОСТ 3.1102—70 и, кроме того, на научно-техническую и учебную литературу.

Стандартами (ГОСТ 3.1101—70) установлены стадии разработки технологической документации и этапы выполнения работ на изделия машиностроения и приборостроения, виды и комплектность технологических документов (ГОСТ 3.1102—70), формы, размеры и порядок заполнения технологической документации (ГОСТ 3.1103—70), общие требования к технологическим текстовым документам (ГОСТ 3.1104—71), правила оформления маршрутной карты (МК1), эскизов и схем (КЭ), технологической инструкции (ТИ), материальной ведомости (ВМ) и ведомости оснастки (ВТ) (ГОСТ 3.1105—71).

Стандартом также установлены форма и порядок заполнения спецификации технологических документов на изделия, сборочные единицы, детали и материалы (ГОСТ 3.1106—70), единая система учета применяемости деталей и сборочных единиц и порядок расчета количественного состава изделия с применением вычислительной техники (ГОСТ 3.1301—71).

Стандартом установлена система учета применяемости технологической оснастки как источника оперативной информации о спроектированной и изготовленной оснастке (ГОСТ 3.1302—71), а также комплекс нормативно-справочной информации, переносимой на машинные носители с форм технологической документации, содержание картотеки и источники их создания (ГОСТ 3.1501—71).

Кроме общих положений, ЕСТД установлены правила оформления технологических документов на процессы раскроя и нарезания заготовок (ГОСТ 3.1402—71), на процессы механической обработки (ГОСТ 3.1404—71), на процессы сборочных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ (ГОСТ 3.1407—71) и на процессы технического контроля (ГОСТ 3.1410—71).

Стандартами также установлены правила оформления документации на процессы изготовления отливок (ГОСТ 3.1401—71), на процессы ковки и штамповки (ГОСТ 3.1403—71), на процессы термиче-

ской обработки (ГОСТ 3.1405—71), на процессы сварки (ГОСТ 3.1406—71), на процессы защитных покрытий (ГОСТ 3.1408—71), на процессы изготовления деталей из пластмасс (ГОСТ 3.1409—71), обмоточно-изолировочных и пропиточно-сушильных работ (ГОСТ 3.1411—71), а также на процессы изготовления металлокерамических деталей (ГОСТ 3.1412—71).

Таким образом стандарты ЕСТД являются основой для разработки и издания организационно-методической и инструктивно-производственной документации, определяющей и регулирующей деятельность, связанную с составлением, обращением и обработкой технологических документов, технологической подготовкой, планированием и организацией производства.

ЛИТЕРАТУРА

Аршинов В. А., Алексеев Г. А. Резание металлов и режущий инструмент. М., «Машиностроение», 1964.

Ансеров М. А. Справочное руководство фрезеровщика. Л., Лениздат, 1964.

Данилевский В. В. Справочник молодого машиностроителя. М., «Высшая школа», 1967.

Журавлев В. Н. и др. Машиностроительные стали (справочник) М., «Машиностроение», 1968.

Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на предприятиях машиностроения и металлообработки. М., «Финансы», 1964.

Кацнельсон М. Ю. и др. Пластические массы (справочник). М., «Химия», 1968.

Кован В. М. и др. Основы технологии машиностроения, М., «Машиностроение», 1965.

Калашников С. Н. и др. Производство зубчатых колес (справочник). М., Машгиз, 1963.

Мягков В. Д. Допуски и посадки. Л., «Машиностроение», 1969.

Малов А. Н. Механизация и автоматизация универсальных металлорежущих станков. М., Машгиз, 1963.

Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на металлорежущих станках. ЦБПН по труду. М., Машгиз, 1967.

Семенченко И. И. и др. Проектирование металлорежущего инструмента. М., Машгиз, 1963.

Фрумин Ю. Л. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент. М., Машгиз, 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3
Принятые обозначения 5
Разные сведения 11
Обозначения на чертежах 27
Шероховатость поверхности 36
Припуски на механическую обработку 47
Припуски и допускаемые отклонения на литые заготовки 51
Припуски и допускаемые отклонения на поковки, штамповки и на детали из круглого проката 64
Операционные припуски для различных видов обработки 79
Размеры заготовок, припуски и допускаемые отклонения при нарезании резьбы 88
Размеры заготовок, припуски и допускаемые отклонения для накатывания резьбы 91
Допуски и посадки 95
Основные понятия 95
Предельные отклонения отверстий и валов 100
Предельные отклонения на размеры шпонок на валах и втулках 121
Допуски и посадки для шлицевых соединений 122
Предельные отклонения и допуски резьбовых соединений 129
Материалы 139
Черные металлы 139
Цветные металлы и сплавы 180
Неметаллические материалы 205
Металлорежущие станки 220
Правила и нормы расположения металлорежущего оборудования в механических цехах 286
Категория сложности ремонта, ремонтная единица и нормативы трудоемкости работ при ремонте металлорежущего оборудования 291
Неполадки при работе на станках 296
Техника безопасности 303
Режущий инструмент 317
Общие сведения 317
Резцы 335
Сверла 348
Зенкеры 354
Развертки 357
Метчики 360

Стр.

Фрезы 363
Зуборезный инструмент 370
Протяжки 380
Абразивный инструмент 384
Присоединительные места режущего инструмента . . . 398
Охлаждение, смазка и обтирочные материалы 413
Смазочные материалы 428
Механизация и автоматизация процессов обработки 439
Нормирование станочных работ 464
Общие сведения 464
Режимы резания для токарных работ 470
Режимы резания для сверлильных работ 481
Режимы резания при зенкеровании 489
Режимы резания при развертывании 495
Режимы резания для фрезерных работ 498
Режимы резания строгальных и долбежных работ . . . 518
Режимы резания при резьбонарезных работах 519
Режимы резания при шлифовальных работах 525
Режимы резания для зуборезных работ 536
Средства и методы измерений 583
Основные понятия 583
Средства измерений 587
Измерение и контроль зубчатых колес 614
Организация и экономика производства 627
Единая система технологической документации (ЕСТД) 645
Литература 646

Данилевский Владимир Викторович

Справочник молодого машиностроителя

Редактор Н. А. Еремина. Художественный редактор В. И. Пономаренко. Технический редактор З. В. Нуждина. Корректор Р. К. Косинова

Т-02238 Сдано в набор 10/I-73 г. Подписано к печати 23/VII-73 г.
Формат 84×108¹/₃₂ Объем 20,25 печ. л. Усл. п. л. 34,02
Уч.-изд. л. 35,11 Изд. № М—5 Тираж 100.000 экз.
Цена 1 р. 34 к. Зак. 834

План выпуска литературы для профтехобразования издательства «Высшая школа» на 1973 год. Позиция № 84

Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14. Издательство «Высшая школа».

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.