

СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

Карманный

СПРАВОЧНИК
ТОКАРЯ

С. Н. МОРОЗЕНКО



*КАРМАННЫЙ
СПРАВОЧНИК
ТОКАРЯ*



Государственное
научно-техническое издательство
машиностроительной литературы
Москва 1962 Киев

Справочник токаря содержит сведения о геометрии основных видов режущего инструмента, режимах резания при точении, зенкеровании, развертывании и при нарезании резьб резцами и метчиками.

Приведены данные о марках сталей, твердых сплавов, чугунов и цветных металлов; освещены вопросы точности и чистоты обработки деталей, приведены необходимые данные по допускам и посадкам.

Кроме того, в справочнике приведены рекомендации по выбору шлифовальных кругов для заточки инструментов.

Справочник рассчитан на токарей, работающих на токарных, карусельных, револьверных и расточных станках.



Рецензент инж. *А. И. Романюк*
Редактор инж. *Р. А. Никифорова*

ЮЖНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА
Главный редактор инж. *В. К. Сердюк*

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. ЛАТИНСКИЙ И ГРЕЧЕСКИЙ АЛФАВИТЫ

Латинский алфавит

<i>Aa</i> — а	<i>Jj</i> — йог	<i>Ss</i> — эс
<i>Bb</i> — бе	<i>Kk</i> — ка	<i>Tt</i> — тэ
<i>Cc</i> — це	<i>Ll</i> — эль	<i>Uu</i> — у
<i>Dd</i> ^w — де	<i>Mm</i> — эм	<i>Vv</i> — ве
<i>Ee</i> — е	<i>Nn</i> — эн	<i>Ww</i> — дубль-ве
<i>Ff</i> — эф	<i>Oo</i> — о	<i>Xx</i> — икс
<i>Gg</i> — ге	<i>Pp</i> — пэ	<i>Yy</i> — игрек
<i>Hh</i> — аш	<i>Qq</i> — ку	<i>Zz</i> — зет
<i>Ii</i> — и	<i>Rr</i> — эр	

Греческий алфавит

<i>Aa</i> — альфа	<i>Ii</i> — иота	<i>Pp</i> — ро
<i>Bb</i> — бета	<i>Kk</i> — каппа	<i>Σσ</i> — сигма
<i>Γγ</i> — гамма	<i>Λλ</i> — ламбда	<i>Ττ</i> — тау
<i>Δδ</i> — дельта	<i>Μμ</i> — ми	<i>Υυ</i> — ипсилон
<i>Εε</i> — эпсилон	<i>Νν</i> — ни	<i>Φφ</i> — фи
<i>Ζζ</i> — дзета	<i>Ξξ</i> — кси	<i>Χχ</i> — хи
<i>Ηη</i> — эта	<i>Οο</i> — омикрон	<i>Ψψ</i> — пси
<i>Θθ</i> — тэта	<i>Ππ</i> — пи	<i>Ωω</i> — омега

2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕЛИЧИН

Наименование	Обозначение
Микрон .	<i>мк</i>
Миллиметр	<i>мм</i>
Метр	<i>м</i>
Минута	<i>мин</i>
Метры в минуту	<i>м/мин</i>
Обороты в минуту	<i>об/мин</i>
Килограмм	<i>кг</i>
Килограмм-сила	<i>кгс</i>
Килограмм-сила на квадратный миллиметр .	<i>кгс/мм²</i>
Килограмм-сила-метр .	<i>кгсм</i>
Литр	<i>л</i>
Киловатт	<i>квт</i>
Лошадиная сила	<i>л. с.</i>
Градус	<i>град</i>
Предел прочности (временное сопротивление) в <i>кгс/мм²</i>	σ_B
Предел прочности при растяжении в <i>кгс/мм²</i> .	$\sigma_{вр}$
Твердость по Бринелю	<i>НВ</i>
Твердость по Роквеллу:	
Шкала С .	<i>HRC</i>
Шкала В	<i>HRB</i>
Шкала А	<i>HRA</i>
Приблизительно равно	\approx
Меньше .	$<$
Больше	$>$
Меньше или равно	\leq
Больше или равно	\geq

3. ПЕРЕВОД ДЮЙМОВ И ТЫСЯЧНЫХ ДОЛЕЙ ДЮЙМОВ В МИЛЛИМЕТРЫ

1 дюйм = 25,4 мм

Дюймы	мм	Дюймы	мм	Дюймы	мм	Дюймы	мм
$1/32''$	0,7937	$3/4''$	19,0500	2''	50,800	4''	101,600
$1/16''$	1,5875	$13/16''$	20,6375	$2 1/8''$	53,974	$4 1/4''$	157,950
$3/8''$	3,1750	$7/8''$	22,2250	$2 1/4''$	57,149	$4 1/2''$	114,300
$5/16''$	4,7625	$15/16''$	23,8125	$2 3/8''$	60,324	$4 3/4''$	120,650
$1/4''$	6,3500	1''	25,400	$2 1/2''$	63,499	5''	127,000
$5/8''$	7,9375	$1 1/8''$	28,574	$2 5/8''$	66,674	6''	152,400
$3/8''$	9,5250	$1 1/4''$	31,749	$2 3/4''$	69,849	7''	177,800
$7/16''$	11,1125	$1 3/8''$	34,924	$2 7/8''$	73,024	8''	203,200
$1/2''$	12,7000	$1 1/2''$	38,099	3''	76,200	9''	228,600
$9/16''$	14,2875	$1 5/8''$	41,274	$3 1/4''$	82,549	10''	254,000
$5/8''$	15,8750	$1 3/4''$	44,449	$3 1/2''$	88,898		
$11/16''$	17,4625	$1 7/8''$	47,624	$3 3/4''$	95,248		
0,001''	0,025	0,020''	0,5080	0,20''	5,080	0,70''	17,780
0,002''	0,051	0,030''	0,7620	0,25''	6,350	0,75''	19,05
0,003''	0,076	0,040''	1,016	0,30''	7,620	0,80''	20,32
0,004''	0,102	0,050''	1,2700	0,35''	8,89	0,85''	21,59
0,005''	0,127	0,060''	1,5240	0,40''	10,160	0,90''	22,86
0,006''	0,1524	0,070''	1,7780	0,45''	11,43	0,95''	24,130
0,007''	0,1778	0,080''	2,0320	0,50''	12,7		
0,008''	0,2032	0,090''	2,286	0,55''	13,97		
0,009''	0,2286	0,10''	2,54	0,60''	15,240		
0,010''	0,2540	0,15''	3,810	0,65''	16,51		

4. ТАБЛИЦА ВОЗВЕДЕНИЯ ЧИСЕЛ В СТЕПЕНЬ

Числа (основа- вания)	Показатели степени											
	0,125	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,50	0,66	0,75	0,8
	Результат возведения в степень											
0,1	0,75	0,71	0,66	0,63	0,56	0,50	0,45	0,35	0,32	0,22	0,18	0,13
0,15	0,79	0,75	0,71	0,63	0,62	0,57	0,51	0,43	0,39	0,29	0,24	0,22
0,20	0,82	0,785	0,75	0,73	0,67	0,62	0,57	0,48	0,45	0,35	0,30	0,23
0,25	0,84	0,81	0,78	0,73	0,71	0,63	0,62	0,54	0,50	0,40	0,35	0,33
0,30	0,86	0,835	0,81	0,79	0,74	0,70	0,63	0,58	0,55	0,45	0,40	0,38
0,35	0,88	0,85	0,83	0,81	0,77	0,73	0,69	0,62	0,59	0,50	0,45	0,43
0,40	0,89	0,87	0,85	0,83	0,79	0,76	0,73	0,66	0,63	0,55	0,50	0,48
0,45	0,90	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79	0,76	0,70	0,67	0,59	0,55	0,53
0,50	0,92	0,90	0,88	0,87	0,84	0,81	0,78	0,73	0,70	0,63	0,59	0,57
0,60	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,79	0,77	0,71	0,68	0,66
0,70	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,85	0,87	0,79	0,73	0,75
0,80	0,97	0,965	0,96	0,955	0,95	0,94	0,92	0,90	0,89	0,83	0,84	0,83
0,90	0,99	0,984	0,98	0,975	0,97	0,955	0,93	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	1,05	0,06	1,03	1,09	1,11	1,13	1,15	1,20	1,22	1,30	1,33	1,33
2,0	1,09	1,11	1,14	1,15	1,19	1,23	1,27	1,37	1,41	1,57	1,68	1,74
2,5	1,12	1,15	1,18	1,20	1,26	1,32	1,38	1,51	1,58	1,81	1,99	2,03
3,0	1,15	1,18	1,22	1,25	1,32	1,39	1,47	1,64	1,73	2,04	2,28	2,41
4,0	1,19	1,23	1,28	1,32	1,41	1,52	1,62	1,87	2,00	2,50	2,83	3,03
5,0	1,22	1,27	1,34	1,33	1,50	1,62	1,76	2,03	2,24	2,89	3,34	3,62
7,0	1,28	1,34	1,42	1,43	1,63	1,79	1,93	2,40	2,65	3,61	4,30	4,74
10	1,33	1,41	1,51	1,53	1,78	2,00	2,24	2,82	3,16	4,57	5,62	6,31
20	1,45	1,57	1,72	1,82	2,11	2,43	2,85	3,85	4,47	7,22	9,46	10,93
30	1,53	1,67	1,84	1,97	2,34	2,77	3,29	4,62	5,43	9,44	12,82	15,20
60	1,663	1,85	2,09	2,27	2,78	3,42	4,19	6,31	7,75	14,91	21,56	26,46
90	1,755	1,92	2,25	2,46	3,03	3,86	4,83	7,53	9,49	19,49	29,22	36,60
120	1,919	2,05	2,37	2,60	3,31	4,20	5,34	8,62	10,95	23,56	36,26	46,06

Пример. Возвести число 60 в степень 0,45 $60^{0,45} = 6,31$.

5. ЧИСЛА ТВЕРДОСТИ ПО БРИНЕЛЮ

Диаметр шарика $d = 10$ мм; нагрузка $P = 3000$ кгс

Диаметр d от-печатка в мм	Числа твер-дости HB	Диаметр d от-печатка в мм	Числа твер-дости HB	Диаметр d от-печатка в мм	Числа твер-дости HB	Диаметр d от-печатка в мм	Числа твер-дости HB	Диаметр d от-печатка в мм	Числа твер-дости HB
2,3	713	3,05	402	3,80	255	4,55	174	5,30	126
2,35	683	3,10	387	3,85	248	4,60	170	5,35	124
2,40	652	3,15	375	3,90	241	4,65	166	5,40	121
2,45	627	3,20	364	3,95	235	4,70	163	5,45	118
2,50	600	3,25	351	4,00	229	4,75	159	5,50	116
2,55	578	3,30	340	4,05	223	4,80	156	5,55	114
2,60	555	3,35	332	4,10	217	4,85	153	5,60	112
2,65	532	3,40	321	4,15	212	4,90	149	5,65	109
2,70	512	3,45	311	4,20	207	4,95	146	5,70	107
2,75	495	3,50	302	4,25	202	5,00	143	5,75	105
2,80	477	3,55	293	4,30	196	5,05	140	5,80	103
2,85	460	3,60	286	4,35	192	5,10	137	5,85	101
2,90	444	3,65	277	4,40	187	5,15	134	5,90	99
2,95	430	3,70	269	4,45	183	5,20	131	5,95	97
3,00	418	3,75	262	4,50	179	5,25	128		

6. СООТНОШЕНИЕ ЧИСЕЛ ТВЕРДОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Бринель	Роквел			Шор	Бринель	Роквел			Шор
	HB	HRC	HRB			HRA	HB	HRC	
946	—	—	—	—	229	—	98	—	34
898	—	—	—	—	223	—	97	—	33
875	—	—	—	—	217	—	97	—	32
817	—	—	—	—	212	—	96	—	31
782	72	—	89	98	207	—	95	—	30
744	69	—	87	98	201	—	94	—	29
713	67	—	85	97	197	—	93	—	29
683	65	—	84	96	192	—	92	—	28
652	63	—	83	95	187	—	91	—	28
627	61	—	82	93	183	—	89	—	27
600	59	—	81	92	179	—	88	—	26
578	58	—	80	90	174	—	87	—	26
555	56	—	79	88	170	—	86	—	25
532	54	—	78	86	167	—	85	—	25
512	52	—	77	84	163	—	84	—	24
495	51	—	76	81	159	—	83	—	24
477	49	—	76	79	156	—	82	—	23
460	48	—	75	76	152	—	81	—	23
444	47	—	74	74	149	—	80	—	22
429	45	—	73	72	146	—	79	—	22
415	44	—	73	69	143	—	78	—	21
401	43	—	72	67	140	—	77	—	21
388	41	—	71	64	137	—	75	—	20
375	40	—	71	62	134	—	74	—	20
363	39	—	70	60	131	—	73	—	19
352	38	—	69	58	128	—	72	—	19
341	37	—	69	56	126	—	71	—	19
331	36	—	68	54	123	—	70	—	19
321	35	—	68	52	121	—	68	—	19
311	34	—	67	50	118	—	67	—	19
302	33	—	67	48	116	—	65	—	19
293	31	—	66	47	114	—	64	—	18
286	30	—	66	45	111	—	63	—	18
277	29	—	65	43	109	—	61	—	18
269	28	—	65	41	107	—	60	—	18
262	27	—	64	40	105	—	58	—	18
255	26	—	64	38	103	—	57	—	18
248	25	—	63	37	101	—	56	—	17
241	24	100	63	36	99	—	55	—	—
235	23	99	62	35	97	—	53	—	—
					95	—	51	—	—

II. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

К механическим свойствам металлов относятся прочность, твердость, упругость, пластичность, ударная вязкость.

Прочность металлов (материалов) при растяжении — это свойство металла сопротивляться разрушению под действием нагрузки.

Твердостью называется свойство металла сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела.

Упругость — это свойство тела восстанавливать форму и объем после прекращения действия силы.

Ударная вязкость — способность материала сопротивляться действию удара.

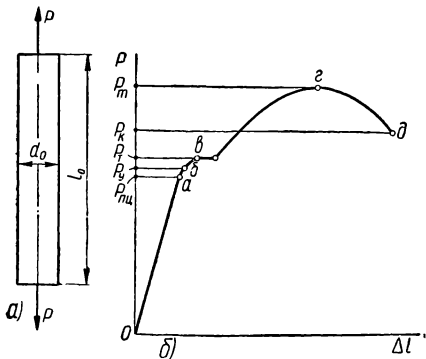
Механические испытания металлов

Испытания на растяжение. При испытаниях на растяжение определяются пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности (временное сопротивление при растяжении) и максимальная пластичность, которая характеризуется сужением шейки испытуемого образца или удлинением образца, если шейка при растяжении не образуется.

Испытания на растяжение производят на разрывных испытательных машинах. Образцы для испытаний на растяжение выполняют (согласно ГОСТ 1497-42) цилиндрической и реже — призматической формы. Обычно образцы на концах снабжают головками, форма и размеры которых

соответствуют захватам машин. Принцип испытаний заключается в следующем.

Если на цилиндрический стержень диаметром d_0 и длиной l_0 действуют силы P , приложенные к его концам (фиг 1,а), то длина стержня увеличится и станет равной l , а диаметр соответственно уменьшится.



Фиг. 1. Испытания на растяжение:
 а — растяжение стержня; б — диаграмма растяжения.

Приращение длины стержня называется абсолютным удлинением Δl :

$$\Delta l = l - l_0.$$

Относительным удлинением δ называется отношение абсолютного удлинения к первоначальной длине стержня:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}.$$

Отношение растягивающей силы P к площади поперечного сечения стержня F_0 (до испытания) определяет условное напряжение:

$$\sigma = \frac{P}{F_0} \text{ кгс/мм}^2.$$

Под действием постепенно возрастающей нагрузки P в испытуемом металле сначала возникают упругие деформации, исчезающие после снятия нагрузки. Затем возникают упруго-пластические деформации, когда наряду с упругими возникают (сначала в отдельных зернах) пластические деформации, остающиеся после снятия нагрузки. Наконец, при дальнейшем возрастании нагрузки происходит разрушение металла: образование трещин (сначала местных), а затем окончательный разрыв образца.

На фиг. 1,б дана диаграмма растяжения, полученная при испытании образца. По оси ординат отложена растягивающая нагрузка P а по оси абсцисс абсолютное удлинение Δl .

Диаграмма показывает, что на участке $OP_{нц}$ существует прямая пропорциональность между удлинением материала и соответствующей нагрузкой.

Зависимость между напряжением в образце и его удлинением на участке $OP_{нц}$ выражается зависимостью

$$\sigma = E\delta \quad \text{или}$$

$$E = \frac{\sigma}{\delta} = \frac{Pl_0}{F_0\Delta l} \text{ кгс/мм}^2.$$

где E — коэффициент пропорциональности (модуль упругости), характеризующий жесткость металла, т. е. его сопротивление упругим деформациям при растяжении.

Переход из области упругих деформаций в область начальных (малых) пластических деформаций на диаграмме характеризуется точкой a . Такое состояние напряжения

в образце называется пределом пропорциональности и обозначается $\sigma_{nц}$:

$$\sigma_{nц} = \frac{P_{nц}}{F_0}.$$

где $P_{nц}$ — нагрузка при пределе пропорциональности.

Точке δ на диаграмме соответствует предел упругости. Напряжение σ_y обозначает условное напряжение, соответствующее появлению в образце остаточных деформаций определенной заданной величины:

$$\sigma_y = \frac{P_m}{F_0},$$

где P_y — нагрузка при пределе упругости.

Предел текучести σ_m — условное напряжение (точка ν), соответствующее наименьшей нагрузке, при которой происходит деформация образца без увеличения нагрузки:

$$\sigma_m = \frac{P_T}{F_0}.$$

где P_m — нагрузка при пределе текучести.

Пределы упругости и текучести принципиально не отличаются друг от друга. Переход из области упругой деформации в область пластической деформации происходит постепенно. Предел упругости σ_y определяется как напряжение, при котором остаточная деформация равна определенной величине.

Предел текучести σ_m определяется при остаточной деформации, равной 0,2% от длины образца.

Сопrotивление значительным пластическим деформациям пластичных металлов характеризуется пределом

прочности (временным сопротивлением) при растяжении:

$$\sigma_{вр} = \frac{P_{\max}}{F_0},$$

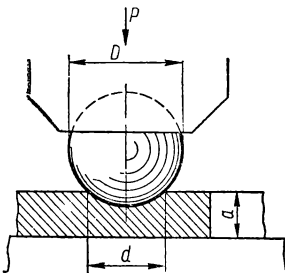
где P_{\max} — максимальная нагрузка, при которой практически начинает образовываться шейка в образце из пластического металла (точка g). Точка d на диаграмме соответствует нагрузке P_k при разрыве образца

Испытание на твердость. При испытании металлов на твердость шарик, конус или пирамида вдавливаются в поверхность испытуемого тела при постоянной нагрузке. По глубине или величине поверхности отпечатка судят о твердости испытуемого металла.

Одним из наиболее распространенных методов испытания на твердость является метод Бринеля (фиг. 2), который состоит в том, что под нагрузкой (обычно от 750 до 3000 кг) в поверхность испытуемого металла вдавливается стальной шарик диаметром 2,5; 5 или 10 мм.

Диаметр полученного отпечатка d измеряется при помощи микроскопа с точностью до сотых долей мм. Частное от деления приложенной нагрузки P в кг на шаровую поверхность отпечатка F в мм² называется твердостью по Бринелю и обозначается HB :

$$HB = \frac{P}{F} \text{ кгс/мм}^2,$$



Фиг. 2. Схема вдавливания закаленного шарика в испытуемый металл по методу Бринеля

Для того чтобы ускорить определение твердости по Бринелю, пользуются таблицами, в которых по диаметру отпечатка находят *НВ*.

При определении твердости по Бринелю следует руководствоваться следующими правилами: а) испытание должно проводиться на гладкой плоской поверхности в различных местах и, во избежание вспучивания металла, не очень близко от края или сделанного ранее отпечатка; б) нагрузка должна равномерно повышаться и держаться на конечной величине 30 сек; в) для характеристики твердости металла необходимо брать среднюю величину поверхности 2—3 отпечатков.

Для стали можно считать $\sigma_{вр} \approx 0,35 \text{ НВ кс/мм}^2$. Очень распространенным является испытание твердости методом Роквелла, который состоит в измерении разности глубин проникновения стального шарика или алмазного конуса в металл под действием предварительной и основной нагрузок. Стальной шарик применяется для испытания мягких материалов, алмазный конус — твердых.

В тех случаях, когда требуется определить степень равномерности твердости особенно закаленных металлических поверхностей или упругость металлов, применяется склероскоп Шора. Принцип его работы заключается в следующем.

Боек, имеющий определенный вес, с алмазным конусом падает на испытываемый образец с определенной высоты. По высоте отскока бойка судят о твердости испытуемого образца.

2. ЧУГУНЫ

Сплав железа с углеродом, в котором содержится от 1,7% до 7% углерода, называется чугуном. Наличие большого количества углерода придает чугуну хрупкость. Для улучшения механических свойств к чугуну добавляют хром, никель и другие элементы или подвергают чугун дли-

тельному отжигу (томлению), в результате чего получают ковкий чугун. В последнее время получили широкое распространение высокопрочные чугуны, которые по своим механическим свойствам мало отличаются от сталей. Из таких чугунов отливают коленчатые валы взамен кованных стальных, изготавливают стержни резцов и т. п.

Серый чугун обозначается буквами СЧ и цифрами, показывающими временное сопротивление разрыву в $кгс/мм^2$ (первые две цифры) и предел прочности при изгибе в $кгс/мм^2$ (вторые две цифры). Так, например, чугун марки СЧ12-28 — имеет временное сопротивление разрыву 12 $кгс/мм^2$ и предел прочности при изгибе 28 $кгс/мм^2$. Ковкий и высокопрочный чугуны обозначаются соответственно буквами КЧ и цифрами, показывающими временное сопротивление разрыву и относительное удлинение в процентах.

Таблица 1

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА
(ГОСТ 1412-54)

Марка чугуна	Временное сопротивление разрыву в $кгс/мм^2$, не менее	Предел прочности при изгибе	Твердость по Бринеллю HB , не более
СЧ 00	Испытания не производятся		
СЧ 12-28	12	28	143—229
СЧ 15-32	15	32	163—229
СЧ 18-36	18	36	170—229
СЧ 21-40	21	40	170—241
СЧ 24-44	24	44	170—241
СЧ 28-48	28	48	170—241
СЧ 32-52	32	52	187—255
СЧ 35-56	35	56	197—269
СЧ 38-60	38	60	207—269

Таблица 2

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ КОВКОГО ЧУГУНА
(ГОСТ 1215-59)

Марка ковкого чугуна	Временное сопротивление разрыву в $кгс/мм^2$, не менее	Относительное удлинение в %, не менее	Твердость по Бринеллю $HВ$, не более
КЧ 30-6	30	6	163
КЧ 33-8	33	8	163
КЧ 35-10	35	10	163
КЧ 37-12	37	12	163
КЧ 45-6	45	6	241
КЧ 50-4	50	4	241
КЧ 56-4	56	4	269
КЧ 60-3	60	3	269
КЧ 63-2	63	2	269

Таблица 3

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА
(ГОСТ 7293-54)

Марка чугуна	Временное сопротивление σ_B в $кгс/мм^2$, не менее	Условный предел текучести в $кгс/мм^2$, не менее	Относительное удлинение в %, не менее	Твердость по Бринеллю $HВ$, не более
ВЧ 45-0	45	36	—	187—255
ВЧ 50-1,5	50	38	1,5	187—255
ВЧ 60-2	60	42	2,0	197—269
ВЧ 45-5	45	33	5,0	170—207
ВЧ 40-10	40	30	3,0	156—197

Антифрикционный чугун маркируется тремя буквами и цифрой. Буква А означает антифрикционный, буква С — серый, В — высокопрочный, К — ковкий и Ч — чугун. Механические свойства чугунов приведены в табл. 1—3.

Отливки из антифрикционного чугуна разных марок имеют следующую твердость *HV* по ГОСТ 1585-57:

АСЧ-1	180—229	АВЧ-2	167—197
АСЧ-2	190—229	АКЧ1	197—217
АСЧ-3	160—190	АКЧ2	167—197
АВЧ-1	210—260		

3. СТАЛИ

ТЭЦ
техбиблиотека
№ 2733

Сложный сплав железа с углеродом и другими элементами, в котором содержание углерода составляет от 0,01 до 1,7%, называется сталью.

Все стали по химическому составу делятся на две основные группы: углеродистые и легированные.

Кроме того, в зависимости от назначения сталь разделяют на:

1. Конструкционную, идущую на изготовление деталей машин и различных металлических сооружений;
2. Инструментальную, применяемую для изготовления режущих, мерительных, штамповых и других инструментов, а также ходовых винтов, лопастей насосов и т. п.;
3. Сталь особого назначения — нержавеющей, кислотоустойкую, жаростойкую, жаропрочную, износоустойчивую, с особыми магнитными и электрическими свойствами и т. д.

Углеродистые конструкционные стали. Углеродистые конструкционные стали делятся на цементуемые, содержащие углерода 0,1—0,25% и улучшаемые с содержанием углерода 0,35—0,55%. Увеличение содержания углерода в стали повышает прочность и уменьшает ее пластичность.

Углеродистая сталь обыкновенного качества обозначается буквами Ст. и цифрами от 0 до 7.

Качественная углеродистая сталь обозначается цифрами 08; 10; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях

процента. Так, например, сталь 40 содержит углерода в среднем 0,4%.

Механические свойства углеродистых конструкционных сталей приведены в табл. 4—7.

Таблица 4

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА
ГРУППЫ А
(ГОСТ 380-60)**

Марка стали	Временное сопротивление разрыву в кгс/мм ²	Относительное удлинение в %, не менее	
		σ_{10}	σ_5
Ст. 0	—	—	—
Ст. 1	32—40	28	33
Ст. 2	34—42	26	31
Ст. 3	40—50	21	25
Ст. 4	42—52	19	23
Ст. 5	50—62	15	19
Ст. 6	60—72	11	14
Ст. 7	70 и более	8	10

Таблица 5

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМАТНОЙ
КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ
(ГОСТ 1414-54)**

Марка стали	Временное сопротивление разрыву в кгс/мм ²	Относительное удлинение в %, не менее	Твердость по Бринеллю HB, не выше
A 12	42—57	22	160
A 20	46—61	20	168
A 30	52—67	15	185
A 40Г	60—75	14	207

Таблица 6

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КАЧЕСТВЕННОЙ
КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ**
(ГОСТ 1050-60)

Марка стали	Временное сопротивление разрыву в кг/мм ²	Относительное удлинение в %	Предел текучести в кг/мм ²	Твердость по Бринеллю HB
	не менее			не более
08	33	33	20	131
10	34	31	21	137
15	38	27	23	143
20	42	25	25	156
25	46	23	28	170
30	50	21	30	179
35	54	20	32	187
40	58	19	34	217
45	61	16	36	241
50	64	14	38	241
55	66	13	39	255
60	69	12	41	255
65	71	10	42	255
70	73	9	43	269
75	110	7	90	285
80	110	6	95	285
85	115	6	100	302

Легированные конструкционные стали. Легированной сталью называется сталь, которая, кроме железа и углерода, содержит и другие намеренно вводимые элементы. Легирующие примеси вводят в сталь для придания ей определенных свойств. К таким примесям относятся хром, никель, марганец, молибден, вольфрам, ванадий, кремний, титан, кобальт, медь, алюминий и др.

Легирующие элементы в стали могут находиться в свободном состоянии, растворяться в цементите или образовывать самостоятельно с углеродом соединения и карбиды,

растворяются в железе (феррите), соединяться с кислородом, образуя окислы. Почти все легирующие элементы углубляют закалку, придавая стали большую твердость и прочность. Кроме того, легирующие элементы растворяются в феррите и способствуют уменьшению размеров зерен стали, вследствие чего механические свойства ее повышаются.

Таблица 7.

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ
СТАЛИ**
(ГОСТ 977-58)

Марка стали	Временное сопротивление в кгс/мм ²	Относитель- ное удлине- ние в %	Предел текучести в кгс/мм ²
15Л	40	24	20
20Л	42	22	22
25Л	45	19	24
30Л	48	17	26
35Л	50	15	28
40Л	53	14	30
45Л	55	12	32
50Л	58	11	34
55Л	60	10	35

Легируемые стали так же, как и углеродистые конструкционные, делятся на цементуемые с содержанием углерода 0,1—0,25% и улучшаемые с содержанием углерода 0,35—0,55%.

Цементуемые легируемые стали подвергаются закалке и отпуску при низкой температуре и применяются для изготовления таких деталей, у которых поверхность должна обладать высокой твердостью, а сердцевина — вязкостью.

Стали с содержанием углерода 0,35—0,55% подвергают улучшению, т. е. закалке с последующим отпуском при высокой температуре, что обеспечивает повышенную вязкость.

Таблица 8

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ
ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ**
(ГОСТ 1050-60; 1051-59; 4543-57; 5949-51)

Марка	Механические свойства				
	в состоянии поставки по ГОСТу		после термической обработки		
	Состояние	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i> , не более	Типовая термическая обработка	$\sigma_{тв}$ в кгс/мм ²	<i>HВ</i>
15Г	Г	163	Нормализация 920°	40	< 163
	Н	207			
	О	163			
20Г	Г	197	Нормализация 900°	43	< 197
30Г	Г	217	Нормализация 880°	55	< 187
	О	187			
40Г	Г	229	Нормализация 860°	60	< 229 < 207
	О	207			
50Г	Г	255	Нормализация 840° Закалка 850°	65	229
	О	217			
	Н	269			
	О	217	Отпуск 600°		
60Г	Г	269	Отжиг 800—830°	—	196—229
	О	229	Нормализация 840°	> 70	< 229
65Г	Г	269	Отжиг 790—810°	65	196—229
	О	229	Нормализация	> 75	< 241
70Г	Г	269	Отжиг 790—810°	—	202—235
	О	229	Нормализация	> 80	< 241
15Х	ОП	179	Нормализация 890—910°	—	143—179
	Н	217			
	О	179			

Марка	Механические свойства				
	в состоянии поставки по госту		после термической обработки		
	Состояние	Твердость по Бринеллю H_B , не более	Типовая термическая обработка	σ_B в кгс/мм ²	HV
20X	ОП	179	Нормализация 890—910°	—	145—207
	Н	229			
	О	179			
30X	ОП	187	Закалка 860° Отпуск 500°	90	187
	Н	241			
	О	187			
35X	ОП	197	Закалка 860° Отпуск 500°	95	<197
	Н	255			
	О	197			
38XA	ОП	207	Отжиг 880—900° Закалка 860° Отпуск 550°	—	170—229
	Н	269			
	О	207		100	≥241
40X	ОП	207	Отжиг 860—900° Закалка 850° Отпуск 550°	—	170—229
	Н	269			
	О	207		100	285
45X	ОП	217	Отжиг 840—870° Закалка 840° Отпуск 520°	—	179—229
	ОН	269			
	О	217		105	230—280
50X	ОП	229	Закалка 830° Отпуск 520°	110	229
	ОП	229			
15XФ	ОП	187	—	—	—
	Н	217			
	О	187			
20XФ	ОП	197	Нормализация 880—900° Закалка 880°	≥80	170—217
	ОП	241		90	

Марка	Механические свойства				
	в состоянии поставки по ГОСТу		после термической обработки		
	Состояние	Твердость по Бринеллю H_B , не более	Типовая термическая обработка	σ_B в кгс/мм ²	HV
40ХФА	Н	269	Отпуск 650°	90	241
	О	229	Закалка 860°		
50ХФА	ОП	255	Отпуск 520°	130	383
30ХМ	ОП	229	Закалка 880°	100	295
	Н О	269 229	Отпуск 540°		
35ХМ	ОП	241	Отжиг 840—860°	— 105	187—229 309
			Закалка 850° Отпуск 560°		
33ХС	ОП	241	Закалка 920° Отпуск 630°	95	278
38ХС	ОП	255	Закалка 900° Отпуск 630°	100	295
40ХС	ОП	255	Закалка 900° Отпуск 540°	125	368
20ХС	ОП	187	Закалка 880°	90	266
40ХГ	ОП	229	Закалка 840° Отпуск 520°	100	295
35ХГ2	ОП	229	Закалка 860° Отпуск 600°	85	229
27СГ	ОП	217	Закалка 920° Отпуск 420°	100	217

Марка	Механические свойства				
	в состоянии поставки по госту		после термической обработки		
	Состояние	Твердость по Бринеллю H_B , не более	Типовая термическая обработка	σ_{θ} в кгс/мм ²	HV
35СГ	ОП	229	Закалка 900° Отпуск 590°	90	266
20ХГР	ОП	197	Отжиг 860—880°	—	156—197
40ХГР	ОП	241	Закалка 850° Отпуск 550—600°	100	295
38ХГН	ОП	229	Закалка 850° Отпуск 570°	90	266
30ХГНА	ОП	229	Закалка 880° Отпуск 500°	110	325
40ХНМА	ОП	269	Отжиг 840—880° Закалка 850° Отпуск 620°	— 100	179—229 295
38ХМЮА	ОП	229	Отжиг 930—950°	—	187—229
	Н	255	Закалка 940°	—	—
	О	229	Отпуск 640°	100	295
38ХВФЮ	ОП	229	Закалка 930° Отпуск 640°	100	295
2Х13	О	126—197	Отжиг 850—860°	—	≤ 187
			Закалка 1000—1050°	—	—
			Отпуск 660—670°	66	195
4Х13	О	143—229	Отжиг 860°	—	143—229
Х18	О	225	Отжиг 850—860°	—	230—255
1Х18Н9	—	—	Закалка 1100—1150°	55	135—185
1Х18Н9Т	—	—	Закалка 1100—1150°	55	137—197

Примечание. Г—сталь горячекатаная; О—отожженная; Н—нагартованная холоднотянутая; ОП—отожженная, или отпущенная.

Чтобы сделать эти стали прочнее, их подвергают закалке и последующему отпуску при низкой температуре

Марки легированных сталей обозначаются буквами и цифрами. Цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а буквы — легирующий элемент. Цифрами после букв отмечено процентное содержание легирующего элемента.

В марках приняты следующие обозначения:

Н — никель	В — вольфрам
Х — хром	Ф — ванадий
Г — марганец	М — молибден
С — кремний	Т — титан
К — кобальт	Ю — алюминий.

Буквой А в конце обозначается высококачественная сталь. Механические свойства некоторых легированных конструкционных сталей приведены в табл. 8.

4. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Чистая медь, обладающая высокой пластичностью, электропроводностью, теплопроводностью и малой окисляемостью, широко применяется для изготовления электропроводов, уплотнительных колец, заглушек и других изделий. Кроме того, медь является основой важнейших сплавов — латуней и бронз.

Сплавы меди и цинка называются *латунями*. Для повышения механических свойств и коррозиестойчивости в латунь вводят алюминий (А), марганец (Мц), железо (Ж), свинец (С). Латунь маркируется буквой Л, за которой следуют буквы и цифры, указывающие, какие элементы находятся в латуни и в каком количестве. Например, латунь марки ЛАЖМц 66-6-3-2 содержит алюминия 66%, меди 6%, железа 3% и марганца 2%, остальное приходится на долю цинка.

Данные о прочности некоторых марок латуней приведены в табл. 9.

Таблица 9

ДАННЫЕ О ПРОЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ МАРОК ЛАТУНЕЙ

(по ГОСТ 1019-47; 6688-53; 2060-60)

Марка сплава	Предел прочности в кгс/мм ² , не менее	Марка сплава	Предел прочности в кгс/мм ² , не менее
Л68	30	ЛАЖМц 66-6-2-2	60—70
Л62	30	ЛМцС 58-2-2	25—35
ЛАЖ 60-1-1	45	ЛМцОС 58-2-2-2	30
ЛЖМц 59-1-1	44		

Сплав меди с оловом, когда в нем содержится от 5 до 10% олова, называется *оловянистой бронзой*. Сплавы меди с алюминием, кремнием, марганцем и другими элементами называются, соответственно, алюминиевыми, кремниевыми, марганцовистыми бронзами. Бронзу маркируют буквами Бр. и начальными буквами элементов, содержащихся в бронзе, а затем следуют цифры, показывающие среднее содержание этих элементов в процентах.

Таблица 10

ДАННЫЕ О ПРОЧНОСТИ И ТВЕРДОСТИ НЕКОТОРЫХ МАРОК БРОНЗ

(по ГОСТ 613-50; 493-54; 1628-60)

Марка бронзы	Предел прочности в кгс/мм ² ,	Твердость НВ
Бр. А7	≥60	40—60 (катаная)
Бр. АМЦ 10-2	≥50	≥80 (литье)
Бр. АЖ 9-4	≥55	110—180 (штамповка)
Бр. АЖМц 10-3-1,5	50—60	129—171 (штамповка)
Бр. АЖН 10-4-4	≥65	170—200 (штамповка)
Бр. ОЦСН 3-7-5-1	18—21	≥60 (литье)
Бр. ОЦС 6-6-3	15—18	≥60 (литье)

Например, бронза марки Бр. ОЦС 6-6-3 содержит 6% олова, 6% цинка, 3% свинца, остальное составляет медь. В табл. 10 приведены данные о прочности и твердости некоторых марок бронз.

5. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инструментальные стали. Твердость режущего инструмента должна быть в 2—2,5 раза выше твердости обрабатываемого металла. Но для высокопроизводительного резания этого недостаточно — требуется, чтобы режущий инструмент был устойчив против истирания при высоких температурах, возникающих в процессе резания, т. е. он должен обладать так называемой *красностойкостью*.

Все инструментальные стали можно разделить на углеродистые, легированные и быстрорежущие.

Таблица 11

**СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И ТВЕРДОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ**
(ГОСТ 1435-54)

Марка	Содержание углерода в %	НВ
У7, У7А	0,65—0,74	187
У8, У8А	0,75—0,84	187
У8Г, У8ГА	0,80—0,90	187
У9, У9А	0,85—0,94	192
У10, У10А	0,95—1,04	197
У11, У11А	1,05—1,14	207
У12, У12А	1,15—1,24	207
У13, У13А	1,25—1,35	217

Углеродистые инструментальные стали обычно применяются для изготовления сверл малых диаметров разверток, метчиков, плашек, напильников, зубил и других инструментов, которые снимают стружку малых сечений

и работают при низких скоростях резания, а также для изготовления мерительных инструментов.

Углеродистые инструментальные стали обозначаются буквой У и цифрами, определяющими содержание углерода в десятых долях процента. Буква А после цифры обозначает высококачественную сталь с меньшим содержанием серы, фосфора и остальных примесей.

Содержание углерода и твердость углеродистых инструментальных сталей разных марок приведены в табл. 11.

Легированные инструментальные стали применяются для изготовления более производительных режущих инструментов, так как легирующие элементы придают стали большую твердость и делают структуру закаленной стали устойчивой против износа. Химический состав некоторых легированных инструментальных сталей приведен в табл. 12.

Легированные стали, содержащие выше 8% вольфрама и от 3,8 до 5% хрома, называют *быстрорежущими*. Режущие инструменты, изготовленные из такой стали, обладают высокой красностойкостью и могут работать с более высокими скоростями резания и большими сечениями снимаемой стружки.

Химический состав быстрорежущих сталей приведен в табл. 13.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются быстрорежущие стали повышенной производительности, которые, помимо вольфрама и хрома, содержат до 0,3—0,4% молибдена, от 1,8 до 5% ванадия и от 4,5 до 10% кобальта. ГОСТ 5952-59 устанавливает следующие марки быстрорежущих сталей повышенной производительности: P18Ф2; P18Ф2К5; P9Ф5; P9Ф2К5; P9Ф2К10; P10Ф5К5 и P14Ф4. Цифры, записанные после буквы Р показывают среднее содержание вольфрама, после буквы Ф — среднее содержание ванадия и после буквы К — среднее содержание кобальта в процентах. Например, марка P18Ф2К5 содержит в среднем 18% вольфрама, 2% ванадия

Таблица 12

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЕГИРОВАННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ
(ГОСТ 5950-51)

Группа стали	Марка	Химический состав в %						НВ
		С	Мп	Si	Сu	W	V	
Хромистая	X	0,95—1,10	0,40	0,35	1,30—1,60	—	—	229—187
Хромокремни- стая	9XC	0,85—0,95	0,30—0,60	1,20—1,60	0,95—1,25	—	—	241—187
Вольфрамовая	B1	1,05—1,25	0,20—0,40	0,35	0,10—0,30	0,80—1,20	0,15—0,30	229—187
Хромовольфра- мовая	XB5	1,25—1,50	0,30	0,30	0,40—0,70	4,5—5,5	0,15—0,30	285—229
Хромовольфра- момарганцо- вистая	XBG	0,90—1,05	0,80—1,10	0,15—0,35	0,90—1,20	1,20—1,50	—	255—207

Таблица 13

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ
(ГОСТ 5952-51)

Марка стали	Химический состав в %								НВ
	С	Si	Мп	Cr	W	V	Mo	Ni	
							не более		
P18	0,7—0,8	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,0—1,4	0,3	0,4	255—207
P9	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	8,5—10,0	2,0—2,6	0,3	0,4	»
P18M	0,7—0,8	0,4	0,4	3,8—4,4	17—18,0	1,0—1,4	0,3—1,0	—	»
P9M	0,85—0,95	»	»	»	8—9	2,0—2,6	0,3—1,0	—	»

Примечание. После закалки и отпуска инструментальные стали приобретают высокую твердость, т. е. HRC 60 — 65.

и 5% кобальта. Твердость этих сталей после закалки и отпуска $HRC\ 63-66$.

Стали, содержащие кобальт, следует применять при обработке жаропрочных аустенитных сплавов и сталей высокой прочности при тяжелых режимах резания.

Стали, имеющие повышенное содержание ванадия, пригодны для обработки улучшенных сталей высокой прочности ($\sigma_{вр} \geq 100\text{ кгс/мм}^2$).

Твердые сплавы. Металлокерамические твердые сплавы по своим режущим свойствам в несколько раз превосходят быстрорежущие стали, поэтому они широко применяются для изготовления режущих инструментов в металлообрабатывающей промышленности.

Твердые сплавы делятся на две группы: вольфрамовую и титано-кобальтовую. Марки вольфрамовой группы обозначаются буквами ВК и цифрой, указывающей содержание кобальта в процентах.

Например, сплав марки ВК8 содержит карбида вольфрама 92 и кобальта 8%.

Маркировка титано-вольфрамовой группы показывает среднее ее содержание карбида титана и кобальта.

Например, сплав марки Т15К6 содержит карбида титана 15% и кобальта 6%, остальное приходится на долю карбида вольфрама.

Химический состав и физико-механические свойства твердых сплавов приведены в табл. 14.

Минералокерамические материалы. Режущие материалы, способные длительное время выдерживать высокие температуры в процессе резания без потери режущих свойств, позволяют осуществлять скоростное резание металлов. К таким материалам относятся твердые сплавы и минералокерамика. Твердые сплавы, состоящие в основном из дорогостоящих легирующих редких элементов, выдерживают температуру резания до 900°C . Минералокерамические материалы изготавливаются из дешевого технического глинозема (окиси алюминия Al_2O_3) и допускают температуру

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ**
(по ГОСТ 3882-53)

Группа твердых сплавов	Марка	Химический сос- тав сплава в %			Физико-механические свойства		
		Карбид воль- фрама	Кобальт	Карбид тита- на	Предел про- чности при из- гибе в кг/мм ² , не менее	Удельный вес в г/см ³	Твердость HRA, не менее
Вольфра- мовая	ВК2	98	2	—	100	15,0—15,4	90,0
	ВК3	97	3	—	100	14,9—15,3	89,0
	ВК4	96	4	—	130	14,9—15,1	89,5
	ВК6	94	6	—	120	14,6—15,0	88,0
	ВК8	92	8	—	130	14,4—14,8	87,5
	ВК10	90	10	—	135	14,2—14,6	87,0
	ВК11	89	11	—	150	14,0—14,4	86,0
Титан- вольфра- мовая	ВК15	85	15	—	160	13,9—14,1	86,0
	T5K10	85	10	5	115	12,3—13,2	88,5
	T14K8	78	8	14	115	11,2—12,0	89,5
	T15K6	79	6	15	110	11,0—11,7	90,0
	T15K6T	79	6	15	110	11,0—11,7	91,0
	T30K4	66	4	30	90	9,5—9,8	92,0
	T60K6	34	6	60	75	6,5—7,0	90,0

резания до 1200°C. Наряду с высокой теплостойкостью и износостойкостью минералокерамический режущий инструмент обладает пониженной прочностью и повышенной хрупкостью. Так, например, его предел прочности на изгиб в 3—4 раза меньше, чем у твердого сплава марки ВК8 и в 8—10 раз меньше, чем у быстрорежущей стали.

Поэтому минералокерамические резцы рекомендуется применять главным образом для чистовой и получистовой обработки.

Однако имеются исследования, показывающие возможность применения минералокерамических резцов для черновой обточки чугуна, стали и других материалов с глубиной резания до 3,5 мм и подачей до 0,7 мм/об. Автором успешно проводилась обточка серого чугуна *НВ 170* минералокерамическим резцом с глубиной резания 5 мм и подачей 1 мм/об.

Лучшей и широко применяемой маркой минералокерамики является ЦМ-332, которая имеет следующие физико-механические свойства:

Твердость	<i>HRA 92—93</i>
Предел прочности при изгибе	<i>30—40 кгс/мм²</i>
Предел прочности при сжатии	<i>250 кгс/мм²</i>
Удельный вес	<i>3,87—3,92 г/см³</i>
Теплостойкость	<i>1200°С</i>

III. ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

1. ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Отклонение действительных размеров и формы детали от заданных называется *погрешностью обработки*. Погрешности, возникающие по различного рода причинам, определяют точность обработки.

Основные причины, вызывающие погрешности обработки, следующие:

- 1) низкая точность станка в ненагруженном состоянии;
- 2) деформация упругой системы станок — деталь — инструмент в процессе работы;
- 3) неточность мерного и профильного инструмента;
- 4) температурные и другие деформации частей станка, обрабатываемой детали и инструмента;
- 5) неточность настройки станка на размер;
- 6) неточность измерения в процессе обработки.

Зависимость точности обработки детали от точности станка. Погрешности обработки основных деталей станка в большей или меньшей мере переносятся на обрабатываемую деталь.

Деталь примет овальную форму, если шейки шпинделя овальные.

Жесткий вал, закрепленный в центрах после обточки, будет иметь меньший диаметр посередине, чем на концах в том случае, если будут излишние зазоры в подшипниках шпинделя и пиноли задней бабки.

Из-за зазоров в направляющих суппорта в процессе работы станка происходит перекося салазок, что приводит к увеличению погрешностей обработки и особенно ухудшает чистоту обработанной поверхности при работе широким чистовым резцом.

Деталь, зажатая консольно в патроне, после продольной обточки будет конической, если ось шпинделя непараллельна направлению продольной подачи суппорта.

Обточенный торец детали будет иметь форму конуса (вогнутого или выпуклого), если ось шпинделя перпендикулярна направлению поперечной подачи суппорта. При обточке длинных деталей получают значительные погрешности обработки, если непрямолинейны направляющие станка.

В процессе работы токарного станка трение в подшипниках и зубчатых передачах вызывает температурные деформации передней бабки, следствием чего является смещение шпинделя. Причем, чем выше скорости резания, тем больше смещение. При обработке детали, консольно закрепленной в патроне, смещения шпинделя достигают 25 мк в горизонтальной и 100 мк в вертикальной плоскостях. При обработке детали, закрепленной в центрах, смещения шпинделя уменьшаются. Точность обработки деталей непосредственно зависит от геометрической точности станка, поэтому разработан общесоюзный стандарт норм точности металлорежущих станков. На стр. 35 приведены допускаемые отклонения некоторых геометрических параметров станков в зависимости от высоты центров.

Величину диаметральных зазоров в подшипниках скольжения шпинделя проф. Д. Н. Решетов рекомендует допускать не больше $0,0005D$, где D — диаметр шейки шпинделя. Зазоры в подшипниках качения определяются допусками на их изготовление, условиями монтажа и регулировкой.

Опытами установлено, что жесткость узлов и всего станка в целом зависит не только от поперечного сечения основных его деталей, а главным образом от качества подгонки соединений, величины зазоров в опорах, стыках, соединениях, жесткости клиньев и мелких деталей, служащих для соединения основных деталей станка. По мере эксплуатации качество соединений ухудшается, зазоры

Наименование проверки	На длине в мм	Высота центров в мм			
		до 250	до 400	400—800	800— 1500
		Допускаемые отклонения в мм			
Радиальное биение цент- рующей шейки шпинделя передней бабки	—	0,005	0,01	0,02	0,03
Радиальное биение оси конического отверстия шпинделя передней бабки	Конец шпин- деля	0,005	0,01	0,01	0,025
То же, на конце конт- рольной оправки	200	0,01	—	—	0,05
	300	—	0,03	0,03	
	500	—	—	—	
Параллельность оси шпинделя передней бабки направлению движения кар- етки в вертикальной плос- кости	200	0,01	—	—	0,08
	300	—	0,03	0,05	
	500	—	—	—	
То же, в горизонтальной плоскости	200	0,007	—	—	0,03
	300	—	0,015	0,015	
	500	—	—	—	
Торцовое (осевое) биение шпинделя передней бабки		0,002— 0,005	0,01	0,02	0,03
Прямолинейность направ- ляющих станины для кар- етки в вертикальной плос- кости	1000	0,015	0,02	0,03	0,035
То же, в горизонтальной плоскости	1000	0,01	0,02	—	0,05
	5000	—	—	0,05	
Параллельность направ- ляющих станины для кар- етки	1000	0,02	0,02	0,03	0,04
	3000	—	0,05	0,05	0,07
	5000	—	0,07	0,03	0,09

увеличиваются. Поэтому их следует тщательно регулировать и восстанавливать при ремонте.

Жесткостью упругой системы станок—приспособление — инструмент — деталь называется отношение составляющей усилия резания P_y , направленной по нормали к обрабатываемой поверхности, к смещению кромки инструмента относительно детали, отсчитываемому в том же направлении:

$$j = \frac{P_y}{y} \text{ кг/мм.}$$

где y — величина смещения кромки или величина упругого отжатия в мм.

Ниже приведены ориентировочные значения жесткости токарных станков, находящихся в эксплуатации.

Величина жесткости токарных станков

Высота центров в мм . .	200	250	300	400	500
Средние значения жесткости в кг/мм .	2000	2500	3000	4000	5000

Величина, обратная жесткости, называется *податливостью* ω и равна величине упругого отжатия, выраженному в микронах на 1 кг силы:

$$\omega = \frac{1000}{j} \text{ мк/кг.}$$

Для практических расчетов удобнее и проще применять значения податливости системы, приведенные в табл. 15.

Деформации обрабатываемой детали и точность обработки. При закреплении детали в ней возникают упругие деформации, искажающие форму детали, и контактные деформации, т. е. смятие поверхностей, находящихся под зажимами.

**ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОДАТЛИВОСТИ
ТОКАРНЫХ СТАНКОВ**

Часть станка	При высоте центров в мм		
	200	300	400
	Податливость в мк/кг		
Передняя бабка	0,20	0,13	0,10
Суппорт . .	0,25	0,17	0,12
Задняя бабка	0,30	0,20	0,16
Центра	0,20	0,15	0,10
Патроны, навинчиваемые на резьбовой конец при нагру- жении на плече 200 мм .	1,4—0,7	1,2—0,5	0,4—0,2

Весьма сильно деформируются детали со сравнительно малой жесткостью, на которые действуют большие силы закрепления, причем место их приложения выбрано неудачно. Поэтому пустотелые детали с малой жесткостью (штулки, трубы, кольца и т. п.) должны закрепляться зажимами с большими плотно прилегающими поверхностями. При переходе от черновой обработки к чистовой необходимо ослабить зажимы или произвести перезакрепление детали.

В процессе обработки происходит упругое отжатие детали от резца. Чем меньше главный угол в плане, передний угол резца и больше затупление его, тем больше упругое отжатие детали. Величину упругого отжатия можно определить по табл. 16 при известной составляющей усилия резания P_z (табл. 34). При чистовом точении можно принять $P_y = \dot{P}_z$.

Если погрешность обработки вала выходит за пределы допуска, то необходимо увеличить жесткость крепления,

ПОДАТЛИВОСТЬ ВАЛОВ

Таблица 16

Форма вала и способ закрепления	Длина, вала l , выраженная в диаметрах вала	Диаметр вала в мм								
		20	30	40	60	80	100	150	200	300
		Податливость ω в мк/кг								
Гладкий вал в центрах, нагрузка посередине	10	1,0	0,7	0,52	0,35	0,23	0,21	0,14	0,1	0,07
	8	0,53	0,35	0,27	0,18	0,13	0,11	0,07	0,05	0,03
	6	0,23	0,15	0,11	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,015
	5	0,13	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,013	0,01
Ступенчатый вал в центрах нагрузка посередине	10	1,6	1,0	0,8	0,55	0,4	0,3	0,2	0,15	0,10
	8	0,8	0,55	0,4	0,3	0,2	0,16	0,11	0,03	0,05
	6	0,35	0,25	0,17	1,1	0,03	0,07	0,05	0,03	0,02
	5	0,2	0,13	0,1	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Гладкий вал, консольно закрепленный в патроне, нагрузка на свободном конце вала	5	2,1	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,14
	4	1,0	0,7	0,5	0,35	0,25	0,2	0,14	0,1	0,07
	3	0,45	0,3	0,2	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03
	2	0,13	0,09	0,07	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
	1	0,02	0,01	0,080	0,005	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001

применяя подвижные или неподвижные люнеты, уменьшить вылет пиноли задней бабки, а также увеличить главный угол в плане резца до 90° . Обычно валы длиной больше 10 диаметров рекомендуется обрабатывать с люнетом. Внутренние напряжения, возникающие в детали вследствие неоднородности металла, размеров и формы заготовки, также увеличивают погрешности обработки. Для снятия внутренних напряжений после обдирочных работ деталь подвергают соответствующей термической обработке (искусственное старение) либо некоторое время не обрабатывают начисто (естественное старение). Температурные напряжения, возникающие в процессе обработки, вызывают значительные деформации тонкостенных, и особенно сильные—биметаллических деталей, имеющих выточки, пазы, отверстия и т. п.

Чтобы уменьшить погрешности обработки от температурных деформаций, необходимо деталь обрабатывать с обильным охлаждением и не доводить резец до большого затупления.

Погрешности обработки, зависящие от приспособлений. Приспособления, применяемые на металлорежущих станках, оказывают существенное влияние не только на повышение производительности, но и на повышение точности обработки. С этой целью ответственные детали приспособлений делают с большей точностью, чем обрабатываемые в них детали (т. е. допуски в 2—5 раз меньше). Например, для деталей, изготавливаемых по 2—3-му классам точности, ответственные размеры приспособлений обычно исполняют с допусками, равными $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ допусков на соответствующие размеры деталей. При обработке деталей по 4—5-му классу точности относительная точность размеров приспособлений может быть выше, т. е. $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ допуска детали. Кроме точной установки детали, конструкция приспособления должна обеспечивать жесткое закрепление с минимальными деформациями обрабатываемой детали.

Деформации режущего инструмента и погрешности обработки. При наружном точении прогибы резцов мало отражаются на точности обработки, но деформация резцов или оправок при растачивании сравнительно глубоких отверстий приводит к значительным погрешностям обработки в виде конусности, овальности и других дефектов в растачиваемых отверстиях.

Чтобы устранить эти погрешности, прибегают по возможности к увеличению диаметра оправки, увеличению главного угла в плане ϕ и уменьшению радиуса при вершине резца. При работе мерными и фасонными инструментами (сверлами, зенкерами, развертками, метчиками, плашками, фасонными резцами) получают погрешности вследствие неточности их размеров, неправильной заточки режущих кромок, неточной установки на станке, неправильного выбора смазывающе-охлаждающих жидкостей и т. п.

Температурные деформации инструмента в большой степени зависят от твердости обрабатываемого материала, скорости резания, глубины резания, подачи, поперечного сечения резца, материала и толщины пластинки и т. п.

Ниже приведены значения удлинения резца ξ в зависимости от скорости резания v , глубины резания t и подачи s при точении термически обработанной легированной стали $\sigma_{вр} = 110 \text{ кг/мм}^2$ твердосплавным резцом Т15К6 (сечение резца 20×30 и вылет его в резцедержателе 40 мм) после 30-минутной работы.

Температурное удлинение резца

$v/\text{мин}$	42	72	200	120	120	120	120	120
$t \times s \text{ мм}$		$0,25 \times$ $\times 0,1$			$0,15 \times$ $\times 0,1$	$0,5 \times 0,1$	$0,25 \times$ $\times 0,1$	$0,25 \times$ $\times 0,1$
$\xi \text{ мм}$	0,01	0,018	0,028	0,036	0,018	0,052	0,043	0,056

При уменьшении вылета резца сокращается и удлинение его. В вышеуказанных исследованиях при уменьшении вылета резца с 40 до 32 мм удлинение его сократилось с 28 до 18 мк .

Чем больше поперечное сечение резца, тем меньше он нагревается в процессе резания и тем меньше его удлинение. Опыты показывают, что удлинение резца изменяется приблизительно обратно пропорционально сечению резца. Заметное влияние на удлинение резца оказывает толщина пластинки твердого сплава. Чем толще пластинка, тем меньше удлинение резца.

Очень сильное влияние на температурное удлинение резца оказывает качество обрабатываемого металла: удлинение резца возрастает примерно прямо пропорционально временному сопротивлению разрыву обрабатываемого металла. Чтобы уменьшить погрешности от температурных деформаций, следует работать резцами с большим поперечным сечением, меньшим вылетом и с применением обильного охлаждения, не допускать чрезмерного износа резца. После определенного срока работы или после обработки определенного количества деталей необходимо производить смену инструмента. Кроме повышения точности обработки, это мероприятие удлиняет срок службы резцов.

Погрешности измерения. Погрешности измерения должны быть в несколько раз меньше допуска на размер. В табл. 17 представлены значения предельных погрешностей, получающихся при измерениях различными приборами и инструментами. При обработке наружных поверхностей измерительный инструмент необходимо настраивать на размер, близкий к наибольшему предельному размеру детали. При обработке отверстий измерительный инструмент необходимо настраивать на размер, близкий к наименьшему предельному размеру отверстия. Все погрешности обработки — конусность, овальность, волнистость и т. п. должны укладываться в пределы допуска данного размера. Чем чище обработанная поверхность, тем меньше погрешность измерения. В табл. 18 даны рекомендации по выбору измерительного инструмента в зависимости от величины допуска на размер.

Таблица 17

**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ
МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛИН (\pm)**

Наименование приборов и инструментов	Концевые меры		Интервалы размеров в мм		
			1—10	50—80	360—500
	Раз- ряд	Класс точно- сти	Предельные по- грешности в мк		
Индикаторы с ценой деления 0,01 мм при работе в преде- лах одного оборота стрелки:	Относитель- ные методы измерения				
0-го класса точности	6	3	10	10	13
1-го класса точности	6	3	15	15	16
2-го класса точности	6	3	20	20	22
Индикаторный прибор для внутренних измерений типа завода «Калибр» с индикато- ром 1-го класса точности при работе в пределах одного обо- рота стрелки	6	3	16	17	20
Микрометр 0-го класса точно- сти	Абсолютные методы изме- рения		4,5	6	15
Микрометр 1-го класса точно- сти			7,0	9	25
Микрометр 2-го класса точно- сти			12	14	35
Штихмас микрометрический 1-го класса точности			—	18	35
Штихмас микрометрический 2-го класса точности			—	20	45
Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,02 мм:					
при измерении наружных размеров			40	45	70
при измерении внутренних размеров			—	60	90

Наименование приборов и инструментов	Концевые меры		Интервалы раз- меров в мм		
			1—10	50—80	360—500
	Раз- ряд	Класс точно- сти	Предельные по- грешности в мк		
Штангенциркуль с отсчетом по ноннису 0,05 мм: при измерении наружных размеров при измерении внутренних размеров	Абсолютные методы изме- рений		80	90	110
			—	130	150
Штангенциркуль с отсчетом по ноннису 0,1 мм: при измерении наружных размеров при измерении внутренних размеров			150	160	230
			—	230	300

Таблица 18

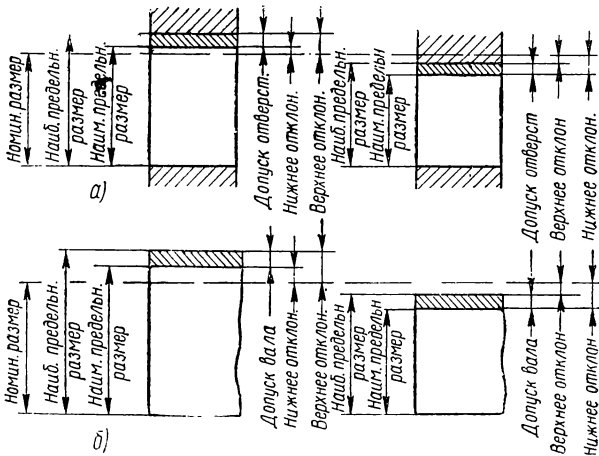
ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Допуск на размер в мм	Измерение вала	Измерение отверстия	Цена деления инструмента в мм
	Инструмент		
0,5 и более	Штангенцир- куль	Штангенцир- куль	0,1
0,25—0,5	Штангенцир- куль	Штангенцир- куль	0,05
0,05—0,25	Микрометр	Микрометриче- ский штихмас	0,01
0,01—0,05	Чувствительно- рычажный микрометр	Индикаторный нутромер	0,002

2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Основные понятия и определения (ГОСТ 7713-55)

Для обеспечения взаимозаменяемости деталей машин требуется достаточно высокая точность их изготовления.



Фиг. 3. Схема расположения допусков и отклонений:
а — у отверстия; б — у вала.

При этом для двух сопрягаемых поверхностей должен быть один общий размер, установленный конструктором на основании технических и эксплуатационных требований. Этот общий размер называется *номинальным размером*.

Действительным размером называется размер, полученный в результате измерения.

Предельными размерами называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них называется *наибольшим предельным* размером, другой — *наименьшим* (фиг. 3).

Допуском размера называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Верхним отклонением (ВО) называется разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижним отклонением (НО) называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Действительным отклонением называется разность между действительным и номинальным размерами.

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю — охватывающую поверхность и внутреннюю — охватываемую.

Один из размеров сопряженных поверхностей соответственно называется *охватывающим* размером, другой — *охватываемым*. Эти понятия распространяются на круглые и некруглые тела.

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

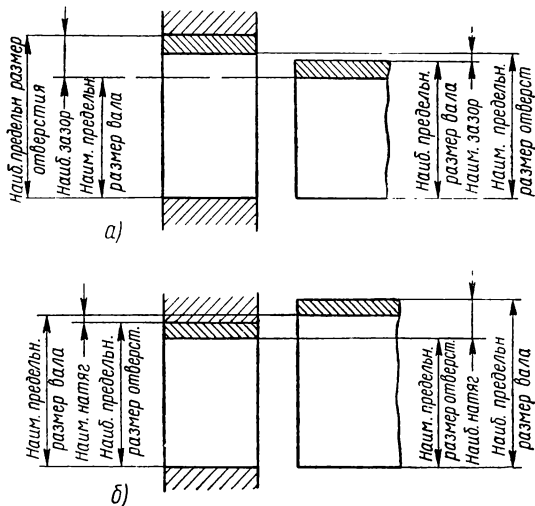
Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного перемещения.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала (фиг. 4).

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала (фиг. 4,а):

Натягом называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала (до сборки), создающая (после сборки) неподвижные соединения.

Наибольшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала (фиг. 4,б).



Фиг. 4. Схема расположения предельных размеров: а—при подвижном соединении; б—при неподвижном соединении.

Наименьшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала (фиг. 4,б).

Посадка определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени свободу их относительного перемещения или прочности их неподвижного соединения.

Система допусков, классы точности, типы посадок. Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок.

Допуски подразделяются:

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

2) по величине допусков — на несколько степеней (классов) точности;

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

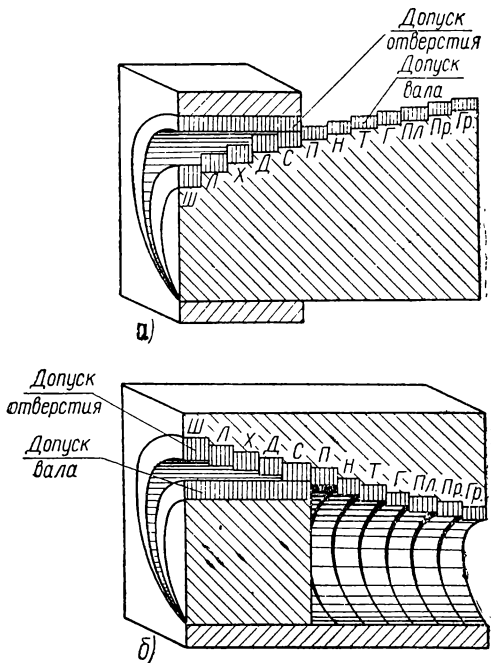
Система отверстия характеризуется тем, что в ней для всех посадок одного и того же класса (степени) точности, отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными (фиг. 5,а). Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров вала. В системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия.

Система вала характеризуется тем, что в ней для всех посадок одного и того же класса (степени) точности, отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры вала остаются постоянными (фиг. 5,б). Осуществление различных посадок достигается путем 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, а допуск вала — в сторону уменьшения вала.

При графическом построении допусков верхнюю линию, ограничивающую номинальный размер, принято называть *нулевой линией*. Нулевая линия служит началом отсчета отклонений.

По величине допусков ГОСТом установлено десять классов точности: 1; 2; 2а; 3; 3а; 4; 5; 7; 8; 9. По характеру



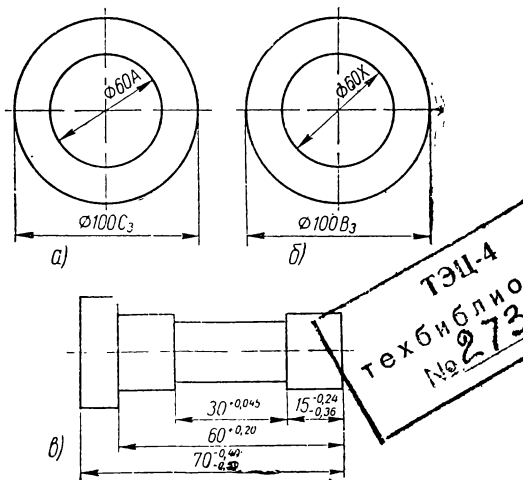
Фиг. 5. Схемы расположения допусков в зависимости от посадок:
 а — система отверстия; б — система вала.

соединения деталей установлено 12 посадок: семь — неподвижных и пять — подвижных:

Неподвижные посадки:

Подвижные посадки:

Горячая .	Гр	Скользящая	С
Прессовая .	Пр	Движения	Д
Легкопрессовая	Пл	Ходовая	Х
Глухая	Г	Легкоходовая	Л
Тугая .	Т	Широкоходовая	Ш
Напряженная	Н		
Плотная	П		



Фиг. 6. Обозначение допусков на чертежах:

а — система отверстия; б — система вала; в — размеры длины по системе отверстия.

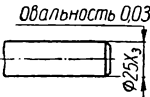
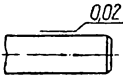
Система отверстия обозначается буквой А, система вала — буквой В с индексом, указывающим класс точности (кроме 2-го класса). Например 40А₃— третий класс точности в системе отверстия; 40В₃— третий класс точности в системе вала, где 40 — номинальный размер отверстия и вала в мм.

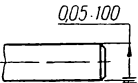
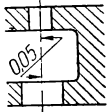
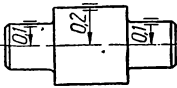
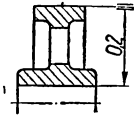
Отверстие в системе вала и вал в системе отверстия обозначаются буквами и цифрами соответствующих им посадок и классов точности (для посадок 2-го класса точности цифра 2 не ставится).

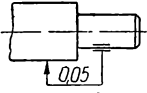
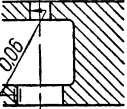
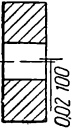

На фиг. 6 показаны примеры обозначений классов точности и посадок в системе отверстия и в системе вала. Ниже приводятся таблицы предельных отклонений для различных классов точности и посадок в системе отверстия (табл. 19, 20, 21, 22, 23).

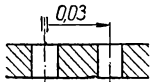
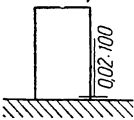
Ниже приведены обозначения отклонений от геометрической формы и расположения поверхностей.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обозначение на чертеже	Пояснение к обозначению на чертежах
	Овальность не более 0,03 мм
	Непрямолинейность образующих не более 0,02 мм

Обозначение на чертеже	Пояснение к обозначению на чертежах
	<p>Конусность не более 0,05 мм на 100 мм</p>
	<p>Допустимое смещение осей отверстий (эксцентриситет) не более 0,05 мм</p>
	<p>Радиальное биение не более 0,1 и 0,2</p>
	<p>Допустимое биение наружной поверхности относительно внутренней не более 0,2 мм</p>

Обозначение на чертеже	Пояснение к обозначению на чертежах
 <p>A technical drawing of a stepped shaft. The larger diameter section is on the left, and the smaller diameter section is on the right. A feature control symbol is shown below the shaft, consisting of a horizontal line with a vertical arrow pointing to the surface of the smaller diameter section, and the tolerance value '0,05' written below the horizontal line.</p>	<p>Допустимое биение поверхности малого цилиндра относительно большого не более 0,05 мм</p>
 <p>A technical drawing showing a cross-section of a hole in a part. The hole is rectangular. A feature control symbol is shown to the left of the hole, consisting of a horizontal line with a vertical arrow pointing to the bottom surface of the hole, and the tolerance value '0,06' written to the left of the horizontal line.</p>	<p>Допустимое биение нижнего отверстия относительно верхнего не более 0,06 мм</p>
 <p>A technical drawing of a shaft with a feature control symbol. The symbol consists of a horizontal line with a vertical arrow pointing to the shaft's surface, and the tolerance value '0,02 100' written below the horizontal line.</p>	<p>Допустимое биение торца относительно оси не более 0,02 мм на расстоянии 100 мм от оси</p>
 <p>A technical drawing of a shaft with a feature control symbol. The symbol consists of a horizontal line with a vertical arrow pointing to the shaft's surface, and the tolerance value '0,05' written below the horizontal line.</p>	<p>Допустимое биение торца оси не более 0,05 мм На любом расстоянии от оси</p>

Обозначение на чертеже	Пояснение к обозначению на чертежах
	<p>Допустимое отклонение от параллельности осей не более 0,03</p>
	<p>Допустимое отклонение от плоскостности (прямолинейности) в любом направлении не более 0,02 мм на длине 100 мм</p>
	<p>Допустимое отклонение от параллельности верхней плоскости относительно нижней не более 0,02 мм</p>
	<p>Допустимое отклонение от перпендикулярности вертикальной поверхности относительно горизонтальной не более 0,02 мм на длине 100 мм</p>

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛЮ

Система

Класс точности	Обозначение полей допус- ков	Откло- нение	Номинальные				
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30
			Размеры				
1	A ₁	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	6	8	9	11	13
2		Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	10	13	16	19	23
2a	A _{2a}	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	14	18	22	27	33
3	A ₃	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	20	25	30	35	45
3a	A _{3a}	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	40	48	58	70	84
4	A ₄	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	60	80	100	120	140
5	A ₅	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	120	160	200	240	280
7	A ₇	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	250	300	360	430	520
8	A ₈	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	400	480	580	700	840
9	A ₉	Нижнее	0	0	0	0	0
		Верхнее +	600	750	900	1100	1300

НЕНИЯ ОТВЕРСТИЯ

отверстия

диаметры в мм

30—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500	№ ОСТ
0 15	0 18	0 21	0 24	0 27	0 30	0 35	1011
0 27	0 30	0 35	0 40	0 45	0 50	0 60	1012
0 39	0 46	0 54	0 63	0 73	0 84	0 95	1016
0 50	0 60	0 70	0 80	0 90	0 100	0 120	1013
0 100	0 120	0 140	0 160	0 185	0 215	0 250	1017
0 170	0 200	0 230	0 260	0 300	0 340	0 380	1014
0 340	0 400	0 460	0 530	0 600	0 680	0 760	1015
0 620	0 740	0 870	0 1000	0 1150	0 1350	0 1550	1010
0 1000	0 1200	0 1400	0 1600	0 1900	0 2200	0 2500	1010
0 1600	0 1900	0 2200	0 2500	0 2900	0 3300	0 3800	1010

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛЮ

Система

Класс точности	Посадка	Обозначение полей допусков	Отклонение	Номинальные			
				1—3	3—6	6—10	10—18
				Размеры			
1	Глухая	Г ₁	Верхнее +	10	13	16	20
			Нижнее +	6	8	9	11
	Тугая	Т ₁	Верхнее +	8	10	12	15
			Нижнее +	4	5	6	7
	Напряженная	Н ₁	Верхнее +	5	6	8	10
			Нижнее +	1	1	2	2
	Плотная	П ₁	Верхнее +	2	3	4	5
			Нижнее —	2	2	3	3
	Скользкая	С ₁	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	4	5	6	8
	Движения	Д ₁	Верхнее —	3	4	5	6
			Нижнее —	8	9	11	14
2	Глухая	Г	Верхнее +	13	16	20	24
			Нижнее +	6	8	10	12
	Тугая	Т	Верхнее +	10	13	16	19
			Нижнее +	4	5	6	7
	Напряженная	Н	Верхнее +	7	9	12	14
			Нижнее +	1	1	2	2
	Плотная	П	Верхнее +	3	4	5	6
			Нижнее —	3	4	5	6
	Скользкая	С	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	6	8	10	12
	Движения	Д	Верхнее —	3	4	5	6
			Нижнее —	9	12	15	18
	Ходовая	Х	Верхнее —	8	10	13	16
			Нижнее —	18	22	27	33
	Легкоходовая	Л	Верхнее —	12	17	23	30
			Нижнее —	25	35	45	55
	Широкоходовая	Ш	Верхнее —	18	25	35	45
			Нижнее —	35	45	60	75

НЕНИЯ ВАЛА
отверстия

диаметры в мм

18— 30	30— 50	50— 80	80— 120	120— 180	180— 260	260— 360	360— 500
-----------	-----------	-----------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

в мм

24	28	33	38	45	52	58	65	ОСТ 1011
13	16	19	23	26	30	35	40	
17	20	24	28	32	36	40	45	
8	9	10	12	14	16	18	20	
12	14	16	19	22	25	28	32	
2	2	3	3	4	4	4	5	
6	7	8	9	10	11	13	15	
3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0	0	0	0	0	0	
9	11	13	15	18	20	22	25	
7	9	10	12	14	16	18	20	
16	20	23	27	32	36	40	45	
30	35	40	45	52	60	70	80	
15	18	20	23	25	30	35	40	
23	27	30	35	40	45	50	60	
8	9	10	12	13	15	15	20	
17	20	23	26	30	35	40	45	
2	3	3	3	4	4	4	.5	
7	8	10	12	14	16	18	20	
7	8	10	12	14	16	18	20	
0	0	0	0	0	0	0	0	
14	17	20	23	27	30	35	40	
8	10	12	15	18	22	26	30	
22	27	32	38	45	52	60	70	
20	25	30	40	50	60	70	90	
40	50	60	75	90	105	125	140	
40	50	65	80	100	120	140	170	
70	85	105	125	155	180	210	245	
60	75	95	120	150	180	210	250	
95	115	145	175	210	250	290	340	

Класс точности	Посадка	Обозначение полей допусков	Отклонение	Номинальные			
				1—3	3—6	6—10	10—18
				Размеры			
2а	Глухая	Г _{2а}	Верхнее +	15	20	25	30
			Нижнее +	6	8	10	12
	Тугая	Т _{2а}	Верхнее +	—	—	21	25
			Нижнее +	—	—	6	7
	Напряженная	Н _{2а}	Верхнее +	—	—	16	19
			Нижнее +	—	—	1	1
	Плотная	П _{2а}	Верхнее +	7	9	10	12
			Нижнее —	2	3	5	6
	Скользкая	С _{2а}	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	9	12	15	18
3	Скользкая	С ₃	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	20	25	30	35
	Ходовая	Х ₃	Верхнее —	7	11	15	20
			Нижнее —	32	44	55	70
	Широкоходо- вая	Ш ₃	Верхнее —	17	25	35	45
			Нижнее —	50	65	85	105
3а	Скользкая	С _{3а}	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	40	48	58	70
4	Скользкая	С ₄	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	60	80	100	120
	Ходовая	Х ₄	Верхнее —	30	40	50	60
			Нижнее —	90	120	150	180
	Легкоходовая	Л ₄	Верхнее —	60	80	100	120
			Нижнее —	120	160	200	240
	Широкоходо- вая	Ш ₄	Верхнее —	120	160	200	240
			Нижнее —	180	240	300	360
5	Скользкая	С ₅	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	120	160	200	240
	Ходовая	Х ₅	Верхнее —	60	80	100	120
			Нижнее —	180	240	300	360
7	»	В ₇	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	250	300	360	430
8	»	В ₈	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	400	480	580	700
9	»	В ₉	Верхнее —	0	0	0	0
			Нижнее —	600	750	900	1100

диаметры в мм

18— 30	30— 50	50— 80	80— 120	120— 180	180— 260	260— 360	360— 500
-----------	-----------	-----------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

в МК

36	42	50	58	67	78	90	102	OCT 1010
15	17	20	23	27	31	36	40	
29	34	41	48	55	64	74	85	
8	9	11	13	15	17	20	23	
23	27	32	38	43	51	58	67	
2	2	2	3	3	4	4	5	
13	15	18	20	22	24	27	31	
8	10	12	15	18	23	27	31	
0	0	0	0	0	0	0	0	
21	25	30	35	40	47	54	62	

0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1013
45	50	60	70	80	90	100	120	
25	32	40	50	60	75	90	105	
85	100	120	140	165	195	225	255	
60	75	95	120	150	180	210	250	
130	160	195	235	285	330	380	440	

0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1017
84	100	120	140	160	185	215	250	

0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1014
140	170	200	230	260	300	340	380	
70	80	100	120	130	150	170	190	
210	250	300	350	400	450	500	570	
140	170	200	230	260	300	340	380	
280	340	400	460	530	600	680	760	
280	340	400	460	530	600	680	760	
420	500	600	700	800	900	1000	1100	

0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1015
280	340	400	460	530	600	680	760	
140	170	200	230	260	300	340	380	
420	500	600	700	800	900	1000	1100	

0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1010
520	620	740	870	1000	1150	1350	1550	
0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1010
840	1000	1200	1400	1600	1900	2200	2500	
0	0	0	0	0	0	0	0	OCT 1010
1300	1600	1900	2200	2500	2900	3300	3800	

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Система

Посадка	Обозначение полей до- пусков	Отклонение	Номинальные диа					
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50
			Размеры					
1-я прессовая	ПР ₁	Верхнее +	17	20	25	31	37	45
		Нижнее +	12	15	19	23	28	34
2-я прессовая	ПР ₂ ₁	Верхнее +	20	24	29	36	44	54
		Нижнее +	15	19	23	28	35	43
Горяч	Гр	Верхнее +	27	33	39	48	62	87
		Нижнее +	17	20	23	29	39	60
Прессовая	Пр	Верхнее +	18	23	28	34	42	52
		Нижнее +	12	15	18	22	28	35
Легкопрес- совая	Пл	Верхнее +	16	21	26	32	39	47
		Нижнее +	10	13	16	20	25	30
1-я прессовая	ПР ₁ ₃	Верхнее +	—	55	65	75	95	110
		Нижнее +	—	30	35	40	50	60
2-я прессовая	ПР ₂ ₃	Верхнее +	—	—	70	80	100	125
		Нижнее +	—	—	40	45	55	75
3-я прессовая	ПР ₃ ₃	Верхнее +	—	—	100	115	145	175
		Нижнее +	—	—	70	80	100	125

ВАЛА (ПРЕССОВЫЕ ПОСАДКИ)

отверстия

метры в мм											
50—65	65—80	80—100	100—120	120—150	150—180	180—220	220—260	260—310	310—360	360—440	440—550
в мм											
54	56	66	69	81	83	86	—	—	—	—	—
41	43	51	54	63	65	68	—	—	—	—	—
66	72	86	94	110	118	126	—	—	—	—	—
53	59	71	79	92	100	108	—	—	—	—	—
105	120	140	160	190	220	260	300	350	400	475	545
75	90	105	125	150	180	215	255	300	350	415	485
65	65	85	95	110	125	145	165	195	220	260	300
45	45	60	70	80	95	115	135	160	185	220	260
55	55	70	70	85	85	105	105	135	135	170	170
35	35	45	45	58	58	75	75	100	100	130	130
135	135	160	160	185	200	230	250	285	305	360	395
75	75	90	90	105	120	140	160	185	205	240	275
150	165	195	210	245	275	325	365	420	470	550	620
90	105	125	140	165	195	235	275	320	370	430	500
210	225	260	280	325	355	410	450	515	565	670	740
150	165	190	210	245	275	320	360	415	465	550	620

ДОПУСКИ ДЛЯ РАЗМЕРОВ 500—5000 мм
(по ГОСТ 2689-54)

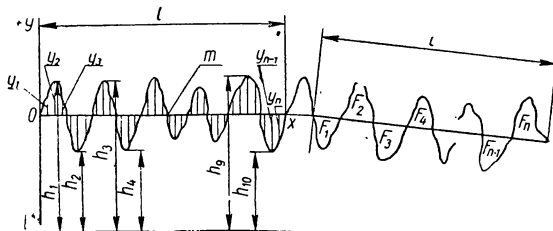
Интервалы размеров в мм	Классы точности												
	1		2		2а		3	3а	4	5	7	8	9
	Вал	Отвер- стие	Вал	Отвер- стие	Вал	Отвер- стие	Валы и отверстия						
	V_1	A_1	V	A	V_{2a}	A_{2a}	V_3 A_3	V_{3a} A_{3a}	V_4 A_4	V_5 A_5	V_7 A_7	V_8 A_8	V_9 A_9
	Допуски в мм												
Св. 500 до 630	0,030	0,045	0,045	0,07	0,07	0,11	0,14	0,28	0,45	0,9	1,8	2,8	4,5
» 630 » 800	0,035	0,050	0,050	0,08	0,08	0,12	0,15	0,30	0,50	1,0	2,0	3,0	5,0
» 800 » 1000	0,040	0,055	0,055	0,09	0,09	0,13	0,17	0,35	0,55	1,1	2,2	3,5	5,5
» 1000 » 1250	0,045	0,060	0,060	0,10	0,10	0,15	0,20	0,40	0,60	1,2	2,4	4	6
» 1250 » 1600	0,050	0,065	0,065	0,11	0,11	0,17	0,22	0,45	0,65	1,3	2,6	4,5	6,5
» 1600 » 2000	0,055	0,075	0,075	0,12	0,12	0,19	0,25	0,50	0,75	1,5	3	5	7
» 2000 » 2500	0,060	0,085	0,085	0,13	0,13	0,21	0,28	0,55	0,90	1,8	3,5	5,5	8
» 2500 » 3150	0,070	0,100	0,100	0,15	0,15	0,23	0,30	0,60	1	2	4	6	9
» 3150 » 4000	0,080	0,11	0,11	0,17	0,17	0,26	0,35	0,70	1,1	2,2	4,5	7	10,5
» 4000 » 5000	0,090	0,12	0,12	0,19	0,19	0,30	0,40	0,80	1,2	2,5	5,0	8	12

ДОПУСКИ ДЛЯ РАЗМЕРОВ 0,1—1,0 мм
(по ГОСТ 3047-54)

Интервалы размеров в мм	Классы точности								
	1	2	2а	3	3а	4	5	6	7
	Допуски в мк								
От 0,1 до 0,3	3	5	8	13	20	35	50	—	—
Св. 0,3 до 0,6	4	6	10	15	25	40	60	90	140
Св. 0,6 до 1,0	5	7	12	18	30	45	70	100	160

3. ЧИСТОТА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Любые режущие инструменты на обработанной поверхности оставляют большие или меньшие следы обработки.



Фиг. 7. Схема неровностей обработанной резцом поверхности.

Эти неровности принято называть шероховатостью поверхности. На поверхности, обработанной токарным резцом, образуются неровности в виде чередующихся выступов и впадин (фиг. 7). Шероховатость поверхности опре-

Деляется средним арифметическим отклонением R_a или высотой неровностей R_z в *мк*.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a — это среднее значение расстояний (y_1, y_2, \dots, y_n) точек профиля от его средней линии OX .

Приближенно

$$R_a = \frac{(y_1 + y_2 + \dots + y_n)}{n} \text{ мк.}$$

Высота неровностей R_z есть среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины l пятью высшими и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии AB , параллельной средней линии OX :

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

Чем меньше шероховатость обработанной поверхности, тем прочнее неподвижные соединения деталей и тем меньше износ трущихся поверхностей в подвижных соединениях. Чем чище обработана поверхность, тем меньше на ней микротрещин и тем меньше она подвержена коррозии (ржавлению) и прочнее.

Шероховатость обработанной поверхности зависит от способа обработки, качества обрабатываемого металла, материала режущего инструмента, геометрических параметров режущей части инструмента, состояния лезвия инструмента, скорости резания, глубины резания, подачи, смазывающе-охлаждающей жидкости, жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь.

Чем больше твердость и меньше вязкость обрабатываемого металла, тем меньше шероховатость обработанной поверхности. Опытами установлено, что наименьшая шероховатость обработанной поверхности углеродистых и ле-

гированных сталей получается при обработке углеродистыми инструментами со скоростями резания до 4 м/мин и твердосплавными инструментами со скоростями резания выше 70—80 м/мин и выше, а сталей аустенитного класса (нержавеющие, жаропрочные и кислотостойкие) со скоростями резания более 50 м/мин.

Увеличение подачи резко ухудшает чистоту обработанной поверхности, а увеличение радиуса при вершине резца значительно улучшает ее. Так, например, при чистовом точении нержавеющей стали твердосплавными резцами марки Т15К6 с глубиной резания $t = 0,5$ мм и подачей $s = 0,4$ мм/об после прохода резцом с радиусом при вершине $r = 1 \div 1,5$ мм чистота обработанной поверхности соответствовала 5-му классу; при $r = 2 \div 3$ мм — 6-му классу; при работе резцом с углом $\phi_1 = 0^\circ$ и защищающей кромкой длиной 1,5 мм чистота обработанной поверхности соответствовала 7-му классу при точении стали марки 2Х13 и 8-му классу при точении стали марки 1Х18Н9Т. Чистота поверхности, обработанной доведенным резцом, выше на один класс, чем поверхности, обработанной недоведенным резцом. Применение смазывающе-охлаждающей жидкости способствует уменьшению шероховатости поверхности и увеличению стойкости режущего инструмента.

Государственным общесоюзным стандартом — ГОСТ 2789-59 устанавливается 14 классов чистоты поверхности, для которых максимальные числовые значения шероховатости R_a или R_z при базовых длинах l должны соответствовать указанному в табл. 24.

Числовые значения шероховатости поверхности относятся к нормальному сечению геометрической поверхности. Для 6—12-го классов основной является шкала R_a , а для классов 1—5, 13 и 14 — шкала R_z .

В отдельных случаях допускается измерение шероховатости поверхностей 6—12-го классов по параметру R_z и классов 1—5; 13 и 14 по параметру R_a .

КЛАССЫ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ

Класс чистоты поверхности	Среднее арифмети- ческое отклоне- ние профиля R_a	Высота неров- ностей R_z	Базовая длина в мм
	в мк		
	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	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

Для обозначения всех классов чистоты поверхности устанавливается один знак — равнобедренный треугольник ∇ рядом с ним указывается номер класса или номер класса и разряд, например: $\nabla 7$, $\nabla 76$.

Числовое значение шероховатости поверхности ограничивает только максимальную величину шероховатости по параметру R_a или R_z , например $\nabla 9$ включает поверхности с R_a не более 0,32 мк. В тех случаях, когда требуется ограничить максимальную и минимальную величины шероховатости, в обозначении должны указываться два номера классов или разрядов, например $\nabla 9-10$ указы-

вает, что шероховатость должна быть по R_a не менее 0,16 и не более 0,32 *мк*. Обозначение $\nabla 96 - 9v$ указывает, что R_a должно быть не менее 0,2 и не более 0,25 *мк*.

Шероховатость поверхностей грубее 1-го класса, установленного стандартом, обозначается знаком V, над кото-
500
рым указывается высота неровностей R_z в *мк*, например V.

Числовое значение R_z выбирается из ряда R10 по ГОСТ 8032-56 400, 500, 630, 800 и т. д.

Начертания и размеры знака V приведены в ГОСТ 2940-52.

С шестого по четырнадцатый классы чистоты поверхности разделяются на разряды, приведенные в табл. 25

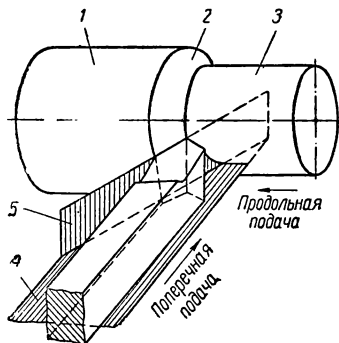
Таблица 25

РАЗРЯДЫ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ

Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a в <i>мк</i>			Высота неровностей R_z <i>мк</i>		
	Разряды					
	а	б	в	а	б	в
	не. более					
6	2,5	2,0	1,6	10	8	—
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	0,20	1,6	1,25	1,0
10	0,16	0,125	0,10	0,8	0,63	0,50
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

IV. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ

На обрабатываемой детали при снятии стружки резцом различают следующие поверхности (фиг. 8):



Фиг. 8. Схема расположения поверхностей и плоскостей; 1 — обрабатываемая поверхность; 2 — поверхность резания; 3 — обработанная поверхность; 4 — основная плоскость; 5 — плоскость резания.

- 1) обрабатываемая поверхность;
- 2) поверхность резания;
- 3) обработанная поверхность.

Обрабатываемой поверхностью называется поверхность, с которой снимается стружка.

Обработанной поверхностью называется поверхность, полученная после снятия стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой.

Для определения углов резца устанавливаются следующие исходные плоскости:

- 1) плоскость резания;
- 2) основная плоскость.

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам. У токарных резцов

она совмещается с нижней опорной плоскостью стержня реза

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через режущее лезвие реза.

Основная плоскость и плоскость резания являются исходными плоскостями для определения углов реза.

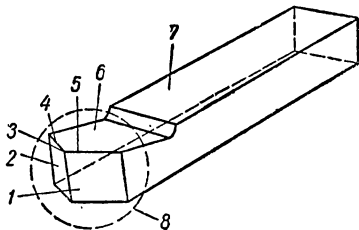
Элементы реза. Резец (фиг. 9) состоит из тела 7 и рабочей части (головки) 8. Рабочая часть реза образована заточкой передней поверхности 6, задней главной поверхности 1 и задней вспомогательной поверхности 2

Главное режущее лезвие (режущая кромка) 5 образовано пересечением передней и задней главных поверхностей.

Вспомогательное режущее лезвие 4 образовано пересечением передней и задней вспомогательных поверхностей. Вершина реза 3 образована пересечением главного и вспомогательного режущих лезвий.

Вершина реза может быть острой, закругленной или в виде прямой линии, называемой переходной (зачищающей) кромкой.

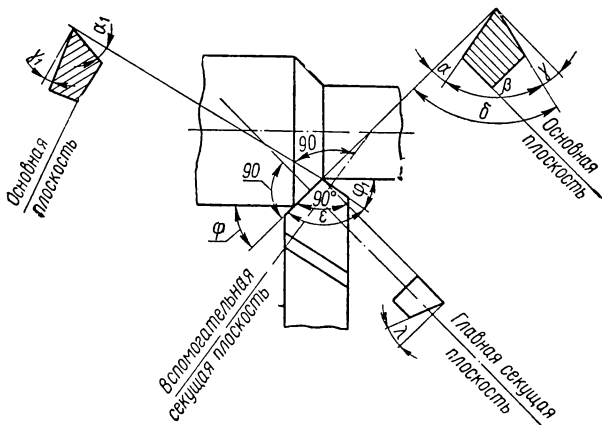
Углы реза. Обычно углы реза (фиг. 10) измеряют в плоскости, перпендикулярной к проекции главного режущего лезвия на основную плоскость. Эта плоскость называется главной секущей плоскостью.



Фиг. 9. Элементы реза: 1 — главная задняя поверхность; 2 — вспомогательная задняя поверхность; 3 — вершина реза; 4 — вспомогательная режущая кромка; 5 — главная режущая кромка; 6 — передняя поверхность; 7 — тело реза; 8 — головка реза.

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проведенной через главное режущее лезвие.

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания.



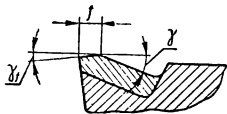
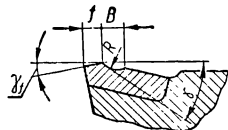
Фиг. 10. Углы резца.

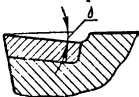

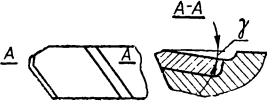
Угол заострения β называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Главным углом в плане φ называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

ФОРМЫ ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЦОВ

Формы поверхности		Область применения
Название	Эскиз	
Плоская с фаской		Резцы всех типов для обработки стали
Радиусная с фаской		Резцы для обтачивания и растачивания стали. Радиусная лунка обеспечивает стружкозавивание или стружколоманье

Формы поверхности		Область применения
Название	Эскиз	
Плоская		Резцы всех типов для обработки чугуна и медных сплавов
Плоская с отрицательным передним углом		Резцы для черного обтачивания и растачивания стали $\sigma_{вр} > 100 \text{ кгс/мм}^2$, работа по корке и с ударами
Плоская с фаской и дополнительной режущей кромкой		Для обработки стали и чугуна с увеличенными полами

ПЕРЕДНИЕ И ЗАДНИЕ УГЛЫ РЕЗЦОВ

Материал резца	Обрабатываемый материал		Передний угол γ в град	Задний угол α в град	
				Черновая обработка	Чистовая обработка
Твердосплав- ные резцы	Сталь и стальное литье	$\sigma_{вр} < 100 \text{ кгс/мм}^2$ $\sigma_{вр} > 100 \text{ кгс/мм}^2$ обработка по корке с ударами	15—20	8	12
			10	8	12
	Чугун	Серый, ковкий высокопрочный	5—8	8	10
Быстроре- зущие резцы	Сталь	$\sigma_{вр} < 80 \text{ кгс/мм}^2$ $\sigma_{вр} > 80 \text{ кгс/мм}^2$	30	6	12
			20	6	12
	Медны		12	8	12
Минералокера- мические резцы	Сталь	$\sigma_{вр} < 70 \text{ кгс/мм}^2$ $\sigma_{вр} > 70 \text{ кгс/мм}^2$	10—15	6	6
				6	6
	Чугун	$HB < 220$ $HB > 220$	10 0—5	6 6	6 6

Таблица 28

РАЗМЕРЫ И УГЛЫ ФАСОК

Материал реза	Размер фаски f в мм		Угол фаски γ_f в град	
	Черновая обработка	Чистовая обработка	Черновая обработка	Чистовая обработка
Твердосплавный Быстрорежущий Минералокерами- ческий	0,8 s	0,2—0,3	—5 до —10	—5 до —10
	0,8 s	0,2—0,3	» 0 » +5	0
	0,2—0,3	0,2—0,3	—25	От —5 до —10

Таблица 29

РАЗМЕРЫ ФАСОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЧЕНИЯ РЕЗЦА

Сечение резца	Ширина фаски f в мм			
	Проходной	Подрезной	Расточной	Прорезной и отрезной
10×16	0,3	0,2	0,1	0,1
12×20	0,4	0,3	0,15	0,15
16×25	0,6	0,4	0,2	0,2
20×30	0,8	0,6	0,3	0,3
25×40	1,0	0,8	0,4	0,3
30×45	1,2	1,0	0,4	0,3
40×60	1,5	1,2	0,5	0,3

Вспомогательным углом в плане φ_1 называется угол между проекцией вспомогательного режущего лезвия на основную плоскость и направлением подачи.

Углом при вершине в плане ε называется угол, создаваемый проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Углом наклона главной режущей кромки λ (фиг. 10) называется угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости.

Угол λ считается положительным, когда вершина резца является нижней точкой режущей кромки, и отрицательным, когда вершина резца является верхней точкой режущей кромки, нулевым, когда режущая кромка параллельна основной плоскости.

В табл. 26 приведены и показаны формы передней поверхности резцов.

В табл. 27—32 приведены геометрические параметры резцов.

Таблица 30

УГОЛ НАКЛОНА ГЛАВНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

Условия работы	Угол λ в град
Чистовое точение и растачивание	От -2 до -5
Черновое точение и растачивание	От 0 до $+5$
Точение прерывистых поверхностей, работа с ударами . .	От 10 до 15

Таблица 31

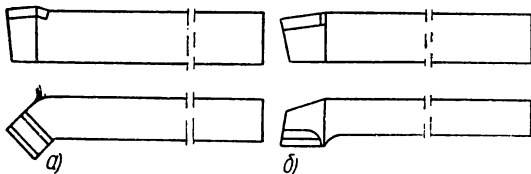
ГЛАВНЫЕ УГЛЫ В ПЛАНЕ

Виды работ	Главный угол в плане φ в град
Точение с малыми глубинами резания при особо жесткой системе станок — инструмент — деталь (СИД) . . .	30
Точение при жесткой системе СИД	45
Точение при недостаточно жесткой системе СИД	60—75
Точение при нежесткой системе СИД	90
Точение и растачивание в упор коротких ступеней, подрезание . . .	90

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УГЛЫ В ПЛАНЕ

Виды работ	Вспомогательный угол в плане φ_1 в град
Вытачивание канавок и отрезание	1—3
Чистовое точение и растачивание	5—10
Черновое точение и растачивание	10—15
Черновое точение с врезанием и с подачей в обе стороны	30

Конструкции резцов. На фиг. 11, 12, 13, 14 и 15 представлены конструкции нормализованных токарных резцов,

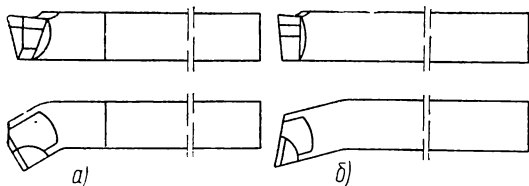


Фиг. 11. Конструкции проходных токарных резцов: а — отогнутый; б — с углом 90° (подрезной).

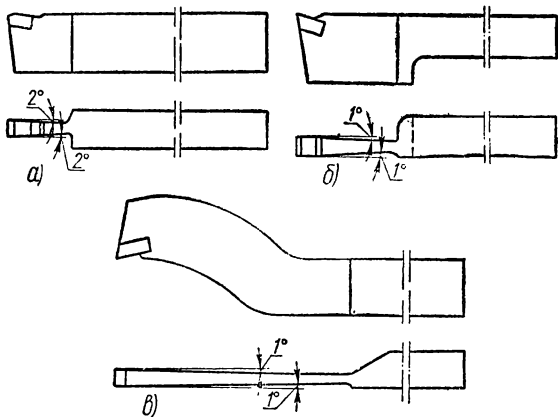
оснащенных быстрорежущими и твердосплавными пластинками.

Ниже приведены некоторые конструкции резцов, применяемых токарями-новаторами при скоростном резании.

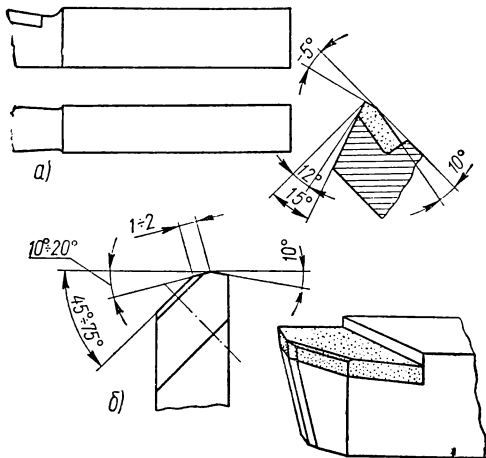
Токарь киевского завода «Красный Экскаватор» В. К. Семинский разработал конструкцию резца (фиг. 16), применяемого для обработки многоступенчатых валов в при-



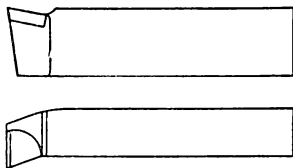
Фиг. 12. Расточные резцы:
a — для расточки сквозных отверстий; *б* — для расточки глухих отверстий.



Фиг. 13. Прорезные и отрезные резцы:
a — прорезной; *б* — отрезной с усиленной головкой; *в* — отрезной изогнутый для работы с обратным вращением шпинделя станка.

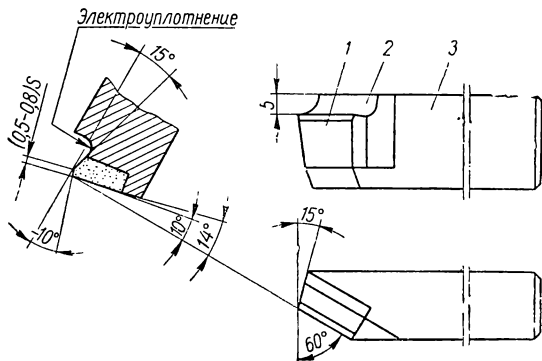


Фиг. 14. Резцы чистовые:
 а — чистовой широкий; б — чистовой для скоростного
 резания (КБЕК).



Фиг. 15. Резец подрезной
 упорный.

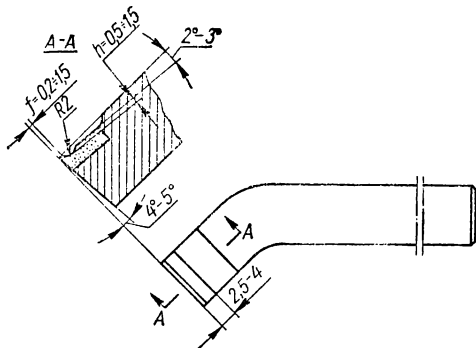
способлении его же конструкции. Пластинка припаяна к торцу державки, сверху пластинки и на державке сделан радиусный уступ для завивания стружки. Поверхность уступа на державке упрочняется твердосплавным слоем,



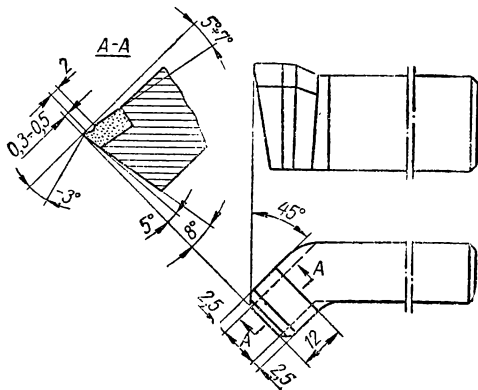
Фиг. 16. Резец конструкции В. К. Семинского.

наносимым при помощи электроискрового аппарата. На передней поверхности вдоль режущей кромки резца затачивается фаска шириной $(0,5 \div 0,8)\text{ mm}$ под углом 5° . На фиг. 17 показана геометрия проходного отогнутого резца конструкции токаря-скоростника П. Б. Быкова, который применяется для обточки, подрезки торцов и фасок. На фиг. 18 изображен резец конструкции Н. Подвезько.

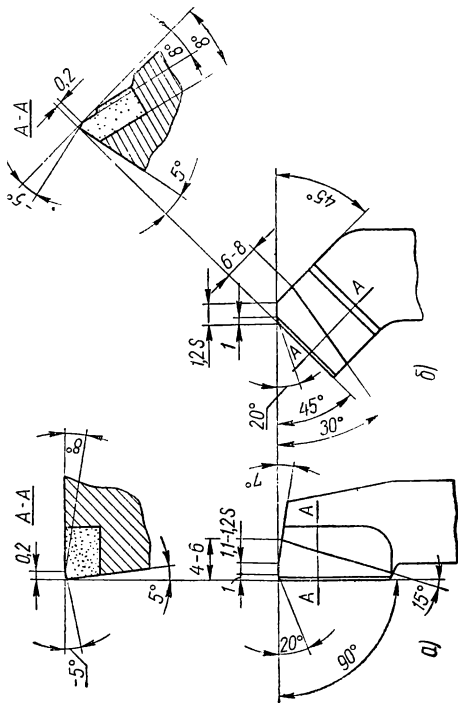
Резцы В. А. Колесова (фиг. 19) предназначены для чистовой и чистовой обработки гладких валиков. Наличие зачищающей режущей кромки позволяет вести обработку с большими подачами при сравнительно малых глубинах резания. Эти резцы весьма производительны в том



Фиг. 17. Проходной чистовой резец конструкции П. Б. Быкова.



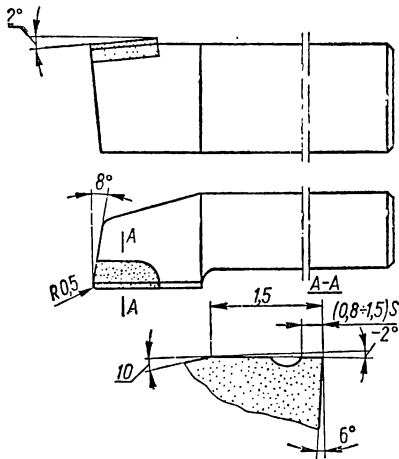
Фиг. 18. Резец Подвезько.



Фиг. 19. Резец конструкции В. А. Колесова:
 а — подрезной; б — проходной.

случае, если припуск на обработку не превышает 1,5—2 мм, а длина обтачивания довольно велика.

При обработке коротких ступенчатых деталей хорошие результаты показал резец конструкции Г. С. Борткевича (фиг. 20). Пластика из твердого сплава врезается по углом 10° , следовательно, передний угол $\gamma = 10^\circ$. На перед



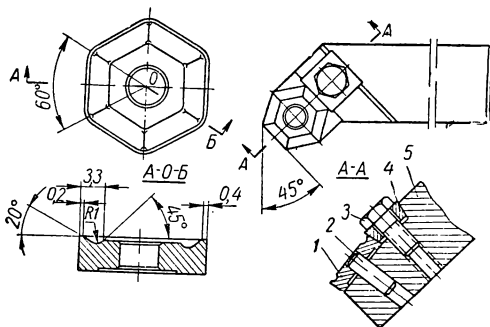
Фиг. 20. Резец Г. С. Борткевича.

ней поверхности за
тачивается фаск
шириной 1,5 мм по
углом -2° . Уго
наклона главно
режущей кромки
 $\lambda = +2^\circ$. Радиу
при вершине реза
делается равным
0,5 мм. Задний уго
 $\alpha = 6^\circ - 8^\circ$. Во вре
мя работы на перед
ней поверхности об
разуется лунка и
ленточка шириной
(0,8—1,5) s. Если
в процессе работ
ленточка изнашива
ется, ее расширяю
мелкозернистым аб
разивным бруском
и таким образом бе
переточки увеличи
вают период стой

кости реза. Несмотря на высокое качество современных способов припайвания, в пластинках из твердого сплава получаются трещины. Кроме того, в процессе резания пластинок из твердого сплава получаются трещины вследствие разных температурных коэффициентов расширения твердого сплава и стержня резца. Во избежании

этих недостатков делают напайку на стержень одной твердосплавной пластинки, затем на нее припаивают другую, предназначенную для резания.

Опыты показывают, что такие резцы имеют большой срок службы по сравнению с резцами, к которым пластинка



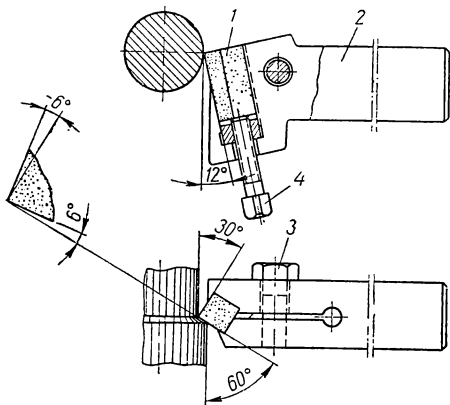
Фиг. 21. Резец конструкции ВНИИ.

припаяна обычной напайкой. В настоящее время получают распространение резцы с механическим креплением пластинки или стержня. Всесоюзным научно-исследовательским инструментальным институтом (ВНИИ) разработана конструкция сборного резца с многогранными пластинками (фиг. 21). Твердосплавные пластинки изготавливаются шестигранной, пятигранной, четырехгранной и трехгранной формы и обеспечивают главный угол в плане 45, 60 и 90°

На торце пластинки сделана канавка вдоль режущих кромок, образующая передний угол и обеспечивающая завивание стружки. Резец (фиг. 21) состоит из державки 5 и многогранной пластинки 1, свободно надеваемой на за-

прессованный в державку штифт 2. Пластинка закрепляется при помощи клина 4 с углом $30\text{--}32^\circ$ и винта 3.

Эти резцы предназначены для предчистовой и чистовой обработки стали и чугуна. Пластинки данной конструкции не рекомендуется доводить до большого затупления, так



Фиг. 22. Резец (столбик).

как они не затачиваются абразивными кругами, а только подвергаются доводке карбидом бора по верхнему торцу вдоль режущих кромок. Аналогичная конструкция разработана и для резца с минералокерамическими пластинками.

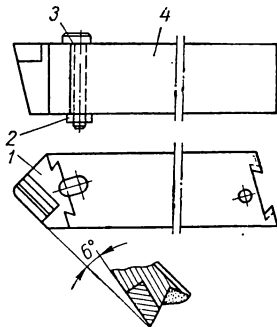
На фиг. 22 представлена конструкция сборного резца, режущей частью которого является четырехгранная твердосплавная призма. Торец призмы является передней поверхностью резца, поэтому заточка резца заключается в стачивании торца. На торце вдоль каждой режущей кромки

делается углубление для завивания стружки или устанавливается сверху накладной стружколоматель. Преимуществом данной конструкции резца является то, что все восемь ребер призмы являются режущими кромками.

По мере затупления одной режущей кромки рабочий, не снимая резца, переставляет призму и в работу вступает новая режущая кромка.

Резец состоит из стержня 2 и призмы 1, которая крепится болтом 3; винт 4 служит для регулировки призмы по высоте.

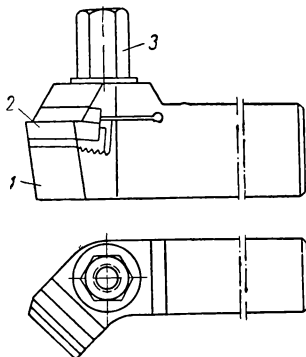
На фиг. 23 изображен крупногабаритный резец, применяемый на Уралмашзаводе. Резец состоит из державки 4, вкладыша 1, болта 3 с отогнутой головкой и гайки 2. При работе вкладыш заклинивается в паз силами резания. Конструкция достаточно проста и надежна в работе. Вкладыш 1 имеет вертикальный клиновой выступ, а стержень его — соответственный клиновой паз. Большой уклон (1 : 6) этого соединения позволяет легко и быстро производить замену вставки, не снимая резца со станка. Заменяя вставку, можно придать резцу форму проходного, подрезного и упорного резца.



Фиг. 23. Крупногабаритный резец Уралмашзавода.

Особый интерес представляет сборный резец (фиг. 24) конструкции Д. И. Рыжкова, который имеет длину головки 35 мм при $H = 25$ мм. Корпус 1 резца цельнометаллический с рифленным гнездом для пластинки под углом 10° и продольной прорезью, придающей верхней части головки свойство пружины. Припаянная к стальной рифленной

подушке твердосплавная пластинка 2 устанавливается в гнездо державки и закрепляется болтом 3, в головке которого имеется отверстие с резьбой для установки виброгасителя ударного действия.



Фиг. 24. Сборный резец конструкции Д. И. Рыжкова.

В собранном виде резец имеет следующие геометрические параметры: $\gamma = 10^\circ$; $\gamma_f = 0^\circ$; $f = 0,3 \div 0,4$ мм; $\alpha = 10^\circ$; $\phi = 75^\circ$; $\phi_1 = 20^\circ$; $\lambda = 0^\circ$, $r = 0,3 \div 0,5$ мм. Расстояние от режущей кромки до стружкодробящего порожка делается равным $4 \div 6$ мм.

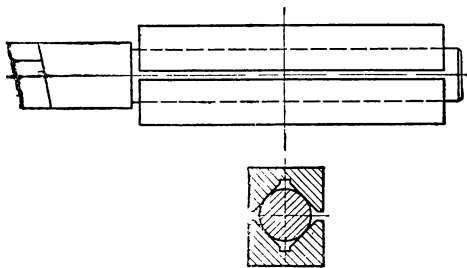
На фиг. 25 представлен резец с цилиндрическим хвостовиком

конструкции Д. И. Рыжкова. Характерной особенностью данного реза является то, что он, имея угол заострения $\beta = 60^\circ$, главный угол в плане $\phi = 25^\circ$ и угол $\lambda = 0^\circ$, дает возможность изменять рабочие углы за счет поворота реза в державке в следующих пределах:

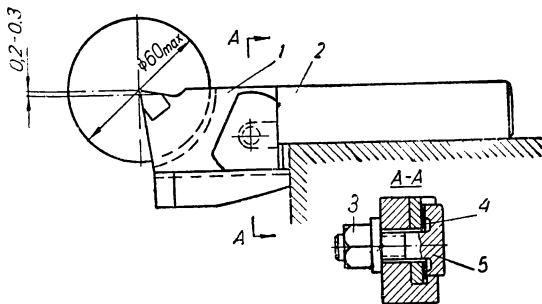
Для переднего рабочего угла γ	0—27°
Для заднего рабочего угла α	30—0°
Для главного рабочего угла в плане ϕ	25—33°
Угол наклона режущей кромки λ	0—39°

Геометрические размеры реза изменяются путем поворота реза вокруг его оси и подбираются такие углы, при которых затрудняется возникновение вибраций. Образование на передней поверхности канавки для завивания стружки способствует уменьшению вибраций.

Надежным и удобным в эксплуатации является сборный
 презной резец конструкции Б. Бондаренко (фиг. 26).

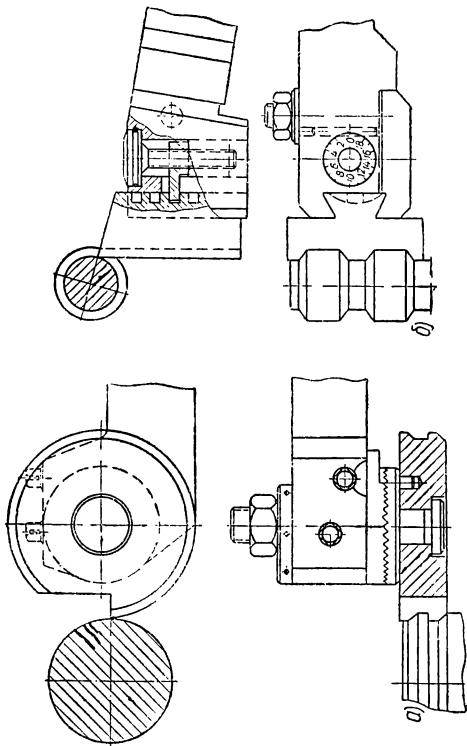


Фиг. 25. Резец с цилиндрическим хвостовиком
 конструкции Д. И. Рыжкова.



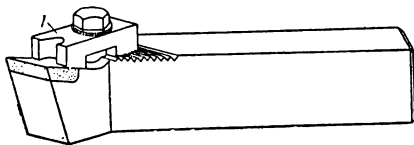
Фиг. 26. Отрезной резец конструкции Б. Бондаренко.

Этот резец состоит из державки 2, пластинчатого ножа —
 вставки 1, оснащенного пластинкой из твердого сплава, вин-
 та с фасонной головкой 5, резиновой прокладки 4 и гайки 3.



Фиг. 27. Фасонные резцы:
 а — круглый; б — призматический.

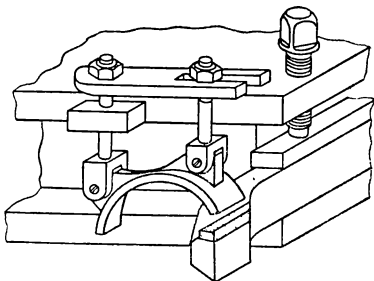
Опыты показали, что данный резец дает хорошие результаты при отрезке стальных заготовок с $v = 100 \div 200$ м/мин и $s = 0,1 \div 0,25$ мм/об. При затуплении режу-



Фиг. 28. Накладной стружколоматель конструкции Н. Паутина.

щей кромки нож-вставку легко заменить новым, не снимая резца. Резиновая прокладка способствует устранению вибраций, возникающих в процессе резания.

Для обработки фасонных поверхностей небольших длин широко применяются дисковые и призматические фасонные резцы. Дисковый резец (фиг. 27,а) закрепляется в державке, конструкция которой позволяет осуществлять настрой-



Фиг. 29. Экранный стружколоматель.

ку резца на станке вращением эксцентричной втулки или поворотной рифленой шайбой. Призматический резец закрепляется в державке (фиг. 27,б), позволяющей производить регулировку резца при помощи винта с мелким шагом.

Приспособления для завивания и дробления стружки. Скоростное резание вязких металлов практически невозможно без ломания или завивания стружки. Как указывалось выше, для осуществления завивания или ломания стружки вдоль режущей кромки на передней поверхности резца делается радиусная канавка или порожек соответствующих размеров. Однако такое мероприятие вызывает повышенный расход твердого сплава, причем не всегда обеспечивается надежное дробление или завивание стружки. Более эффективное дробление стружки получается при применении накладных и экранных стружколомателей.

На фиг. 28 представлен стружколоматель конструкции Н. Паутина для проходных резцов, который представляет собой пластинку 1 с вогнутой торцовой поверхностью. Пластинка изготовлена из закаленной стали марки У10. Стружколоматель данной конструкции пригоден для работы в довольно больших пределах скоростей резания и сечений среза.

На фиг. 29 изображен экранный стружколоматель, который хорошо зарекомендовал себя при работе резцами (подрезными) с углом в плане $\varphi = 90^\circ$. Для резцов с углом $\varphi < 90^\circ$ он не пригоден.

V. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА РЕЗЦОВ

Правильная заточка и доводка режущих инструментов является важнейшим условием повышения производительности труда, снижения расхода режущих инструментов, а также повышения качества выпускаемой металлообрабатывающей промышленностью продукции.

Высокая производительность резцов обусловлена не только рациональными углами заточки режущей части, но и состоянием поверхностей, образующих режущие кромки, и самих кромок. На качество заточки режущих инструментов оказывают влияние качество шлифовального круга, методы и режимы заточки.

1. АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ

Шлифовальные круги характеризуются родом абразивного зерна и его размером, родом связки, твердостью и структурой.

Электрокорунд (искусственный корунд) получают путем плавки глины боксита в электропечах. Боксит состоит в основном из окиси алюминия (Al_2O_3), кремнекислоты (SiO_2) и примеси окиси железа (FeO). Цвет зерна электрокорунда изменяется от темно-коричневого до белого. Чем меньше примесей, тем светлее и качественнее электрокорунд. Электрокорундовые круги применяются для заточки режущих инструментов из быстрорежущей и углеродистой сталей, для шлифования закаленных и незакаленных сталей:

Карбид кремния (карборунд) получают сплавлением кварцевого песка с угольным порошком. Зерно карбида кремния тверже, чем зерно электрокорунда, имеет более

острые ребра, но обладает большей хрупкостью, поэтому карбид кремния применяется для шлифования твердых и хрупких металлов и сплавов.

В зависимости от количества примесей карбид кремния получает цвет от черного до светло-зеленого. Наиболее высококачественный карбид кремния — светло-зеленого цвета и носит название «экстра карборунд». Шлифовальные круги «экстра карборунд» применяются для заточки и доводки твердосплавных режущих инструментов. Черный карбид кремния применяется для грубой заточки резцов.

Карбид бора получают сплавлением бора и углерода при высокой температуре. Цвет зерна черный. Твердость зерна карбида бора значительно больше карбида кремния. Карбид бора применяется главным образом для доводки твердосплавных режущих инструментов.

Алмаз по химическому составу представляет собой чистый кристаллизованный углерод. По твердости он превосходит электрокорунд в 140 раз. Алмаз применяется для изготовления резцов, правки шлифовальных кругов; алмазные порошки служат для заточки и доводки твердосплавных режущих инструментов.

Абразивные материалы имеют следующую условную маркировку: нормальный электрокорунд — Э; белый электрокорунд — ЭБ; черный карбид кремния — КЧ; зеленый карбид кремния — КЗ.

Зернистость. Под зернистостью абразива (шлифовального круга) понимают размеры абразивных зерен. ГОСТ 3647-54 установлены следующие номера зернистости: 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3.

Чем больше номер зернистости, тем больше размер зерна. Так, например, размер зерна равен 420 — 355 мк в номере 40 и 300 — 250 мк в номере 25. Кроме того, этим же ГОСТом установлены номера микропорошков: М-28, М-20, М-14, М-10, М-7 и М-5. Цифра обозначает наибольший размер зерна в мк.

Связка. Для придания формы шлифовальному кругу зерна связывают между собой различными веществами. Эти вещества называют связкой. Связка должна быть прочной, чтобы противостоять напряжениям, возникающим от центробежной силы, и давлению, возникающему в процессе шлифования. Наиболее широко применяются керамическая, бакелитовая и вулканитовая связки. Условно принято обозначать род связки первой заглавной буквой ее наименования: керамическая — К; бакелитовая — Б; вулканитовая — В.

Керамическая связка в основном состоит из огнеупорной глины и полевого шпата. Бакелитовая связка изготавливается из искусственной фенольно-формальдегидной смолы, называемой «бакелитом». Вулканитовая (резиновая) связка изготавливается из каучука с примесью серы.

Твердость круга. Под твердостью круга подразумевается сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности круга под действием внешних сил. Твердость круга обозначается так:

**Обозначения твердости шлифовальных кругов
(по ГОСТ 3751-47)**

ЧТ — чрезмерно твердый .	ЧТ1, ЧТ2
ВТ — весьма твердый .	ВТ1, ВТ2
Т — твердый	Т1, Т2
СТ — среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3
С — средний	С1, С2
СМ — среднемягкий	СМ1, СМ2
М — мягкий	М1, М2, М3

Структура круга. Структура кругов характеризуется процентным содержанием абразивных зерен, связки и пор в единице объема круга. Шлифовальные круги изготавливаются с номерами структуры от 1 до 18. Чем больше номер структуры круга, тем больше расстояние между зернами и больше поры. Для заточки режущих инструментов периферией круга рекомендуется брать структуру № 5, а при заточке торцом — № 6.

Маркируются шлифовальные круги следующим образом: ЭБ40СМ1К6, где ЭБ — электрокорунд белый; 40 — зернистость; СМ1 — твердость; К — керамическая связка; 6 — структура № 6.

Алмазные круги. Алмазные круги изготавливаются из алмазных зерен и связки. К алмазным кругам предъявляются следующие требования: равномерность распределения алмазных зерен, точность размера зерен и прочность их удержания в связке. Для изготовления алмазных кругов применяется металлическая связка (бронза и т. п.), керамическая, бакелитовая и др. Круги с металлической связкой рекомендуется применять для заточки резцов вручную и для заточки стружколомов. Круги с бакелитовой связкой рекомендуется применять для доводки резцов.

2. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА БЫСТРОРЕЖУЩИХ РЕЗЦОВ

В процессе заточки в поверхностном слое затачиваемой поверхности быстрорежущего инструмента в результате тепловых явлений происходят структурные превращения, которые уменьшают твердость режущего лезвия до *HRC* 57 и ниже. Нормальная твердость быстрорежущего инструмента должна находиться в пределах *HRC* 62—64. На структурные превращения в поверхностном слое сильно влияет твердость шлифовального круга, его окружная скорость (скорость резания) и глубина шлифования, т. е. подача резца на круг за один двойной ход его (при ручной заточке — нажим резца на круг). С увеличением твердости круга и его окружной скорости структурные превращения в поверхностном слое возрастают. Поэтому, чтобы уменьшить эти превращения и улучшить чистоту затачиваемой поверхности, следует при увеличении скорости резания соответственно уменьшить глубину шлифования. Увеличение глубины шлифования вызывает ухудшение шлифуемой поверхности и нарушение структуры, переходящее в прижоги.

С целью повышения чистоты затачиваемой поверхности применяют мелкозернистые круги, при этом необходимо также уменьшить глубину шлифования (поперечную подачу). Хорошее качество шлифуемых поверхностей достигается при затачивании с последующим выхаживанием, т. е. затачивание без поперечной подачи до вывода искры. Этот процесс сопровождается уменьшением съема металла к концу заточки, в результате чего чистота поверхности повышается на один класс.

Увеличение продольной подачи уменьшает структурные превращения в поверхностном слое, но не улучшает чистоты затачиваемой поверхности.

Процесс и режим заточки. Быстрорежущие резцы затачиваются электрокорундовыми кругами с последующей чистовой заточкой на мелкозернистых кругах из карбида кремния или доводкой пастой ГОИ при помощи чугунного притира.

Для предварительной заточки применяются круги следующей характеристики: зернистость 40; твердость CM2, C1, C2; связка керамическая или бакелитовая; структура круга № 4 — № 5.

Режим заточки:

окружная скорость абразивного круга v_k	16—25 м/сек;
поперечная подача (глубина шлифования) s_n	0,08—0,02 мм;
продольная подача s	3—5 м/мин.

Для чистовой (окончательной) заточки применяются круги из карбида кремния зеленого цвета зернистостью 6—5, твердостью CM2—CT1 — с керамической связкой. Режим заточки: $v_k = 10 \div 15$ м/сек; $s_n = 0,02 \div 0,01$ мм с последующим выхаживанием без подачи, продольная подача $s = 1 \div 1,5$ м/мин.

Окончательная заточка производится на торце круга. На правой части приспособления затачиваются задние

поверхности, а на левой — фаска на передней поверхности резца. Доводка резцов производится пастой ГОИ 30—40 мк с помощью диска из мягкого серого чугуна. Порядок доводки следующий.

Рабочий торец диска, вращающегося со скоростью 80—100 м/мин, слегка смачивают керосином с помощью щетки.

Затем тубиком наносят тонкий слой пасты и производят доводку сначала задних, а потом передних поверхностей резца. Нажим резца на диск должен быть минимальным (1—1,5 кг/см²), чтобы не было разрыва слоя пасты. Направление вращения диска должно быть с режущей кромки, а не на режущую, так как в этом случае режущая кромка будет счищать пасту и делать задиры на его рабочей плоскости.

В процессе работы паста на диске приобретает темный цвет и теряет свои химико-механические свойства, поэтому необходимо такую пасту смывать керосином и наносить новый слой.

3. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЗЦОВ

При заточке твердосплавных резцов нужно следить, чтобы в процессе заточки не образовались микротрещины и не произошло выкрашивание режущих лезвий. Образование микротрещин и выкрашивания зависят от твердости круга, его окружной скорости и радиального биения, а также от глубины шлифования.

С целью уменьшения шероховатостей режущих кромок и повышения периода стойкости инструмента следует производить доводку передней и задних поверхностей резца.

Заточка и доводка твердосплавных резцов производятся в следующем порядке:

- 1) заточка передней поверхности резца;
- 2) заточка главной и вспомогательной задних поверхностей стержня резца электрокорундовым кругом;

3) заточка главной и вспомогательной задних поверхностей пластинки;

4) доводка главной и вспомогательной поверхностей пластинки;

5) доводка передней поверхности или фаски на передней поверхности пластинки.

Чтобы сократить время, доводку ведут под углом, меньшим угла заточки на $2-3^\circ$, при этом ширина доведенной площадки на задних поверхностях достигает $2-3$ мм, а на передней поверхности $3-4$ мм или равна ширине фаски, если таковая образуется на передней поверхности. Рекомендуемые характеристики абразивных материалов и режимы заточки приведены в табл. 33.

Таблица 33

ВЫБОР ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА И РЕЖИМОВ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЗЦОВ

Характеристика круга и режим заточки и доводки	Заточ		Доводка	
	Керамическая	Бакелитовая	Бакелитовая	Парафин (паста)
Абразивный материал	Карбид кремния зеленый		Карбид кремния зеленый	Карбид бора
Зернистость	4) -25		8-6	5-3
Связка	Керамическая	Бакелитовая	Бакелитовая	Парафин (паста)
Твердость круга при работе периферией круга	СМ1-С1	СТ-СТ1	СМ1-СМ2	—
Твердость круга при работе торцом круга	М2-СМ2	СМ1-С1	М3-СМ1	—
Скорость резания при работе периферией круга в м/сек	12-18	16-25	25-30	—
Скорость резания при работе торцом круга в м/сек	10-15	15-19	20-25	1,5-3
Поперечная подача в мм/дв. ход	0,02-0,06	0,04-0,12	0,01-0,05	—
Продольная подача в м/мин	3-5	2-4	1-2	1,0-1,5

Опыты показывают, что при работе бакелитовыми кругами затачиваемая поверхность получается на один класс выше по сравнению с поверхностью, заточенной кругом с керамической связкой такой же характеристики и при равных условиях работы.

Чем больше поверхность соприкосновения круга с затачиваемой пластинкой, тем мягче должен быть круг.

При работе на станках с автоматической подачей следует брать более мягкие круги, чем при работе на станках с ручной подачей.

Чистота затачиваемой поверхности улучшается с уменьшением зернистости круга, с уменьшением величины поперечной подачи, с увеличением твердости круга и с применением охлаждающей жидкости.

В качестве охлаждающей жидкости при заточке применяют 1—1,5%-ный раствор соды или 2—3%-ный раствор эмульсола. Охлаждение должно быть обильным и непрерывным.

Стружкозавивающие канавки и стружколомающие уступы могут быть образованы на универсально-заточных станках абразивными кругами из карбида кремния зеленого цвета зернистостью 0—5 твердостью С2 и СТ1 с бакелитовой или керамической связкой.

Доводка твердосплавных резцов производится карбидом бора при помощи диска, изготовленного из мягкого серого чугуна.

Порядок доводки твердосплавных резцов такой же, как и для быстрорежущих резцов.

4. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА РЕЗЦОВ АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ

При заточке и доводке алмазными кругами твердосплавных резцов получаются режущие кромки повышенного качества, т. е. прямолинейные, острые, без зазубрин и завалов и

чистота их на два класса выше против заточки кругами из карбида кремния. Это повышает стойкость резцов в 1,5 раза.

Алмазные круги быстрее изнашиваются при наличии вибраций, биения и перегрева, которые возникают в процессе работы. Поэтому заточные станки должны быть достаточно жесткими, биение шпинделя должно быть не более 0,007 мм. Заточка должна производиться с обильным охлаждением. В качестве охлаждающей жидкости рекомендуется следующий состав: тринатрийфосфат — 0,05%; вазелиновое масло — 0,05%; кальцинированная сода — 0,35%; бура — 0,25%; нитрит натрия — 0,10%; вода — 99,2%.

Порядок заточки и доводки следующий:

- 1) предварительная заточка державки электрокорундовым кругом;
- 2) предварительная заточка пластинок из твердого сплава кругом из карбида кремния (зеленого или черного);
- 3) окончательная (чистовая) заточка пластинок из твердого сплава алмазным кругом;
- 4) доводка вначале задних, а потом передних поверхностей пластинки алмазным кругом.

Рекомендуемые режимы заточки и доводки алмазными кругами следующие: скорость круга $v_k = 30 \div 50$ м/сек; поперечная подача при заточке $s_n = 0,05 \div 0,08$ мм/дв. ход (при доводке $s_n = 0,01 \div 0,03$ мм/дв. ход), продольная подача $s_n = 0,2 \div 0,8$ м/мин.

Нажим резца на круг 1—3 кг/см².

5. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИХ РЕЗЦОВ

Заточка и доводка минералокерамических резцов производится шлифовальными кругами из зеленого карбида кремния на керамической связке твердостью М2—СМ1 и зернистостью 8—16. Существуют два способа заточки.

Первый способ осуществляется при малой окружной скорости шлифовального круга (1—5,4 м/сек). При этом способе охлаждающая жидкость заливается в бачок, подведенный под абразивный круг с таким расчетом, чтобы одна треть круга находилась в жидкости. Такая заточка предохраняет пластинки от перегрева.

Второй способ заключается в заточке при более высоких скоростях шлифовального круга (8—15 м/сек). Заточка производится с обильным охлаждением (15—20 л/мин), которое производится непосредственно в зоне заточки.

В качестве охлаждающей жидкости при обоих способах заточки применяют 3—5%-ный содовый раствор. Для получения качественной заточки станок должен быть отрегулирован и круг отбалансирован. При заточке резец необходимо прочно опирать на стол или подручник. Нажатие его на абразивный круг не должно превосходить 1 кг/см^2 , в противном случае может произойти перегрев пластинки и образование трещин. Затачиваемый резец необходимо перемещать по рабочей поверхности круга для того, чтобы износ последнего был равномерный и риски на затачиваемой поверхности меньше. Скорость этого перемещения должна быть в пределах 1,5—2 м/мин.

Доводка минералокерамических резцов осуществляется на доводочном станке пастой карбида бора или шлифовальными кругами зеленого карбида кремния зернистостью 5—6

VI. ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

1. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

В процессе резания обрабатываемая деталь и режущий инструмент перемещаются относительно друг друга. Вращение обрабатываемой детали — это главное рабочее движение, а перемещение (подача) резца вдоль или поперек оси обрабатываемой детали — вспомогательное.

Скоростью резания при точении называется длина пути, которую проходит в одну минуту точка обрабатываемой поверхности детали. Скорость резания измеряется в *м/мин* и определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин,}$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности в *мм*;

n — число оборотов детали в минуту.

Подачей называется величина перемещения резца при вспомогательном движении за один оборот обрабатываемой детали (фиг. 30). Подача обозначается буквой s и измеряется в миллиметрах за один оборот детали.

Глубиной резания t называется глубина слоя, срезаемого резцом с обрабатываемой поверхности за один проход.

Глубина резания определяется по формуле

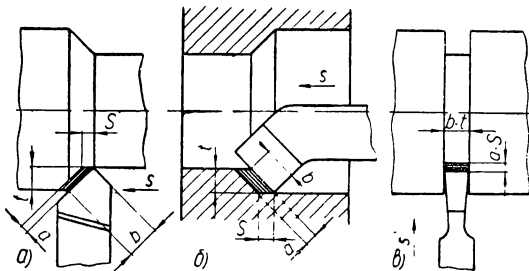
$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм,}$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности в *мм*;

d — диаметр обработанной поверхности.

Шириной срезаемого слоя b называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренной по поверхности резания:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ мм.}$$



Фиг. 30. Схемы сечения среза:
 a — при наружном точении; b — при растачивании;
 a — при отрезке.

Толщиной срезаемого слоя a называется расстояние, измеряемое в направлении, перпендикулярном к ширине стружки:

$$a = s \sin \varphi.$$

Площадь поперечного сечения срезаемого слоя

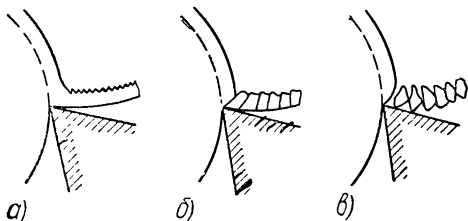
$$f = ab = st \text{ мм}^2.$$

При неизменной площади поперечного сечения срезаемого слоя с уменьшением главного угла в плане φ увеличивается b и уменьшается a и, наоборот, при увеличении угла φ уменьшается b и увеличивается a .

При $\varphi = 90^\circ$ толщина срезаемого слоя $a = s$, а ширина срезаемого слоя $b = t$.

2. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ЕГО ЯВЛЕНИЯ

В зависимости от механических свойств обрабатываемого металла, величины переднего угла резца и режима резания получают различного вида снимаемые стружки.



Фиг. 31. Виды стружки:
а — сливная; б — ступенчатая; в — элементная.

По внешнему виду стружку разделяют на сливную, или ленточную (фиг. 31, а), стружку скалывания ступенчатую (фиг. 31, б) и элементную (фиг. 31, в), у которой срезаемые элементы слоя остаются отдельными.

Сливная стружка получается при обработке мягких и вязких металлов резцом с большим передним углом при средних и высоких скоростях резания. Такая стружка представляет опасность для рабочего, поэтому в процессе резания она должна подвергаться дроблению или завиванию.

Стружка скалывания образуется при обработке твердых металлов, обладающих достаточной вязкостью, чтобы удерживать элементы связанными между собой. Однако при работе резцом с малым передним углом и низкими скоростями резания может получиться элементная стружка. Такая стружка нежелательна, так как она способствует

появлению вибраций в процессе резания. При обработке твердых и хрупких металлов (чугун, бронза и др.) получается стружка надлома, которая состоит из отдельных элементов различной формы.

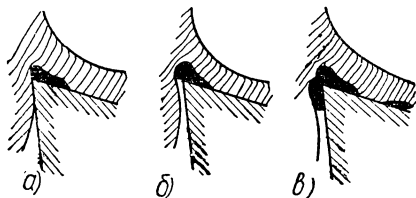
Усадка стружки. Вследствие пластических деформаций, происходящих в металле в процессе резания, длина стружки всегда меньше длины пути, пройденного резцом. Отношение длины пути l , пройденного резцом, к длине стружки l_2 называется усадкой стружки и обозначается буквой ξ . При обработке вязких и мягких металлов стружка укорачивается в пять и больше раз, но с увеличением переднего угла режущего инструмента, скорости резания, подачи и глубины резания усадка стружки уменьшается. За счет продольной усадки (укорачивания) стружка утолщается и становится шире. Особенно опасно увеличение ширины стружки при прорезке узких канавок или при отрезке. При этом стружка защемляется (заклинивается) в прорезаемой канавке, вызывая вибрации и поломки резца. В таких случаях лезвие отрезного или прорезного резца следует сделать выпуклым или косым. Следует заметить, что чем больше усадка стружки, тем больше контакт ее с передней поверхностью режущего инструмента, тем меньше нагревается лезвие и меньше износ его.

Нарост и его влияние на процесс резания. В процессе резания, особенно при обработке вязких металлов, на режущей кромке инструмента наблюдается периодическое наложение сильно деформированных и уплотненных частиц обрабатываемого металла. Это наложение металла называется наростом.

Сорвавшиеся и впрессованные частицы нароста образуют неровности на поверхности обрабатываемой детали. Поэтому нарост вреден при чистовой обработке (фиг. 32). При черновом точении нарост до некоторой степени замедляет износ резца по передней поверхности.

Практика показывает, что самое большое наростообразование получается при работе со скоростями резания

10—30 м/мин. При скоростях резания до 4—5 м/мин и выше 70—80 м/мин нарост отсутствует или мало заметен. Поэтому с целью уменьшения шероховатости обработанной поверхности следует работать в зоне низких скоростей резания — до 4 м/мин — инструментом из углеродистой или быстрорежущей стали и со скоростями



Фиг. 32. Схема наростообразования: а — начало; б — максимальное накопление; в — срыв нароста.

свыше 70—80 м/мин твердосплавным и минералокерамическим инструментом. Чтобы не допустить или уменьшить образование нароста, режущие кромки инструмента нужно выполнять острыми без зазубрин, а заднюю и переднюю поверхности инструмента довести или тщательно заточить; работать следует с применением смазывающе-охлаждающей жидкости.

Наклеп обработанной поверхности. В процессе резания происходит пластическая деформация не только срезаемого слоя, но и в поверхностном слое металла. Пластическое деформирование вызывает упрочнение поверхности. Твердость наклепанного слоя в 2—4 раза больше твердости исходного металла. Глубина наклепанного слоя измеряется сотыми и десятими долями миллиметра, а в отдельных случаях целыми миллиметрами.

Глубина и твердость наклепанного слоя зависят от качества обрабатываемого металла, геометрии и состояния

режущей кромки, скорости резания, подачи, глубины резания и др.

Чем больше вязкость обрабатываемого материала, тем больше глубина упрочнения обработанной поверхности. Подача в большей мере, чем глубина резания, оказывает влияние на наклеп. С увеличением скорости резания глубина и степень наклепа уменьшаются. Явление наклепа вызывает затруднения при чистовой обработке, особенно нержавеющей, кислотостойких, жаропрочных и других сталей аустенитного класса. Глубина резания и подача должны быть больше глубины наклепанного слоя, полученного при предыдущей обработке.

3. СИЛЫ РЕЗАНИЯ

Вследствие сопротивления срезаемого слоя металла деформации сжатия, трения стружки и поверхности резания детали о резец и других причин возникает сила резания. Сила резания при токарной обработке разлагается на три составляющие:

$$P_z; P_x \text{ и } P_y$$

Собственно сила резания P_z действует в направлении главного движения и направлена по касательной к поверхности резания. P_x — сила подачи — действует в направлении подачи. Радиальная сила P_y нормальна к обработанной поверхности.

Силы P_z , P_x и P_y измеряются в килограмм-силах (кгс).

При умножении силы P_z на радиус обрабатываемой детали получают крутящий момент, по которому ведут расчет станка на прочность. Произведение силы P_z на скорость резания — потребляемая станком мощность.

Влияние различных факторов на силу резания. На величину силы резания P_z оказывает влияние обрабатываемый

мый металл, площадь поперечного сечения среза и его форма, передний угол, главный угол в плане резца, радиус при вершине, скорость резания, износ резца, охлаждение и др. При увеличении поперечного сечения среза сила P_z возрастает. Глубина резания t оказывает большее влияние на P_z , чем подача. Во сколько раз будет увеличена глубина резания, во столько же раз увеличится сила P_z . Поэтому в целях экономии электроэнергии, потребной на резание, выгодно работать с большей подачей. С уменьшением переднего угла резца γ сила P_z увеличивается. В качестве примера ниже приведены цифровые данные влияния угла γ на P_z при точении стали 45 при глубине резания $t = 3$ мм и подаче $s = 0,6$ мм.

Влияние угла γ на силу P_z

Угол γ в град	45	30	20	0
Сила P_z в кгс	240	300	345	420

При изменении главного угла в плане ϕ изменяется ширина и толщина срезаемого слоя, поэтому меняются и величины сил резания. С увеличением угла до $50-55^\circ$ сила P_z уменьшается, при дальнейшем увеличении ϕ до 90° P_z увеличивается. Сила P_y уменьшается, а сила P_x увеличивается при увеличении угла ϕ . Ниже приведены числовые данные зависимости P_z , P_y , P_x от угла ϕ , полученные при точении стали 45 при $t = 3$ мм и $s = 0,6$ мм/об.

Влияние главного угла в плане ϕ на силы P_z , P_y , P_x

ϕ в град.	30	45	60	70	90
P_z в кгс	380	350	350	360	370
P_y в кгс	160	110	80	70	62
P_x в кгс	65	90	110	130	145

Радиус при вершине резца оказывает значительное влияние главным образом на радиальную силу резания P_y .

С увеличением скорости резания сила P_z несколько уменьшается. Если износ резца протекает по передней поверхности резца в виде лунки, то P_z уменьшается, если же по задней поверхности, то увеличивается. Вследствие опасного возрастания сил резания при затуплении резца не следует его доводить до затупления.

Смазывающе-охлаждающие жидкости оказывают большее влияние на уменьшение сил резания при чистовом точении, чем при черновом. Чем большей смазывающей способностью жидкость обладает, тем большее влияние она оказывает. Ниже приведены данные о влиянии смазывающе-охлаждающих жидкостей на силу P_z .

Влияние различных смазывающе-охлаждающих жидкостей на силу резания P_z

Смазочно-охлаждающая жидкость	Уменьшение P_z в %	Коэффициент уменьшения
Работа без смазки	0	1
Вода с содой	3	0,97
Эмульсия	10	0,9
Минеральное масло	15	0,85
Осерненное масло на минеральной основе	20	0,8
Осерненное масло на растительной основе	25	0,75

Определение силы резания (табл. 34). На основании многочисленных исследований выведена формула для определения силы резания при точении и растачивании

$$P_z = C_p t^x \rho_s y_p,$$

где C_p — коэффициент, характеризующий качество обрабатываемого металла ($x_p = 1$ и $y_p = 0,75$) при обработке

стали и чугуна быстрорежущими и твердосплавными резами.

Таблица 34

СИЛА РЕЗАНИЯ P_z ПРИ ТОЧЕНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ $\sigma_{вр} = 75$ кгс/мм² (РЕЗЕЦ, Т5К10)

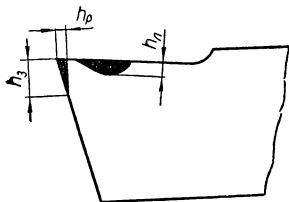
Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4	20
0,5	17	29	39	—	—	—	—	—	—	—
1,0	34	58	78	—	—	—	—	—	—	—
1,5	51	85	100	117	170	—	—	—	—	—
2,0	—	114	157	191	228	259	—	—	—	—
3,0	—	172	235	286	340	388	438	570	—	—
4,0	—	—	313	382	455	518	585	760	981	—
6,0	—	—	—	572	681	778	876	1140	1476	1930
8,0	—	—	—	763	910	1037	1170	1520	1970	2560
12,0	—	—	—	1145	1363	1555	1760	2280	2952	3860

Значения C_p

$\sigma_{вр}$ в кгс/мм ²	55	65	75	85	95	105
C_p	156	170	190	210	224	240

Износ режущего инструмента. В процессе резания вследствие пластической деформации в срезаемом слое металла, трения сходящей стружки о переднюю поверхность реза и изделия о заднюю поверхность реза образуется большое количество тепла. Опыты показывают, что 75—80% тепла уносится стружкой, 15—20% уходит в резец, около 4% в деталь и 1% в окружающую среду. При практически применяемых скоростях резания износ происходит вследствие нагревания и размягчения верхних слоев режущей части инструмента. Частицы размягченного слоя постепенно уносятся стружкой и поверхностью обрабатываемой детали. При малых скоростях наблюдается выкрашивание лезвия.

Износу подвергаются задняя и передняя поверхности, а также вершина резца (фиг. 33). При обработке вязких металлов образуется преимущественно сливная (ленточная) стружка, которая скользит по передней поверхности инструмента. В таком случае при черновом точении изнашивается только передняя поверхность резца с образованием на ней лунки глубиной h_d . При чистовом точении обычно изнашивается задняя поверхность на величину h_3 , но при высоких скоростях резания износ происходит как по задней, так и по передней поверхностям инструмента.



Фиг. 33. Износ резца: h_d — глубина лунки; h_3 — величина износа по задней поверхности; h_p — величина радиального износа резца.

При снятии тонких стружек износ, как правило, происходит по задним поверхностям инструмента, при обработке хрупких материалов — по задней поверхности и вершине резца.

Таблица 35

СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСТИМОГО ИЗНОСА РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА

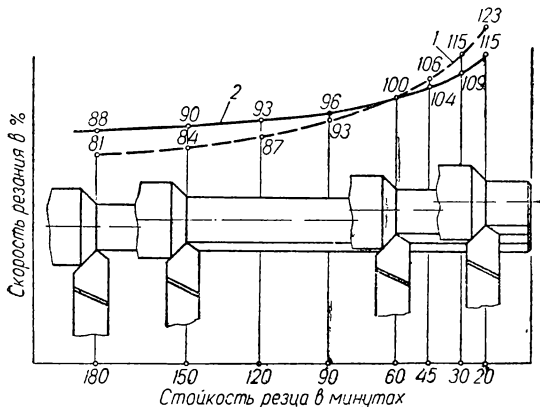
Режущий инструмент	Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности h_3 в мм
Резцы проходные, подрезные, расточные	P18	Стали углеродистые и легированные, жаропрочные, нержавеющие, сплавы	Черновая Чистовая	1,5—2,0 1,0

Режущий инструмент	Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности h_3 в м.к
	Твердый сплав	Стали углеродистые, легированные	Черновая Чистовая	1,0—1,4 0,4—0,6
		Стали жаропрочные, нержавеющие и сплавы	Черновая Чистовая	1,0 0,5—0,6
		Чугун	Черновая Чистовая	0,8—1,0 0,6—0,8
		Резцы отрезные и прорезные	P18	—
	Твердый сплав	Чугун серый	—	0,8—1,0
		Сталь	—	
Резцы фасонные	P18	Сталь	—	0,4—0,5
Резцы резьбовые	P18	Сталь	Черновая Чистовая	2,0 0,3
	Твердый сплав	Сталь Чугун	— —	0,8 1,0
Свёрла: $d < 20$ $d \geq 20$ $d < 20$ $d \geq 20$	P18	Сталь	—	0,4—0,8
		Чугун	—	0,8—1,0
		Чугун	—	0,5—0,8
		Чугун	—	0,8—1,2
Зенкеры	P18	Сталь	—	1,2—1,5
		Чугун	—	0,8—1,5
Развертки		Сталь и чугун	—	0,6—0,8
Метчики		Сталь	—	0,6—0,8
		Чугун	—	0,6—0,8
Плашки	9ХС	Сталь	—	0,5

С увеличением износа режущего инструмента по задней поверхности ухудшается чистота и точность размеров обработанной поверхности. Поэтому рекомендуется придерживаться допустимых величин износа, приведенных в табл. 35.

4. СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

На скорость резания оказывают влияние следующие факторы: глубина резания, подача, геометрия и размеры



Фиг. 34. Зависимость между скоростью резания и периодом стойкости резца при работе твердосплавным резцом (кривая 1) и быстрорежущим резцом (кривая 2).

режущего инструмента, качество материала инструмента, смазывающе-охлаждающие жидкости, качество обрабатываемого металла и др.

Период времени, в продолжение которого резец работает без переточки до заданной величины затупления, называется стойкостью резца. Зависимость между скоростью резания v и стойкостью резца T в графическом изображении представлена на фиг. 34. Графики показывают, что с увеличением скорости резания значительно уменьшается стойкость резца. Если при работе твердосплавным резцом принять скорость резания $v = 100\%$ при стойкости резца $T = 60$ мин, а потом увеличить на 15%, то стойкость резца уменьшится в два раза (30 мин); если v увеличить на 25%, то T уменьшится в три раза (20 мин). При уменьшении v на 16% T увеличится до 150 мин.

Выбор наиболее выгодного (экономичного) периода стойкости резца связан с расчетом себестоимости обрабатываемых деталей. В единичном и серийном производствах экономические периоды стойкости резцов в пределах 30—60 мин, для фасонных резцов $T = 120$ мин.

В тех случаях, когда производится обработка длинных поверхностей, следует брать период стойкости $T = 60$ мин. При обработке коротких поверхностей с перерывами работы резца следует брать $T = 20 \div 30$ мин с соответствующим увеличением скорости резания (см. фиг. 34).

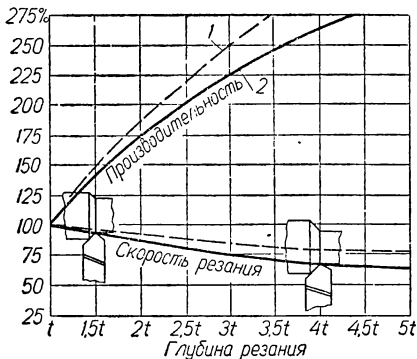
Глубина резания в меньшей мере влияет на скорость резания, чем подача. Если, например, увеличить глубину резания в 2 раза, то во столько же раз увеличится ширина среза и длина режущей кромки, участвующей в резании, поэтому повышение температуры режущей кромки будет незначительным.

При увеличении подачи в 2 раза во столько же раз увеличится толщина срезаемого слоя при неизменной длине режущей кромки, участвующей в работе, поэтому отвод теплоты в тело резца будет более затруднен и режущая кромка будет иметь более высокую температуру.

На фиг. 35 представлено графическое изображение зависимости производительности Q от изменения глубины резания t при точении стали твердосплавным резцом

марки Т5К10 (кривая 1) и резцом марки Р18 (кривая 2).

Если при работе твердосплавным резцом с глубиной резания t скорость резания v принять за 100%, то при увеличении глубины резания до $2t$ (т. е. на 100%) скорость

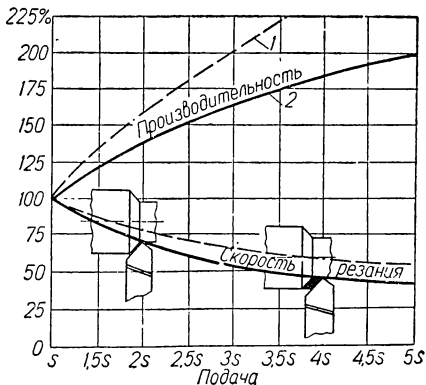


Фиг. 35. Зависимость скорости резания и производительности реза от глубины резания.

резания надо уменьшить на 10%; производительность при этом увеличится на 78%. При увеличении глубины резания в 3 раза скорость должна быть уменьшена на 15%, производительность увеличится на 153%. Отсюда следует, что всегда необходимо стремиться весь припуск снимать за один проход.

На фиг. 36 представлены графики зависимости производительности Q от изменения подачи S при точении стали твердосплавными резцами (кривая 1) и быстрорежущими (кривая 2). График показывает, что, если при подаче S

скорость резания v принять за 100%, при увеличении подачи в 2 раза (т. е. на 100%) скорость резания, допускаемая резцом, уменьшится на 22% (при работе резцом Т5К10); производительность при этом увеличится на 56%.



Фиг. 36. Зависимость скорости резания и производительности резца от подачи.

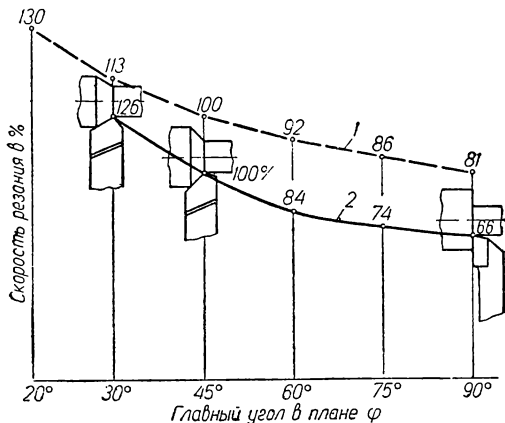
При увеличении подачи в три раза v уменьшится на 32%, производительность Q увеличится на 104%

Этот закон резания рекомендуется использовать в практике чернового точения при небольших припусках на обработку

Следует заметить, что при работе с крупными сечениями среза иногда выгоднее применять быстрорежущие резцы взамен твердосплавных. При чистовом точении повышение производительности может быть осуществлено за счет увеличения скорости резания с применением более

износостойких твердосплавных и минералокерамических резцов.

При чистовом точении можно повысить производительность за счет увеличения подачи, применяя резцы с переходной и зачищающей кромкой (резец Колесова). Углы



Фиг. 37. Зависимость скорости резания от главного угла в плане.

и форма передней поверхности резца оказывают значительное влияние на скорость резания. Чем меньше главный угол в плане ϕ , тем больше ширина и меньше толщина среза, тем большая длина режущей кромки участвует в работе и, естественно, резец может работать с большей скоростью резания, не уменьшая периода стойкости.

На фиг. 37 представлен график, изображающий зависимость между скоростью резания и углом ϕ при точении твердосплавными резцами (кривая 1) и быстрорежущими

(кривая 2). Если у резца главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$, то допустимая резцом скорость резания понизится на 34% (резец быстрорежущий, кривая 2) и на 19% (твердосплавный резец, кривая 1) по сравнению с тем же резцом, но с углом $\varphi = 45^\circ$. Анализ графиков (фиг. 37) показывает, что при жесткой системе станок — деталь — резец, выгодно работать резцами с углом $\varphi = 30^\circ$. Длинные и маложесткие детали рекомендуется обрабатывать с применением люнета. Резцы с углом $\varphi = 90^\circ$ рекомендуется применять при обработке деталей ступенчатой формы, причем с короткими ступенями. В таких случаях необходимо иметь в виду возможность повышения скорости резания на 25—30% за счет перерывов в работе резца.

С увеличением переднего угла γ резца уменьшается работа резания, а вместе с этим и количество образующейся теплоты. Но с другой стороны с увеличением угла γ уменьшается угол заострения β , что уменьшает отвод тепла от режущей кромки и уменьшается прочность резца. С увеличением прочности обрабатываемого металла угол γ следует уменьшать. Чем более вязок обрабатываемый металл, тем больше должен быть передний угол.

Особенно сильное влияние на стойкость резца и естественно на скорость резания оказывает фаска на передней поверхности резца. Фаска укрепляет режущую кромку и отдаляет от нее центр давления стружки, что способствует улучшению теплоотвода и уменьшению износа резца. При этом увеличивается период стойкости резца в 3—4 раза.

При скоростном точении сталей передняя поверхность резца должна иметь форму, при которой отходящая стружка завивалась бы и ломалась полукольцами. Увеличение радиуса закругления вершины резца и уменьшение вспомогательного угла в плане φ_1 способствуют увеличению скорости резания, так как улучшается теплоотвод в тело резца. Вспомогательный угол в плане φ_1 , равный 5—10°, можно брать при обработке жестких

деталей без врезания; при работе с врезанием угол $\varphi_1 = 15 \div 30$.

При черновой обработке деталей радиус при вершине резца делают в пределах $r = 1 \div 3$ мм в зависимости от сечения резца. При чистовом точении радиус закругления вершины резца выбирается в зависимости от заданной чистоты обработанной поверхности и жесткости системы станок—деталь—резец. Поперечное сечение резца также оказывает влияние на скорость резания. Чем больше поперечное сечение резца, тем лучше теплоотвод от режущей кромки, поэтому допустимая резцом скорость резания больше.

Влияние материала инструмента на скорость резания. Различные инструментальные материалы обладают различной износостойкостью при высоких температурах. Ниже приведены сравнительные данные относительной производительности по машинному времени различных марок инструментальных материалов, выраженные коэффициентом K_u .

Марки твердого сплава	T5K10	T15K6	T15K6T	T14K8	T30K4
Коэффициент K_u	1	1,54	1,77	1,23	2,15
Марки твердого сплава	BK2	BK3	BK6	BK8	
Коэффициент K_u	1,2	1,15	1	0,83	

Отсюда видно, что резец T30K4 допускает скорость резания в 2,15 раза большую, чем резец T5K10.

Влияние смазывающе-охлаждающих жидкостей на скорость резания. Применение смазывающе-охлаждающих жидкостей при обработке металлов резанием дает возможность увеличить скорость резания при черновом точении на 20—25% и на 10—15% при чистовом, уменьшить усилие резания до 30%, улучшить чистоту обработанной поверхности на один-два класса и уменьшить вибрацию.

Смазывающе-охлаждающие жидкости разделяются на две группы:

1) водные эмульсии, представляющие собой эмульсию минерального масла в воде с концентрацией масла от 2 до 20% и с добавкой от 0,3 до 2% мыл, различных жирных кислот, канифоли и др.

2) масляные жидкости: минеральные масла, осерненные минеральные масла (сульфофрезол), керосин, масла растительного и животного происхождения.

Водные эмульсии могут применяться как при низких так и высоких скоростях резания. С увеличением скорости резания и уменьшением поперечного сечения срезаемого слоя эффект охлаждения уменьшается. Обычно при точении охлаждение осуществляется поливанием стружки сверху струей малого напора. При этом расход жидкости составляет 10—15 л/мин. В настоящее время получают распространение новые способы охлаждения: струйное охлаждение и охлаждение распыленной жидкостью.

При струйном способе охлаждающая жидкость подается под давлением 10—30 атм через узкую щель сопла к самой режущей кромке снизу между задней поверхностью резца и поверхностью резания. Расход охлаждающей жидкости при этом не больше 2 л/мин, но стойкость твердосплавных резцов увеличивается в 2—3 раза, а быстрорежущих — в 3—5 и больше раз по сравнению с обычным охлаждением.

Способ охлаждения распыленной жидкостью заключается в том, что жидкость, поступающая в зону резания, распыляется сжатым воздухом. Частицы распыленной жидкости, соприкасаясь с нагретыми поверхностями резца, стружки и изделия, испаряются. В результате испарения этих частиц происходит охлаждение режущих кромок резца. Эффективность данного способа примерно такая же, как и струйное охлаждение.

При работе инструментов с низкими скоростями резания успешно применяются масляные жидкости, которые

оказывают больше смазывающее, чем охлаждающее воздействие на режущий инструмент, стружку и обрабатываемую поверхность. Это способствует не только улучшению чистоты обработанной поверхности, но и увеличению износостойкости режущего инструмента. Ниже в табл. 36 приведены рекомендации по применению смазывающе-охлаждающих жидкостей.

Влияние качества обрабатываемого металла на скорость резания. Очень большое влияние на скорость резания оказывает качество обрабатываемого металла, его химический состав, структура, твердость и теплопроводность. Чем больше твердость обрабатываемого металла, тем большая сила резания потребна для снятия стружки, больше трение стружки о резец и тем выше температура резания. Чем меньшей теплопроводностью обладает обрабатываемый металл, тем большая доля тепла проходит через резец и, естественно, он больше нагревается и быстрее затупляется. Чем больше содержание углерода и таких легирующих элементов, как марганец, кремний, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий, тем труднее поддается обработке сталь. Многочисленное количество марок сталей, различающихся по химическому составу, разделено на группы. Различные группы обрабатываемых сталей при одной и той же твердости имеют различные допускаемые скорости резания. Сравнительная обрабатываемость сталей быстрорежущими резцами, выраженная коэффициентами, приведена в табл. 37

Из табл. 37 видно, что при обработке хромоникелевых сталей скорость резания следует брать на 10% меньше, чем при обработке никелевой стали этой же твердости при одинаковых условиях работы и на 30% меньше при обработке хромомарганцовистых сталей. В пределах каждой группы обрабатываемых материалов зависимость между скоростью резания и прочностью или твердостью обрабатываемого металла выражается коэффициентом, приведенным в табл. 38.

НАЗНАЧЕНИЕ СМАЗЫВАЮЩЕ-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Обрабатываемый металл	Вид смазывающе-охлаждающей жидкости при			
	точении и растачивании	сверлении и зенкерования	разверты	нарезании резьбы
Стали конструкционные, инструментальные, углеродистые и легированные	Эмульсия	Эмульсия	10%-ная эмульсия, сульфифрезол, растительное масло + скипидар + керосин	20—10%-ная эмульсия; сульфифрезол, растительное масло + керосин + скипидар
Стали высоколегированные марок 1X18H9T, 2X13 и им подобные	10%-ная эмульсия, 5%-ная эмульсия + 2% сульфифрезола	10%-ная эмульсия, 5%-ная эмульсия + 2% сульфифрезола	5%-ная эмульсия + 2% сульфифрезола	5%-ная эмульсия + 2% сульфифрезола, сульфифрезол + олеиновая кислота
Чугун ковкий Высокопрочный	Без охлаждения Эмульсия		Эмульсия Сульфифрезол	Эмульсия Сульфифрезол
Чугун серый	Без охлаждения Водный раствор соды		Без охлаждения Керосин	Без охлаждения Керосин
Бронза Алюминиевые сплавы	Без охлаждения Эмульсия Керосин		Без охлаждения Керосин + растительное масло	Без охлаждения Керосин + растительное масло

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА K_M ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СТАЛЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ БЫСТРОРЕЖУЩИМИ РЕЗЦАМИ

Обрабатываемый материал	K_M
Углеродистые конструкционные ($c < 0,6\%$)	1,0
Углеродистые конструкционные ($c > 0,6\%$)	0,8
Автоматные	1,2
Никелевые	1,0
Хромоникелевые	0,9
Хромистые, марганцовистые, хромоникельвольфрамовые, хромомолибденовые, хромоникельмолибденовые, хромоалюминиевые и др.	0,8
Хромомарганцовистые, хромокремнистые, кремнемарганцовистые и др.	0,7

Таблица 38

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ K_M НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МЕТАЛЛА

При обработке стали	$\sigma_{вр}$	49—55	56—61	62—69	70—79	80—89	90—100
	K_M	1,7	1,4	1,2	1	0,85	0,73
При обработке чугуна	$HВ$	151—165	166—181	182—199	200—219	220—240	
	K_M	1,23	1,1	1	0,88	0,8	

На основании многочисленных опытов выведена расчетная формула скорости резания v при точении:

$$v = \frac{C_v}{T^{n_1} x_{v_2} y_v},$$

- где C_v — постоянный коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого металла;
- m — показатель относительной стойкости, который в диапазоне практических скоростей резания принимается за постоянную величину;
- x_v и y_v — показатели степени соответственно при глубине резания и подаче.

В табл. 39 приведены значения коэффициента C_v и показатели степеней m , x_v и y_v .

Таблица 39
ЗНАЧЕНИЯ C_v И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНЕЙ m , x_v , y_v

Обрабатываемый металл	Вид обработки	Материал резца	C_v	x_v	y_v	m	$T_{мин}$		
Сталь конструкционная углеродистая, легированная и стальное литье $\sigma_{вр} = 75 \text{ кг/мм}^2$	Наружное продольное точение	$s < 0,3$	Т5К10	273	0,15	0,2	0,2	60	
		$s < 0,75$		227		0,35			
		$s > 0,75$		221		0,45			
		—	Т15К6	292	0,15	0,3	0,18	45	
			$s < 0,25$	Р18	87,5	0,25	0,33	0,125	60
			$s > 0,25$		56		0,66		60
		$s < 0,3$	ЦМ332	530	0,19	0,37	0,24	60	
	Отрезка	Т5К10 Р18	47 23,7	0 0	0,8 0,56	0,2 0,25	60		
	Фасонное точение	Р18	22,7	0	0,5	0,3	120		

По вышеприведенной формуле составляются карты режимов резания. Скорость резания, рассчитанная по формуле или определенная по карте, уточняется умножением на коэффициенты, выражающие влияние различных вышеуказанных факторов, т. е.:

$$v = v_n K_m K_u K_\phi K_n K_p K_o$$

VII. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Рациональным режимом резания считается тот режим, при котором получается наименьшая стоимость операции или наименьшее время обработки t_0 :

$$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{ns},$$

где t_0 — машинное (основное) время в *мин*;

l — длина обрабатываемой поверхности в *мм*;

l_1 — величина врезания и перебега резца в *мм*;

l_2 — дополнительная длина на взятие пробной стружки в *мм*;

n — число оборотов обрабатываемой детали в *мин*;

s — подача инструмента в *мм/об*.

Для повышения производительности труда и уменьшения машинного времени при черновом точении в первую очередь следует работать с возможно большей глубиной резания (см. фиг. 35), т. е. весь припуск снимать за один проход. Свыше одного прохода следует допускать в исключительных случаях при работе на маломощных станках. При снятии небольших припусков следует работать с возможно большей технологически допустимой подачей и соответствующей этой подаче скоростью резания (см. фиг. 36).

Необходимые данные для выбора режимов резания приведены в табл. 40—51.

ПОДАЧИ ПРИ ЧЕРНОВОМ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ
(РЕЗЦЫ С ПЛАСТИНКАМИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА И ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ
СТАЛИ)

Обрабатываемый материал	Размер державки резца в мм	Диаметр детали в мм до	Резцы проходные с пластинками из твердого сплава					Резцы быстрорежущие		
			Глубина резания t в мм							
			до 3	до 5	до 8	до 12	св. 12	до 3	до 5	до 8
			Подача s в мм/об							
Стали конструкционные углеродистые, легированные и жаропрочные	16×25	20	0,3—0,4	—	—	—	—	0,3—0,4	—	—
		40	0,4—0,5	0,3—0,4	—	—	—	0,4—0,6	—	—
		60	0,5—0,7	0,4—0,6	0,3—0,5	—	—	0,6—0,8	0,5—0,7	0,4—0,6
		100	0,6—0,9	0,5—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5	—	0,7—1,0	0,6—0,9	0,6—0,8
	400	0,8—1,2	0,7—1,0	0,6—0,8	0,5—0,6	—	1,0—1,3	0,9—1,1	0,8—1,0	
	20×30	20	0,3—0,4	—	—	—	—	0,3—0,4	—	—
		40	0,4—0,5	0,3—0,4	—	—	—	0,4—0,5	—	—
	25×25	60	0,6—0,7	0,5—0,7	0,4—0,6	—	—	0,7—0,8	0,6—0,8	—
		100	0,8—1,0	0,7—0,9	0,5—0,7	0,4—0,7	—	0,9—1,1	0,8—1,0	0,7—0,9
		600	1,2—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,9	0,4—0,6	1,2—1,4	1,1—1,4	1,0—1,2

Примечания. 1. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1,0 мм/об не применять. 2. При обработке ступенчатых поверхностей и при работе с ударами табличные значения подач следует умножить на коэффициент 0,75—0,85. При обточке чугуна и медных сплавов табличные значения подач увеличивать в 1,3 раза.

ПОДАЧИ ПРИ ЧЕРНОВОМ РАСТАЧИВАНИИ
(РЕЗЦЫ С ПЛАСТИНКАМИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА И ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ
СТАЛИ)

Поперечное сечение резца и оправки	Вылет резца или оправки в мм	Токарные станки							
		Обрабатываемый материал							
		Сталь и стальное литье				Чугун, медные сплавы			
		Глубина резания t в мм до							
		2	3	5	8	2	3	5	8
Подачи s в мм/об									
10	50	0,03	—	—	—	0,12—0,16	—	—	—
12	60	0,10	0,03	—	—	0,12—0,20	0,12—0,18	—	—
16	80	0,10—0,20	0,15	0,10	—	0,20—0,30	0,15—0,25	0,10—0,18	—
20	100	0,15—0,30	0,15—0,25	0,12	—	0,30—0,40	0,25—0,35	0,12—0,25	—
25	125	0,25—0,50	0,15—0,40	0,12—0,20	—	0,40—0,60	0,30—0,50	0,25—0,35	—
30	150	0,40—0,70	0,20—0,50	0,12—0,30	—	0,50—0,80	0,40—0,60	0,25—0,45	—
40	200	—	0,25—0,60	0,15—0,40	—	—	0,60—0,8	0,30—0,60	—
40×40	150	—	0,6—1,0	0,5—0,7	—	—	0,7—1,2	0,5—0,9	0,4—0,5
	300	—	0,4—0,7	0,3—0,6	—	—	0,6—0,9	0,4—0,7	0,3—0,4
60×60	150	—	0,9—1,2	0,3—1,0	0,6—0,8	—	1,0—1,5	0,8—1,2	0,6—0,9
	300	—	0,7—1,0	0,5—0,8	0,4—0,7	—	0,9—1,0	0,7—0,9	0,5—0,7
75×75	300	—	0,9—1,3	0,8—1,1	0,7—0,9	—	1,1—1,6	0,9—1,3	0,7—1,0
	500	—	0,7—1,0	0,6—0,9	0,5—0,7	—	—	0,7—1,1	0,6—0,8
	800	—	—	0,4—0,7	—	—	—	0,6—0,8	—

Таблица 42

**ПОДАЧИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАДАННОЙ ЧИСТОТЫ
ПОВЕРХНОСТИ**
(РЕЗЦЫ С ПЛАСТИНКАМИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА
И ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ)

Класс чисто- ты	Обрабаты- ваемый материал	Вспомога- тельный угол в плане Φ_1	Радиус при вершине резца r в мм		
			0,5	1,0	2,0
			Подача s в мм/об		
3	Сталь и чугун	5	—	1,0—1,1	1,3—1,5
		15	—	0,7—0,8	0,9—1,0
4	Сталь и чугун	5	—	0,45—0,6	0,6—0,7
		10—15			
5	Сталь	5	0,22—0,4	0,25—0,5	0,3—0,6
		10—15	0,18—0,35	0,25—0,4	0,3—0,55
	Чугун	5	—		
		10—15	—	0,25—0,4	0,4—0,6
6	Сталь	5	0,11—0,3	0,11—0,3	0,14—0,39
	Чугун	5	—	0,15—0,25	0,2—0,35
7	Сталь	5	—	0,12—0,20	0,14—0,27

Таблица 43

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ СТАЛИ
 $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$ РЕЗЦОМ Т5К10 БЕЗ ОХЛАЖДЕНИЯ
(СТОЙКОСТЬ РЕЗЦА 60 мин)

Глубина резания t в мм до	Подача s в мм/об									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	
	Скорость резания v в м/мин									
1	190	166	154	140	120	110	100	93	90	
3	160	140	130	120	100	94	85	79	76	
5	150	130	120	110	95	87	80	73	70	
8	138	120	112	102	88	80	74	68	65	
12	130	114	105	96	83	76	70	64	62	

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

Предел прочности при растяжении обрабатываемого материала $\sigma_{вр}$ в кгс/мм ²	45	55	65	75	85	95	105 и более
K_M	1,65	1,35	1,15	1	0,88	0,79	0,71
Главный угол в плане ϕ в град	30	45	60	90			
K_ϕ	1,13	1	0,92	0,81			
Марка твердого сплава	T15K6	T14K8	T30K4				
K_n	1,54	1,23	2,15				

Таблица 44

ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ v В м/мин ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ СТАЛИ 1X18N9T HB 150, $\sigma_{вр} = 58$ кгс/мм²

**РЕЗЦОМ ВК8
(РАБОТА БЕЗ ОХЛАЖДЕНИЯ)**

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
0,5	110	90	77	84	—	—	—	—	—	—
1	100	80	70	62	59	55	—	—	—	—
2	90	71	62	56	54	54	50	45	41	—
3	84	67	59	54	49	48	42	40	37	35
4	80	64	56	51	47	44	40	37	35	33
5	76	61	54	48	46	42	39	36	34	31

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

Марка твердого сплава . K_n	ВК8 1	T1K10 1,3	T15K6 2	T30K6 2,8
Твердость стали HV K_m	150 (1X18H9T) 1	170 (X18H12M3T) 0,65	150 (2X13) 1,2	— —
Стойкость резца T в мин K_s	30 1,35	60 1	90 0,83	— —
Главный угол в плане ϕ в град K_ϕ	30 1,13	45 1	60 0,92	90 0,81

Таблица 45

**СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕРОГО ЧУГУНА
HV 190 РЕЗЦОМ ВК8
(СТОЙКОСТЬ РЕЗЦА $T = 60$ мин)**

Глубина резания t в мм до	Подача s в мм/об							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
	Скорость v в мм/об							
1	180	156	130	118	107	100	91	81
3	152	132	110	100	90	85	77	69
6	137	119	100	90	82	77	70	64
10	128	110	92	84	76	71	65	58
15	120	103	87	79	72	67	60	54

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

Твердость чугуна $HВ$. K_M	150 1,3	170 1,13	190 1	210 0,88	230 0,8
Марки твердого сплава . K_P	ВК2 1,2	ВК3 1,15	ВК6 1	ВК8 0,83	— —
Главный угол в плане φ в град K_φ	30 1,2	45 1	60 0,88	90 0,73	— —

Таблица 46

**СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ СТАЛЕЙ
И МЕДНЫХ СПЛАВОВ БЫСТРОРЕЖУЩИМИ РЕЗЦАМИ
МАРКИ P18**

Обрабатываемый материал	Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об							
		0,2	0,4	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0
		Скорость резания v в м/мин							
Сталь конструкционная углеродистая $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$	1	90	60	47	39	33	30	26	21
	3	72	45	35	30	25	23	20	16
	5	56	40	31	26	22	20	18	14
	8	—	35	28	23	20	18	16	12,5
	12	—	—	25	21	18	16	14	11
Сталь жаропрочная 1X18H9T (ЭЯ1Т) (в состоянии поставки $HВ$ 141)	1	47	32	26	23	20	—	—	—
	3	48	28	22	19	17	—	—	—
	5	35	24	20	17	14	—	—	—
	8	30	21	17	15	12	—	—	—

Обрабатываемый материал	Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об							
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
		Скорость резания v в м/мин							
Медные сплавы средней твердости $HВ$ 100—140	1	130	106	84	74	66	60	54	49
	3	119	94	76	66	59	54	50	41
	5	106	84	66	59	55	50	44	33

**ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕДНЫХ СПЛАВОВ**

Твердость медных сплавов $HВ$ K_M	150—200	100—140	70—90	60—90	60—80
	0,7	1,0	1,7	2,0	4,0

Таблица 47

ПОДАЧИ ДЛЯ ПРОРЕЗКИ И ОТРЕЗКИ

Диаметр обработки D в мм до	Ширина резца b в мм	Обрабатываемый материал		
		Сталь и стальное литье		Чугун
		$\sigma_{вр} \leq 80$ кгс/мм ²	$\sigma_{вр} > 80$ кгс/мм ²	
		Подача s в мм/об		
20	3	0,08—0,10	0,06—0,03	0,11—0,14
30	3	0,10—0,12	0,08—0,10	0,13—0,16
40	3—4	0,12—0,14	0,10—0,12	0,16—0,19
50	4—5	0,15—0,18	0,13—0,16	0,20—0,24
100	5—6	0,18—0,20	0,16—0,18	0,24—0,27
	6—8	0,22—0,23	0,2 —0,23	0,28—0,32
150	6—8	0,2 —0,25	0,18—0,22	0,30—0,35
	8—10	0,25—0,30	0,22—0,26	0,35—0,4
250 и выше	10—12	0,3 —0,35	0,28—0,32	0,4 —0,45
	12—15	0,35—0,40	0,32—0,36	0,45—0,55

**СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОРЕЗКЕ И ОТРЕЗКЕ СТАЛИ И СЕРОГО ЧУГУНА
(РЕЗЦЫ С ПЛАСТИНКАМИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА)**

Обрабатываемый материал	HB	Подача s в мм/об до											
		0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,39	0,52	0,70
		Скорость резания v в м/мин											
Сталь конструкционная и легированная	126—140	245	218	193	172	153	136	120	107	95	75	59	—
	141—158	218	193	172	153	136	120	107	95	85	67	53	—
	159—177	193	172	153	136	120	107	95	85	75	59	47	—
	178—200	172	153	136	120	107	95	85	75	67	53	42	—
	201—226	153	136	120	107	95	85	75	67	59	47	37	—
	227—255	136	120	107	95	85	75	67	59	53	42	33	—
	256—286	120	107	95	85	75	67	59	53	47	37	29	—
Чугун серый	150—156	105	100	95	89	84	79	75	70	66	59	52	45
	157—164	100	95	89	84	79	75	70	66	62	55	49	44
	165—172	95	89	84	79	75	70	66	62	59	52	46	41
	173—181	89	84	79	75	70	66	62	59	55	49	44	39
	182—190	84	79	75	70	66	62	59	55	52	46	41	36
Чугун серый	191—199	79	75	70	66	62	59	55	52	49	44	39	34
	200—219	75	70	66	62	59	55	52	49	46	41	36	32
	220—241	66	62	59	55	52	49	46	44	41	36	32	29
	242—265	59	55	52	49	46	44	41	39	36	32	29	26

Примечание. Поправочные коэффициенты на скорость резания:
 При обработке стали резцом Т5К10 . $K_n = 1,0$
 » » » » Т15К6 . $K_n = 1,54$
 При обработке чугуна резцом ВК6 . $K_n = 1,0$
 » » » » ВК8 . $K_n = 0,83$
 При работе с охлаждением . $K_0 = 1,4$

Таблица 49

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОРЕЗКЕ И ОТРЕЗКЕ СТАЛИ
 КОНСТРУКЦИОННОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$
 (РЕЗЦЫ ИЗ СТАЛИ Р18. РАБОТА С ОХЛАЖДЕНИЕМ)

Подача s в мм/об до											
0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,2	0,25	0,31	0,39	0,49	0,6	0,75
Скорость резания v в м/мин											
57	49	42	36	31	27	23	20	17	15	13	11,2
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы											
$\sigma_{вр}$ в кгс/мм ²	38— 44	45— 51	52— 59	60— 70	71— 80	81— 93	94— 107	108— 129			
Группы стали	Коэффициент K_M										
Автоматны	3,3	2,6	2,01	1,54	1,2	0,92	—	—			
Углеродистые ($C \leq 0,6\%$) ни- келевые	2,2	2,2	1,67	1,28	1,0	0,77	0,59	0,46			
Хромоникелевые	2,07	1,75	1,4	1,11	0,9	0,72	0,57	0,46			
Углеродистые труднообраба- тываемые ($C >$ $> 0,6\%$), хроми- стые, хромони- кельвольфрамо- вые, марганцо- вистые и близ- кие к ним	2,19	1,74	1,34	1,02	0,8	0,62	0,47	0,37			

$\sigma_{вр}$ в кгс/мм ²	38— 44	45— 51	52— 59	60— 70	71— 80	81— 93	94— 107	108— 129
Группы стали	Коэффициент K_M							
Хромомарганцовистые, хромокремнемарганцовистые и близкие к ним	1,66	1,36	1,08	0,86	0,70	0,56	0,44	0,36

Таблица 50

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ДЛЯ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕИ $\sigma_{вр}=75$ кгс/мм² ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИМИ РЕЗЦАМИ МАРКИ ЦМ-332. ПЕРИОД СТОЙКОСТИ РЕЗЦА $T=60$ мин (РАБОТА БЕЗ ОХЛАЖДЕНИЯ)

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об						
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
Скорость резания v в м/мин							
0,5	465	410	376	350	—	—	—
1,0	400	356	332	308	—	—	—
1,5	372	332	306	280	252	—	—
2,0	352	310	286	266	240	224	—
2,5	336	302	275	256	230	210	200
3,0	318	282	262	242	220	200	186

Таблица 51

**РЕЖИМ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ СЕРОГО ЧУГУНА
НВ 190 МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИМИ РЕЗЦАМИ МАРКИ ЦМ-332.
ПЕРИОД СТОЙКОСТИ РЕЗЦА $T = 60$ мин**

Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об						
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
	Скорость резания v в м/мин						
0,5	460	435	416	405	—	—	—
1,0	404	380	365	350	—	—	—
1,5	364	335	328	316	298	—	—
2,0	350	340	312	304	288	275	—
2,5	338	316	302	290	276	264	254
3,0	325	306	293	280	266	254	245

Примечание. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы при обработке стали см. в табл. 43, а при обработке чугуна — в табл. 45.

При чистовом точении и растачивании количество проходов, глубина резания и подача зависят от требуемой точности размера, чистоты обработанной поверхности, жесткости системы станок—инструмент—деталь и погрешности предшествующей обработки. Например, для получения поверхности $\nabla 5$ глубина резания назначается в пределах 0,5—1,5 мм, при обработке с чистотой поверхности $\Delta 6$ — $\Delta 7$ — в пределах 0,1—0,5 мм, а подачи выбираются по табл. 42. После выбора t и S по табл. 40, 41, 42, 43, 45, 46, выбираются скорости резания и затем, в зависимости от условий работы, умножаются на соответствующие поправочные коэффициенты.

Порядок назначения режимов резания

Требуется отточить начерно ступенчатый вал $L = 200$ мм из стали $\sigma_{вр} = 65$ кгс/мм² твердосплавным резцом марки Т14К8 на токарном станке модели 1К62.

Для примера возьмем одну ступень $\varnothing 100A$, $l = 120$ мм. Общий припуск на обработку 5 мм (на сторону).

1. Распределение общего припуска на обработку:
на шлифование — 0,25 мм на сторону (см. табл. 56);
чистовое точение — 0,75 мм на сторону (см. табл. 55);
тогда на черновое точение припуск будет $5 - 0,25 - 0,75 = 4$ мм.
2. Выбираем геометрические параметры реза:
форма передней поверхности — по табл. 26;
передний угол $\gamma = 18 \pm 2^\circ$; задний угол $\alpha = 8$ (см. табл. 27);
угол фаски $\gamma_f = -5^\circ$; размер фаски $f = 0,6$ мм (см. табл. 28 или 29);
угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0$ (см. табл. 30);
углы в плане $\phi = 90^\circ$ и $\phi_1 = 10^\circ$ (см. табл. 31 и 32); радиус при вершине $r = 1,5$ мм.
3. По табл. 40 выбираем подачу $s = 0,6$ мм/об.
4. По табл. 43 находим скорость резания при обработке стали $\sigma_{вр} = 75$ кгс/мм² твердосплавным резцом марки Т5К10:

$$v_1 = \frac{95 + 100}{2} = 97,5 \text{ м/мин.}$$

Данную скорость резания умножаем на поправочные коэффициенты: $K_m = 1,15$; $K_u = 1,23$; $K_\phi = 0,81$ и $K = 1,15$.

Последний коэффициент K вводится потому, что работа ведется с перерывами, так как длина прохода составляет не больше 120 мм, поэтому принимаем период стойкости реза $T = 30$ мин (см. график фиг. 34). Тогда $v_n = 97,5 \times 1,15 \times 0,81 \times 1,23 \times 1,15 = 97,5 \times 1,3 = 126,8$ м/мин.

5. Определяем скорость резания, допускаемую мощностью станка.

Полезная мощность станка $N_{ст}$ определяется по формуле

$$N_{ст} = \frac{P_z v}{6120} \text{ кет.}$$

Скорость резания, допускаемая мощностью станка, определяется по формуле

$$v = \frac{6120 N_{cm}}{P_z}$$

Полезная мощность станка N_{cm} равна мощности электродвигателя N , умноженной на коэффициент полезного действия станка. Обычно для токарных станков принимается $\eta = 0,8$. Мощность главного электродвигателя станка модели 1К62 равна $N = 10$ квт.

Следовательно, $N_{cm} = 10 \cdot 0,8 = 8$ квт.

Усилие резания P_z равно

$$P_z = 518 \cdot 0,9 = 466 \text{ кгс (табл. 34).}$$

Тогда скорость резания, допускаемая мощностью станка, будет

$$v = \frac{6120 \cdot 8}{466} = 104,8 \approx 105 \text{ м/мин.}$$

Выбираем меньшую скорость и находим число оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000}{\pi D} = \frac{1000}{3,14} \frac{105}{110} = 300 \text{ об/мин.}$$

Машинное время одного прохода будет

$$t_0 = \frac{120 + 2 + 5}{0,8 \cdot 300} = \frac{127}{250} \approx 0,5 \text{ мин.}$$

Примечание. При обработке поверхностей с литейной коркой поправочный коэффициент на скорость

$K_D = 0,8 \div 0,85$; с загрязненной поверхностью $K_D = 0,5 \div 0,6$.

При растачивании отверстий поправочный коэффициент на скорость $K_p = 0,9$.

VIII. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРА И ЧИСТОТА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В зависимости от условий работы на токарном станке может быть получена различная точность и чистота обработанной поверхности. В табл. 52 приведены ориентировочные данные о точности размера и чистоте обработанной поверхности, получаемой на токарном станке в зависимости от способа обработки.

Таблица 52

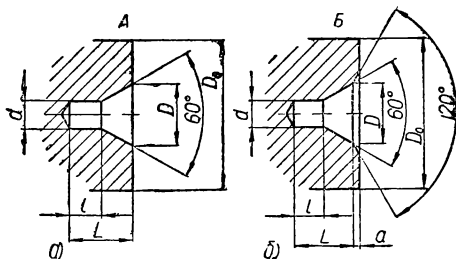
**ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРА И ЧИСТОТА ОБРАБОТАННОЙ
ПОВЕРХНОСТИ**

Способ обработки	Класс точности	Класс чистоты
Точение и растачивание:		
получистовое .	7—5	4—5
чистовое	5—2	5—7
тонкое	2	7—8
Сверление	4—5	3—4
Зенкерование .	3—4	4—5
Развертывание:		
получистовое	3	5—6
чистовое	2	6—8
Отделка колеблющимися брусками .	1	10—13
Притирка:		
чистовая	2	6—9
тонкая	1	7—11
Вальцевание	3—2	10—11

2. ОБРАБОТКА ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

На фиг. 38 изображены две формы центровых отверстий: форма А (фиг. 38, а) и форма Б (фиг. 38, б). Форма А делается в деталях, которые подвергаются предварительной обработке с пониженной точностью размеров.

Центровые отверстия формы Б применяются для деталей, многократно устанавливаемых при обработке на



Фиг. 38. Формы центровых отверстий.

станке, и в деталях, которые в процессе эксплуатации подвергаются ремонту перешлифовкой и т. п.

Предохранительный конус с углом раскрытия 120° служит для защиты основного конуса от забоин и облегчает подрезку торцов. Центровые отверстия делают одинаковыми с обоих концов, хотя диаметры концевых шеек различны. При этом размеры центровых отверстий выбирают по меньшей шейке. При тяжелых условиях работы допускается принимать ближайшие большие размеры центровых отверстий.

В табл. 53 приведены размеры центровых отверстий.

Таблица 53

РАЗМЕРЫ ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Диаметр заготовки в мм	Размеры отверстия в мм					Наименьший диаметр концевой шейки D_0 в мм
	D	d	L	l		
5—8	2,5	1,0	2,5	1,2	0,4	4,0
8—12	4,0	1,5	4,0	1,8	0,6	6,5
12—20	5,0	2,0	5,0	2,4	0,8	8,0
20—30	6,0	2,5	6,0	3,0	0,8	10,0
30—50	7,5	3,0	7,5	3,6	1,0	12,0
50—80	10,0	4,0	10,0	4,8	1,2	15,0
80—120	12,5	5,0	12,5	6,0	1,5	20,0
120—180	15,0	6,0	15,0	7,2	1,8	25,0
180—300	20,0	8,0	20,0	9,6	2,0	30,0
Св. 300	30,0	12,0	30,0	14,0	2,5	42,0

3. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ

Характеристика методов обработки валов и данные о межоперационных припусках приведены в табл. 54—60.

Таблица 54

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ

Класс точности валов (ОСТ)	Методы обработки
5-й	Одна обточка
4-й	Черновая и чистовая обточки длинных деталей или одна обточка коротких деталей

Класс точности валов (ОСТ)	Методы обработки
3-й	Чистовая обточка с повышенной точностью после черновой обточки или шлифование после черновой обточки
2-й	Шлифование после черновой и чистовой обточек
1-й	Завершающими операциями при обработке валов 1-го класса должна быть алмазная обточка или шлифование повышенной точности

Таблица 55

**ПРИПУСКИ НА ЧИСТОВОЕ ОБТАЧИВАНИЕ ВАЛОВ ПОСЛЕ
ЧЕРНОВОГО ОБТАЧИВАНИЯ**

Диаметр вала <i>D</i> в мм	Длина обрабатываемой детали <i>l</i> в мм			Допуск на диаметр в мм
	до 500	св. 500 до 1000	св. 1000	
Припуск <i>a</i> на диаметр в мм				
Св. 6 до 18	1	1,2	1,5	0,4
» 18 » 50	1,5	1,5	2	0,6
» 50 » 120	1,5	1,5	2	0,8
» 120 » 260	2	2	3	1,0
» 260 » 500	3	3	3	1,2

ПРИПУСК НА ШЛИФОВАНИЕ ВАЛОВ

Диаметр вала D в мм	Характер крепления вала на станке	Материал вала	Длина вала L в мм						Допуск в мм на пред- варительную обработ- ку по 4-му классу S_4
			до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1200	св. 1200 до 2000	
			Припуск a на диаметр в мм						
До 10	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,2	0,3	0,3	0,4	—	—	—0,1
			0,3	0,3	0,4	0,5	—	—	
	Бес- цент- ровое	Сырой Закалива- емый Из прока- та	0,2	0,2	0,3	0,4	—	—	
			0,3	0,3	0,4	0,5	—	—	
			0,4	0,4	0,5	0,6	—	—	
			0,4	0,4	0,5	0,6	—	—	
Св. 10 до 18	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	—	—0,12
			0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	—	
	Бес- цент- ровое	Сырой Закалива- емый Из прока- та	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	—	
			0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	—	
			0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	—	
			0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	—	
Св. 18 до 30	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	—	—0,14
			0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	—	

Диаметр вала D в мм	Характер крепления вала на станке	Материал вала	Длина вала L в мм						Допуск в мм на пред- варительную обработ- ку по 4-му классу S_4
			до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1200	св. 1200 до 2000	
			Припуск a на диаметр в мм						
Св. 18 до 30	Бес- цент- ровое	Сырой Закалива- емый Из проката	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	—	—0,14
			0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	—	
			0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	—	
Св. 30 до 50	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	—0,17
			0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	
	Бес- цент- ровое	Сырой Закалива- емый Из прока- та	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	—	
			0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	—	
			0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	—	
			0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	—	
Св. 50 до 80	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	—0,2
			0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
	Бес- цент- ровое	Сырой Закалива- емый Из прока- та	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—	
			0,4	0,5	0,5	0,7	—	—	
			0,7	0,7	0,8	0,9	—	—	
			0,7	0,7	0,8	0,9	—	—	
Св. 80 до 120	Цент- ровое	Сырой Закалива- емый	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	—0,23
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	

Продолжение табл. 56

Диаметр вала D в мм	Характер крепления: вала на станке	Материал вала	Длина вала L в мм							Допуск в мм на производительно обработанную по 4-му классу S_4
			до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1200	св. 1200 до 2000		
			Припуск a на диаметр в мм							
Св. 80 до 120	Бесцентровое	Сырой Закаляе- мый Из проката	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—0,23	
			0,5	0,6	0,7	0,8	—	—		
			0,7	0,8	0,9	1,0	—	—		
Св. 120 до 180	Центровое	Сырой Закаляе- мый	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	—0,26	
			0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0		
	Бесцентровое	Сырой Закаляе- мый	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—		
			0,5	0,6	0,7	0,8	—	—		
Св. 180 до 260	Центровое	Сырой Закаляе- мый	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	—0,3	
			0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1		
Св. 260 до 360	Бесцентровое	Сырой Закаляе- мый	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	—0,34	
			0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1		
Св. 360 до 500	Центровое	Сырой Закаляе- мый	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	—0,38	
			0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2		

Таблица 57

ПРИПУСКИ НА ТОНКОЕ (АЛМАЗНОЕ) ОБТАЧИВАНИЕ ВАЛОВ

Обрабатываемый материал	Диаметр обрабатываемой детали в мм	Припуск на диаметр в мм
Легкие сплавы	До 100	0,3
	Св. 100	0,5
Бронза и чугун	До 100	0,3
	Св. 100	0,4
Сталь	До 100	0,2
	Св. 100	0,3

Примечания. 1. В случае применения двух резцов — черного и чистового на чистовой резец оставляется припуск 0,1 мм. 2. Допуски на предварительную операцию назначаются по 3-му классу точности С₃.

Таблица 58

ПРИПУСКИ НА ЧИСТОВУЮ ПОДРЕЗКУ ТОРЦОВ

Диаметр обрабатываемой детали в мм	Общая длина обрабатываемой детали в мм					
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
	Припуск <i>a</i> в мм					
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
Св. 30 до 50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
» 50 » 120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,2
» 120 » 260	0,7	0,7	1,0	1,0	1,2	1,4
» 260	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5
Допуск в мм на длину	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8

ПРИПУСКИ НА ШЛИФОВАНИЕ ТОРЦОВ

Диаметр обрабатываемой детали <i>D</i> в мм	Общая длина обрабатываемой детали <i>L</i> в мм					
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
	Припуски <i>a</i> в мм					
До 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Св. 30 до 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
« 50 « 120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
« 120 « 260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
« 260	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Допуск в мм на длину	-0,12	-0,17	-0,23	-0,3	-0,4	-0,5

Таблица 60

ПРИПУСК ДЛЯ СНЯТИЯ ЦЕМЕНТАЦИОННОГО СЛОЯ

Глубина цементационного слоя в мм	Припуск на сторону в мм
От. 0,4 до 0,6	1,0
Св. 0,6 до 0,8	1,3
» 0,8 » 1,1	1,5
» 1,1 » 1,4	2,0
» 1,4 » 1,8	2,5

4. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Точность размера и чистота поверхности обработанного отверстия зависят от способа обработки, материала детали, размеров отверстия, режима резания и т. д. Рекомендуемые методы обработки отверстий и припуски на их шлифование и растачивание приведены в табл. 61—63.

Таблица 61

Класс точности	Отверстия в сплошном материале	Отверстия прошитые или отлитые
5	Сверление одним сверлом	Расточка резцом или зенкером
4	Сверление одним сверлом по кондуктору — до 30 мм Свыше 30 мм — сверление и рассверливание или расточка резцом	Черновая и чистовая расточки или одна расточка в зависимости от припуска
3	Сверление и развертывание до 15 мм Свыше 15 мм — сверление, расточка, зенкерование и развертывание или сверление, расточка резцом и развертывание или сверление и расточка резцом (без развертывания), или сверление, расточка резцом или зенкером и шлифованием, или сверление и протягивание	Черновая и чистовая расточки (без развертывания) или две расточки и развертывание, или две расточки и шлифование, или расточка и протягивание
2	Сверление и одно- или двукратное развертывание до диаметра 12 мм Свыше 12 мм — сверление, расточка резцом или зенкером и одно-или двукратное развертывание, или сверление и протягивание, или сверление, расточка резцом или зенкером и шлифование	Черновая и чистовая расточки и одно- или двукратное развертывание, или черновая получистовая и чистовая расточки, или черновая и чистовая расточки и протягивание, или черновая и чистовая расточки и шлифование
1	Завершающими операциями при обработке отверстий 1-го класса точности должна быть алмазная (тонкая) расточка или хонингование	

ПРИПУСКИ НА ШЛИФОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Диаметр отверстия в мм	Характер материала детали	Длина шлифуемого отвер- стия в мм					Допуск в мм на предвари- тельную обработку по 4-му классу А ₄
		до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 500	
		Припуск <i>a</i> на диаметр в мм					
До 10	Сырой Закаливаемый	0,2	—	—	—	—	+0,1
		0,3	—	—	—	—	
Св. 10 до 18	Сырой Закаливаемый	0,3	0,3	—	—	—	+0,12
		0,3	0,4	—	—	—	
Св. 18 до 30	Сырой Закаливаемый	0,3	0,4	0,4	—	—	+0,14
		0,4	0,4	0,4	—	—	
Св. 30 до 50	Сырой Закаливаемый	0,4	0,4	0,4	0,4	—	+0,17
		0,4	0,4	0,5	0,5	—	
Св. 50 до 80	Сырой Закаливаемый	0,4	0,4	0,4	0,4	—	+0,20
		0,4	0,5	0,5	0,5	—	
Св. 80 до 120	Сырой Закаливаемый	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	+0,23
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	
Св. 120 до 180	Сырой Закаливаемый	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	+0,26
		0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	
Св. 180 до 260	Сырой Закаливаемый	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	+0,3
		0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	
Св. 260 до 360	Сырой Закаливаемый	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	+0,34
		0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	
Св. 360 до 500	Сырой Закаливаемый	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	+0,38
		0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	

Примечания. 1. При обработке тонкостенных маложестких деталей табличные данные припусков следует умножать на коэффициент 1,3. 2. Когда обрабатываемое отверстие является базой для дальнейшей обработки, допуск следует устанавливать по 2-му классу точности.

ПРИПУСКИ НА ТОНКОЕ (АЛМАЗНОЕ) РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Обрабатываемый материал	Диаметр обрабатываемого отверстия в мм	Припуск на диаметр в мм		
		одним резцом	двумя резцами	
			Черновой резец	Чистовой резец
Легкие сплавы	До 100	0,3	0,2	0,1
	Св. 100	0,5	0,4	0,1
Баббит	До 100	0,5	0,3	0,1
	Св. 100	0,6	0,5	0,1
Бронза и чугун	До 100	0,3	0,2	0,1
	Св. 100	0,4	0,4	0,1
Сталь	До 100	0,2	0,2	0,1
	Св. 100	0,3	0,3	0,1

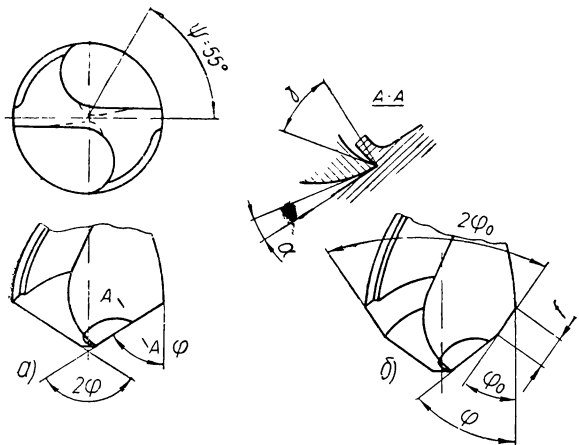
Примечание. Допуски на предварительную операцию назначают по 3-му классу точности.

5. СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Элементы и формы режущей части спирального сверла изображены на фиг. 39. Величины угла 2ϕ при вершине сверла изменяются в зависимости от качества обрабатываемого металла и имеют следующие значения: при сверлении стали угол $2\phi = 118^{\circ} - 120^{\circ}$; при сверлении чугуна, твердой бронзы, эбонита и других хрупких материалов угол $2\phi = 90^{\circ} - 100^{\circ}$; при сверлении вязких металлов — сталей аустенитного класса (нержавеющие, кислотостойкие

жаропрочные и др.), алюминиевых и медных сплавов угол $2\varphi = 135 \div 145^\circ$.

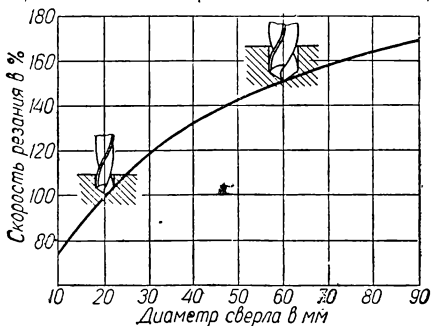
Задний угол α наименьший ($8-10^\circ$) на периферии сверла, а по мере приближения к вершине он увеличивается и у перемычки достигает значения $25-30^\circ$.



Фиг. 39. Геометрические параметры сверл.

Передний угол γ сверла образован формой и углом наклона канавки, наибольшее значение его — на периферии; по мере приближения к вершине угол γ уменьшается и приобретает отрицательное значение на вершине сверла. В этом месте происходит не резание, а скобление и выдавливание обрабатываемого металла, в результате чего возникают большие осевые усилия.

С целью уменьшения осевого усилия делают подточку вершины сверла (фиг. 39, а), уменьшая длину поперечной кромки и увеличивая передний угол на вершине сверла. Осевое усилие при этом уменьшается на 30—35%. Для улучшения условий работы и повышения производительности режущая часть сверла затачивается под двумя

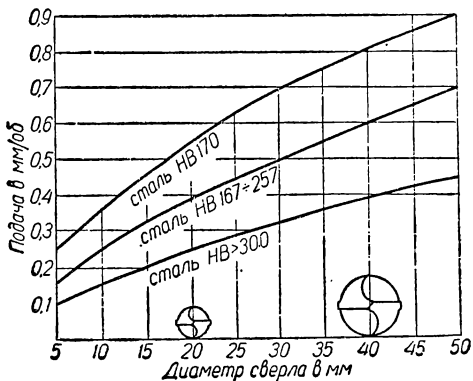


Фиг. 40. Зависимость между скоростью резания и диаметром сверла.

углами $2\varphi = 118 \div 120$ и $2\varphi_0 = 70 \div 75^\circ$ (фиг. 39, б). Ширина дополнительной заточки $f = 0,2d$. Кроме того, делают подточку боковых ленточек под углом $25\text{—}30^\circ$, чтобы уменьшить их трение и износ. Такая заточка увеличивает стойкость сверла в 2—4 раза при сверлении чугуна и в 2—2,5 раза при сверлении стали. Это позволяет увеличить скорость резания на 15—35%.

Сверла из инструментальных сталей затачиваются электрокорундовыми кругами зернистостью 40—25 и твердостью СМ2 и С2; твердосплавные сверла затачиваются

кругами зеленого карбида кремния зернистостью 25 и твердостью СМ1 и С1. Заточенные режущие кромки должны быть острыми, без зазубрин, трещин, заусенцев, прижогов. По длине режущие кромки должны быть одинаковыми и направлены под одним и тем же углом. При проверке



Фиг. 41. График зависимости подачи от диаметра сверла.

сверл необходимо особое внимание обращать на то, чтобы не было завалов задней поверхности у режущих кромок.

На фиг. 40 показан график зависимости скорости резания от диаметра сверла при сверлении стали быстрорежущим сверлом с постоянной подачей. Из графика видно, что, если принять за 100% скорость резания при сверлении сверлом с $d = 20$ мм, при сверлении сверлом с $d = 60$ мм с той же подачей скорость резания, допустимая сверлом,

будет составлять 150%, т. е. увеличится в 1,5 раза. При сверлении твердосплавными сверлами влияние диаметра сверла на скорость резания сказывается еще больше.

В большой степени на скорость резания влияет охлаждение. Обычное охлаждение 10%-ным раствором эмульсии в количестве 4—5 л/мин позволяет повысить скорость резания в 1,4—1,5 раза при сверлении стали как быстрорежущими, так и твердосплавными сверлами.

Режим резания при сверлении и рассверливании. При работе на токарном станке с механической подачей величины подач в зависимости от диаметра сверла и качества обрабатываемой стали следует выбирать по графику, приведенному на фиг. 41.

При работе с ручной подачей рекомендуется пользоваться табл. 64, 65.

Таблица 64

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ И ПОДАЧИ (РУЧНЫЕ) ПРИ СВЕРЛЕНИИ СВЕРЛАМИ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ МАРКИ P18

Диаметр сверла в мм	Обрабатываемый металл			
	Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$		Чугун серый НВ190	
	s в мм/об	v в м/мин	s в мм/об	v в м/мин
10	0,15—0,22	24—27	0,27—0,40	28—22
11—15	0,22—0,26	26—32	0,4	25
16—20	0,19—0,15	27—32	0,35—0,25	28
21—25	0,14—0,11	38—45	0,25—0,20	33
26—30	0,1—0,08	45—50	0,20—0,15	42—47

Таблица 65

**СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ И ПОДАЧИ (РУЧНЫЕ)
ПРИ РАССВЕРЛИВАНИИ ОТВЕРСТИЙ СВЕРЛАМИ
ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ МАРКИ P18**

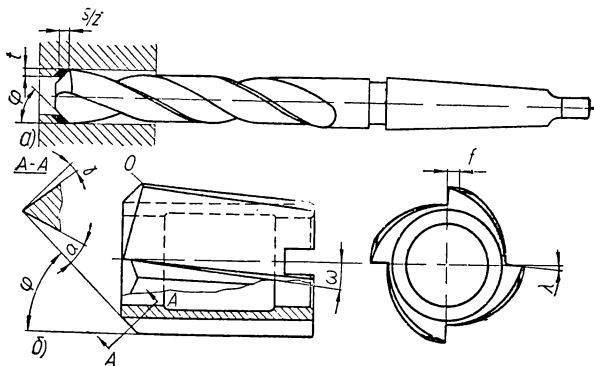
Обрабатываемый металл	Глубина резания t в мм	Подачи s в мм/об						
		0,17	0,23	0,30	0,40	0,55	0,75	1,0
		Скорости резания v в м/мин						
Сталь $\sigma_{вр}=75 \text{ кгс/мм}^2$	6	44	38	33	28	24	21	18
	12	38	33	28	24	21	18	16
Чугун серый НВ190		Подача s в мм/об						
		0,24	0,32	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3
		Скорость резания v в м/мин						
	6	53	47	42	37	33	30	26
	12	47	42	37	33	30	26	23

Примечания. 1. При работе сверлами с двойной заточкой скорости резания увеличить в 1,2 раза. 2. Сверление стали производить с охлаждением эмульсией. Чугун сверлить без охлаждения. 3. С увеличением или уменьшением твердости обрабатываемого металла можно ориентировочно уменьшать или увеличивать скорость резания, но не более чем на 50%.

6. ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Зенкеры предназначаются для черновой обработки отлитых или прошитых отверстий в отливках и поковках для получистовой обработки просверленных или расточенных отверстий под последующее развертывание и для чистовой обработки. Зенкеры (фиг. 42) изготавливаются цельными и насадными из быстрорежущей стали и оснащены твердосплавными пластинками.

Для предварительной обработки отлитых или прошитых отверстий выгоднее применять зенкерование, чем рассверливание, так как зенкеры имеют три или четыре режущие кромки.



Фиг. 42. Конструкции зенкеров:
 а — цельный; б — насадной быстрорежущий.

Главный угол в плане ϕ , равный 45° , является наиболее выгодным для быстрорежущих зенкеров и ϕ , равный 60° , — для зенкеров, оснащенных пластинками из твердого сплава. Передний угол γ у зенкеров делают в пределах $12-20^\circ$, если твердость обрабатываемого металла высока, то делают равным γ от 0° до -5° .

Задний угол $\alpha = 8 \div 12^\circ$. Чтобы улучшить чистоту обработанной поверхности, переход от режущей кромки к боковой ленточке (точка O) закругляют мелкозернистым абразивным брусочком. Износ режущих кромок у зенкеров происходит главным образом по уголкам.

Чтобы облегчить условия работы, уменьшить износ и

увеличить стойкость зенкера, производят подточку боковых ленточек так же, как и у сверл. Применение охлаждения при зенкерованием позволяет увеличивать скорость резания в 1,3—1,4 раза.

В табл. 66 приведены рекомендуемые скорости резания при зенкерованием зенкером из стали P18.

Таблица 66

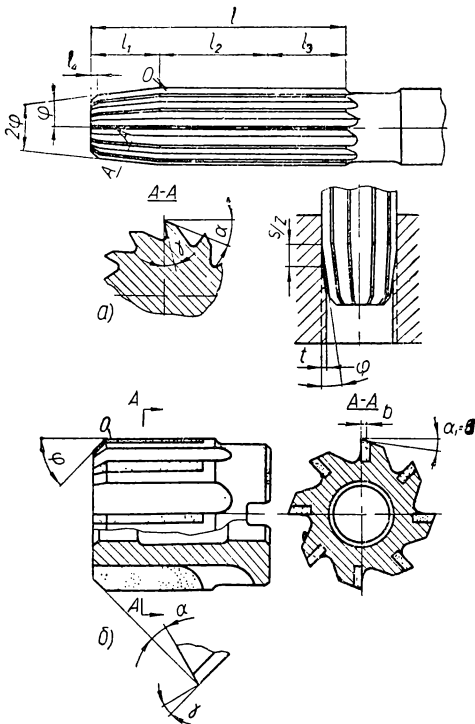
**СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ ЗЕНКЕРОМ
ИЗ СТАЛИ P18**

Обрабатываемый металл	Диаметр зенкера d в мм	Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об							
			0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4
			Скорость резания v в мм/об							
Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$	15—35 (цельные)	0,5—1,0	29	25	22	19	16	14	12	
		1,1—2,0	26	23	19	17	15	13	10	
		Св. 2,0	23	20	17	15	13	11	9	
		0,5—1,0	27	23	20	17	15	13	11	
	36—80 (насадные)	1,1—2,0	24	21	18	15	13	11	10	
		Св. 2,0	21	18	15	13	11	10	8	
Чугун серый HB190	15—35 (цельные)	0,5—1,0	40	35	31	28	25	22	20	17
		1,1—2,0	37	33	29	26	23	20	18	16
	36—80 (насадные)	1,0—2,0	36	32	28	25	22	20	18	16
		2,1—3,0	34	30	27	24	21	19	17	15

Примечания. 1. Сталь обрабатывается с охлаждением эмульсией, а чугун без охлаждения. 2. С увеличением или уменьшением твердости обрабатываемого металла можно ориентировочно уменьшать или увеличивать скорость резания, но не более чем на 50%.

7. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Развертывание — это процесс окончательной обработки со снятием очень тонкой стружки предварительно просверленных (до диаметра 10 мм), расточенных резцом или обработанных зенкером отверстий (диаметром свыше 10 мм). Припуски на развертывание таковы: при черновом — 0,15—0,5 мм и при чистовом — 0,05—0,2 мм на диаметр.



Фиг. 43. Развертки:
 а — цельная; б — насадная с пластинкой из твердого сплава.

Развертки изготавливаются цельными, насадными, нерегулируемыми и регулируемыми с ножами из быстрорежущей стали или из твердых сплавов. На фиг. 43, *a* изображена цельная развертка с указанием геометрических параметров и элементами резания. Рабочая часть развертки состоит из режущей части (заборный конус) l_1 , калибрующей l_2 , обратного конуса l_3 и направляющего конуса l_4 .

Стружка снимается только режущей частью. Поэтому зубья на длине l_1 затачиваются (до остра) с образованием заднего угла $\alpha = 6 \div 8^\circ$. Зубья калибрующей части не должны резать, поэтому вдоль их кромки образована (шлифованием по цилиндру) ленточка $f = 0,05 \div 0,3$ мм.

В табл. 67 приведены рекомендуемые углы заточки.

Таблица 67

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ УГЛЫ ЗАТОЧКИ РАЗВЕРТОК

Обрабатываемый материал	Материал развертки	Углы в град			
		φ	γ	α	f в мм
Сталь $\sigma_{вр} < 60$ кгс/мм ²	P18	15	15	8	0,05—0,3
Сталь $\sigma_{вр} = 60 \div 100$ кгс/мм ²	P18 и T15K6	15	5	8	0,05—0,3
Сталь закаленная $\sigma_{вр} = 160 \div 180$ кгс/мм ²	T15K6	15	—15°	6	0,2
Стали аустенитные, медь и алюминиевые сплавы	P18	35	15	8	0,05—0,3
Чугун серый	P18 BK6	5 5	0 —5	8 6	0,05—0,3 0,05—0,3
Сталь и чугун (развертки ручные)	У10А У12А	2	5	10	0,05—0,3

На заборной части режущие кромки должны быть остро заточены без прижогов, зазубрин, трещин и заусенцев. Калибрующая часть должна быть тщательно отшлифована и доведена.

Переход от режущей к калибрующей части зубьев должен быть плавным и тщательно доведен мелкозернистым абразивным бруском без завалов (особенно задней поверхности зубьев). Радиальное биение зубьев не должно превышать 0,02 мм. Для качественного развертывания нужно, чтобы была обеспечена точная соосность развертки и обрабатываемого отверстия, нормальный припуск на развертывание и выбрана соответствующая смазывающе-охлаждающая жидкость (см. табл. 36).

Смазывающе-охлаждающая жидкость способствует не только повышению чистоты обработанной поверхности, но и оказывает влияние на размер обработанного отверстия. Если наблюдается уменьшение развернутого отверстия по отношению к диаметру развертки (отрицательное разбивание), то следует применять в качестве смазывающе-охлаждающей жидкости осерненное минеральное масло (сульфозрезол) или смесь растительного масла с керосином и скипидаром. Если наблюдается увеличение развернутого отверстия по отношению к размеру развертки (разбивание отверстия), то надо применять эмульсию. Если развертка разбивает отверстие, несмотря на применение эмульсии, то в таком случае следует притупить кромки зубьев (ножей) на длине l_2 (см. фиг. 43, а), не касаясь участка *O*. Износ разверток протекает интенсивнее при работе с охлаждением эмульсией, чем при обработке с сульфозрезолом или смесью растительного масла с керосином и скипидаром.

В табл. 68 приведены рекомендуемые скорости резания при развертывании.

8. ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ ПО 2-МУ И 3-МУ КЛАССАМ ТОЧНОСТИ

Ниже приводятся табл. 69 и 70, в которых приведены размеры инструментов, применяемых при обработке отверстий 2-го и 3-го классов точности.

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ
(РАЗВЕРТКИ ИЗ СТАЛИ Р18)

Обрабатываемый металл	Характер обработки	Диаметр развертки в мм	Подача s в мм/об										
			0,5	0,65	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,3	4,1	5,2
			Скорость резания v в м/мин										
Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$	Черновое развертывание	10—20	14	13	10	9	8	7	6		—	—	—
		21—80	13	10	9	8	7	6	5	4	—	—	—
	Чистовое по классам точности 2 и 2а	10—80	$v = 2 \div 3 \text{ м/мин}$ для $\nabla 7 - \nabla 6$										
			$v = 4 \div 5 \text{ м/мин}$ для $\nabla 6 - \nabla 5$										
Чугун серый НВ190	Черновое и чистовое	10—20	—	13	12	10	9	8	7	6,5	6	5	4,5
		21—80	—	12	10	9	8	7	6	6,0	5	4,5	4

Примечания. 1. Режимы резания для черногого развертывания стали обеспечиваются получением 3—4-го классов точности и чистоты поверхности в пределах класса $\nabla 5$.

2. Обработка стали производится с охлаждением, а чугун — без охлаждения.

3. Припуск под черновое развертывание принят в пределах 0,2—0,4 мм из диаметра соответственно размеру отверстия. При увеличении припуска в 1,5—2 раза скорости резания уменьшить на 5—10%.

4. С увеличением или уменьшением твердости обрабатываемого металла можно ориентировочно уменьшать или увеличивать скорости резания, но не более чем на 50%.

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ 2-го И 3-го КЛАССОВ ТОЧНОСТИ В СПЛОШНОМ МАТЕРИАЛЕ

Диаметр обрабатываемого отверстия в мм	Диаметр в мм				чистой развертки
	сверла		зенкера	черновой развертки	
	1-го	2-го			
3	2,9	—	—	—	3
4	3,9	—	—	—	4
5	4,8	—	—	—	5
6	5,8	—	—	—	6
8	7,8	—	—	7,96	8
10	9,8	—	—	9,96	10
12	11,0	—	11,8 ⁵	11,95	12
13	12,0	—	12,8 ⁵	12,95	13
14	13,0	—	13,8 ⁵	13,95	14
15	14,0	—	14,8 ⁵	14,95	15
16	15,0	—	15,8 ⁵	15,95	16
18	17,0	—	17,8 ⁵	17,94	18
20	18,0	—	19,8	19,94	20
22	20,0	—	21,8	21,94	22
24	22,0	—	23,8	23,94	24
25	23,0	—	24,8	24,94	25
26	24,0	—	25,8	25,94	26
28	26,0	—	27,8	27,94	28
30	15,0	28,0	29,8	29,93	30
32	15,0	30,0	31,75	31,93	32
35	20,0	33,0	34,75	34,93	35
38	20,0	36,0	37,75	37,93	38
40	25,0	38,0	39,75	39,93	40
42	25,0	40,0	41,75	41,93	42
45	25,0	43,0	44,75	44,93	45
48	25,0	46,0	47,75	47,93	48
50	25,0	48,0	49,75	49,93	50

Примечания 1. При обработке отверстий по 3-му классу точности черновая развертка исключается.

2. При окончательной обработке отверстий шлифованием или тонким (алмазным) растачиванием диаметр после чистой расточки устанавливать в соответствии с данными табл. 62 и табл. 63.

**ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ 2-го и 3-го КЛАССОВ ТОЧНОСТИ
ПРОШИТЫХ И ОТЛИТЫХ**

Диаметр обрабатываемого отверстия в мм	Диаметр в мм					
	Черновая расточка		Чистовая расточка		Черновая развертка	Чистовая развертка А или А ₃
	1-я	2-я	Диаметр после расточки	Допуск по А ₄		
30	—	28,0	29,8	+0,14	29,93	30
35	—	33,0	34,7	+0,17	34,93	35
40	—	38,0	39,7	+0,17	39,93	40
45	—	43,0	44,7	+0,17	44,93	45
50	45	48,0	49,7	+0,17	49,93	50
55	51	53,0	54,5	+0,20	54,92	55
60	56	58,0	59,5	+0,20	59,92	60
65	61	63,0	64,5	+0,20	64,92	65
70	66	68,0	69,5	+0,20	69,90	70
75	71	73,0	74,5	+0,20	74,90	75
80	75	78,0	79,5	+0,20	79,90	80
85	80	83,0	84,3	+0,23	84,85	85
90	85	88,0	89,3	+0,23	89,85	90
95	90	93,0	94,3	+0,23	94,85	95
100	95	98,0	99,3	+0,23	99,85	100
105	100	103,0	104,3	+0,23	104,8	105
110	105	108,0	109,3	+0,23	109,8	110
115	110	113,0	114,3	+0,23	114,8	115
120	115	118,0	119,3	+0,23	119,8	120
125	120	123,0	124,3	+0,26	124,8	125
130	125	128,0	129,3	+0,26	129,8	130
135	130	133,0	134,3	+0,26	134,8	135
140	135	138,0	139,3	+0,26	139,8	140
145	140	143,0	144,3	+0,26	144,8	145
150	145	148,0	149,3	+0,26	149,8	150
155	150	153,0	154,3	+0,26	154,8	155
160	155	158,0	159,3	+0,26	159,8	160
160	160	163,0	164,3	+0,26	164,8	165
170	165	168,0	169,3	+0,26	169,8	170
175	170	173,0	174,3	+0,26	174,8	175
180	175	178,0	179,3	+0,26	179,8	180
185	180	183,0	184,3	+0,30	184,8	185

Диаметр обрабатываемого отверстия в мм	Диаметр в мм					
	Черновая расточка		Чистовая расточка		Черновая развертка	Чистовая развертка А или А ₃
	1-я	2-я	Диаметр после расточки	Допуск по А ₄		
190	185	188,0	189,3	+0,30	189,8	190
195	190	193,0	194,3	+0,30	194,8	195
200	194	197,0	199,3	+0,30	199,8	200
210	204	207,0	209,3	+0,30	209,8	210
220	214	217,0	219,3	+0,30	219,8	220
250	244	247,0	249,3	+0,30	249,8	250
280	274	277,0	279,3	+0,34	279,8	280
300	294	297,0	299,3	+0,34	299,8	300
320	314	317,0	319,3	+0,34	319,8	320
350	342	347,0	349,3	+0,34	349,8	350
380	372	377,0	379,2	+0,38	379,75	380
400	392	397,0	399,2	+0,38	399,75	400
420	412	417,0	419,2	+0,38	419,75	420
450	442	447,0	449,2	+0,38	449,75	450
480	472	477,0	479,2	+0,38	479,75	480
500	492	497,0	499,2	+0,38	499,75	500

9. ОБРАБОТКА КОНУСОВ

Названия и обозначения элементов конусов

Диаметр большего основания конуса называется большим диаметром и обозначается буквой D (фиг. 44).

Диаметр меньшего основания конуса называется меньшим диаметром и обозначается буквой d .

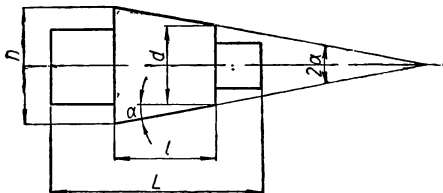
Длина конуса l — это расстояние между его основаниями, измеренная параллельно его оси.

Длина детали, часть которой и есть конус, обозначается буквой L .

Углом при вершине конуса называется угол между двумя образующими конуса в осевом сечении, обозначается 2α .

Конусностью k называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними: $k = \frac{D-d}{l}$.

Углом уклона конуса α называется половина угла при вершине.



Фиг. 44. Элементы конуса.

Уклоном конуса называется половина конусности $i = \frac{k}{2}$.

Конусность и уклон конуса на чертежах обозначаются простой дробью: 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100 или десятичной: 0,05; 0,02; 0,01 и т. д.

Способы обработки конусов. 1. Как наружные, так и внутренние конусы длиной до 30—40 мм обрабатывают резцом, главная режущая кромка которого устанавливается под требуемым углом к оси конуса, осуществляя продольную или поперечную подачу.

2. Конусы более длинные при любом угле наклона обрабатывают при повернутых верхних салазках.

Если угол уклона α не известен, а даны только значения D , d и l , то угол поворота салазок определяется по

следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

3. Конусы, имеющие небольшую конусность (пологие) и относительно большую длину, обрабатываются посредством копирных (конусных) линеек или при смещении задней бабки, что менее удобно и менее точно. Расчет необходимой величины h поперечного смещения задней бабки производится по формуле

$$h = L \sin \alpha.$$

При малых значениях угла α ($\alpha < 10^\circ$) $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$. Следовательно, практически с достаточной точностью можно написать, что

$$h = L \operatorname{tg} \alpha = L \frac{D-d}{2l}.$$

Если

$$l = L, \text{ то } h = \frac{D-d}{2l}.$$

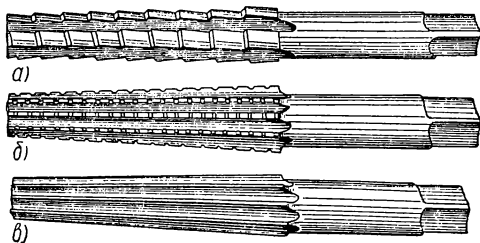
Во избежание искажения геометрии обрабатываемого конуса резец следует устанавливать точно по центру.

Внутренние конусы малых размеров в целом металле после сверления обрабатывают комплектом разверток (фиг. 45), состоящим из двух или трех разверток. Черновая развертка (фиг. 45, *а*) образует ступенчатое отверстие, предчистовая развертка (фиг. 45, *б*) со стружкоделительными канавками срезает уступы, образованные черновой разверткой, и, наконец, третья развертка (фиг. 45, *в*) — чистовая — зачищает неровности, оставшиеся после второй развертки, и калибрует конус. Необходимо особое внимание обращать на состояние режущих кромок чистовой развертки.

Для контроля конусности может быть применена ленточка вдоль зуба шириной не более 0,05 мм, после чего

мелкозернистым абразивным брусочком или притиром эта ленточка снимается под углом $\alpha = 10 \div 12^\circ$. Передний угол $\gamma = 0 \div 5^\circ$.

Режущие кромки зубьев чистовой развертки должны быть острыми без зазубрин, заусенцев и прижогов.



Фиг. 45. Комплект конических разверток:
а — черновая; б — предчистовая; в — чистовая.

Радиальное биение зубьев чистовой развертки должно быть не более 0,02 мм.

Развертывание должно производиться с применением смазывающе-охлаждающих жидкостей: эмульсии, сульфозфрезола или растительного масла в смеси с керосином и скипидаром.

В табл. 71 приведены основные размеры метрических конусов и конусов Морзе.

10. ВИБРАЦИИ ПРИ ТОЧЕНИИ И РАСТАЧИВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Вибрации являются значительным тормозом в повышении производительности труда при механической обработке металлов.

Таблица 71

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ
(по ГОСТ 284-45)

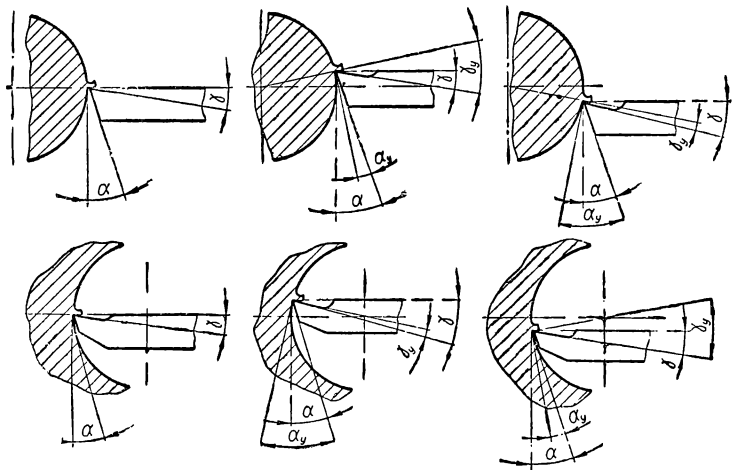
Сбозначенные размеры конуса		D	D_1	d_2	d_3	l_c			b	c	R
Морзе	0	9,045	9,212	6,115	5,9	56,3	59,5	3,2	3,9	6,5	4
	1	12,065	12,240	8,972	8,7	62,0	65,5	3,5	5,2	8,5	5
	2	17,780	17,980	14,059	13,6	74,5	78,5	4,0	6,3	10,5	6
	3	23,825	24,051	19,131	18,6	93,5	98,0	4,5	7,9	13,0	7
	4	31,267	31,542	25,154	24,6	117,7	123,0	5,3	11,9	15,0	9
	5	44,399	44,731	36,547	35,7	149,2	155,5	6,3	15,9	19,5	11
	6	63,348	63,760	52,419	51,3	209,6	217,5	7,9	19,0	28,5	17
Метрические	80	80	80,4	69	67	220	228	8	26	24	23
	100	100	100,5	87	85	260	270	10	32	28	30
	120	120	120,6	105	103	300	312	12	38	32	36
	(140)	140	140,7	123	121	340	354	14	44	36	42
	160	160	160,8	141	139	380	396	16	50	40	48
	200	200	201,0	177	175	460	480	20	62	48	60

Практикой установлено, что вибрации возникают из-за малой жесткости системы станок—инструмент—деталь, неправильной геометрии и конструкции режущего инструмента, его установки и закрепления, неправильного выбора режима резания и других факторов. Вероятность появления вибраций при точении и растачивании увеличивается при уменьшении главного угла в плане ϕ и вспомогательного угла в плане ϕ_1 , при увеличении радиуса при вершине резца, при уменьшении переднего угла, при установке резца ниже центра (наружное точение) и выше центра растачивание (фиг. 46), при увеличении глубины резания и уменьшении передачи, изменении величины скорости резания, относительного удлинения обрабатываемой детали и увеличения вылета резца или оправки.

Чтобы уменьшить появление вибраций, в первую очередь необходимо содержать станок в исправном состоянии, чтобы была ровной основная плоскость резца и опорная плоскость резцедержателя. Вылет резца при наружном точении должен быть минимальным, т. е. не более 1,5 высоты стержня резца

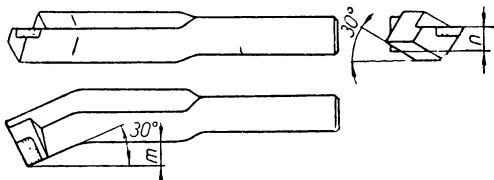
Резец должен быть заточен под соответствующими углами и должен быть обеспечен плавный сход стружки без разрывов по сторонам и без толчков при ее обламывании. Вибрации можно устранить уменьшением глубины резания — вместо одного сделать два прохода с увеличенной подачей или, если позволяет мощность станка, не уменьшая глубины резания, увеличить подачу. Можно уменьшить или устранить вибрации увеличением или уменьшением скорости резания. С целью уменьшения вибраций увеличивают передний угол резца заточкой или установкой его выше центра при наружном точении и ниже центра при растачивании.

При обработке мало жесткой детали при большом вылете расточного резца или оправки следует работать резцами с главным углом в плане, равным $60,75$ и 90° и с малым радиусом при вершине.

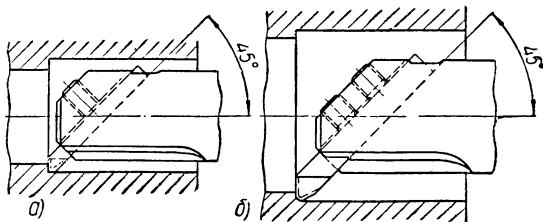


Фиг. 46. Измерение углов α и γ в зависимости от установки реза.

Если длина вала превосходит десять диаметров его, то следует работать с люнетом. При растачивании относительно глубоких отверстий следует применять более



Фиг. 47. Расточный резец конструкции В. К. Семинского

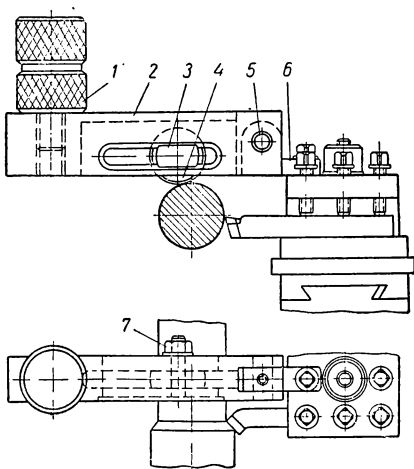


Фиг. 48. Конструкции расточных оправок для обработки глухих сквозных отверстий.

жесткие резцы и оправки. Значительной жесткостью обладает расточный резец (фиг. 47) конструкции В. К. Семинского. Эти резцы следует применять при малых диаметрах обрабатываемой детали.

На фиг. 48 представлены конструкции оправок для растачивания отверстий больших диаметров.

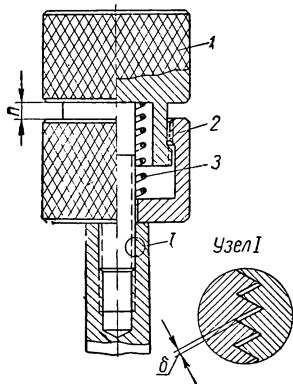
В борьбе с вибрациями разумное решение нашел Д. И. Рыжков, создав эффективные конструкции виброгасителей. На фиг. 49 изображен рычажный плавающий виброгаситель, который крепится на резцедержателе станка



Фиг. 49. Плавающий виброгаситель конструкции Д. И. Рыжкова: 1 — виброгаситель ударного действия; 2 — корпус; 3 — ось; 4 — виброгасящий ролик; 5 — ось; 6 — державка; 7 — гайка.

и работает на принципе соударения рычага с обрабатываемым валом. При его настройке необходимо сделать несколько пробных проходов. Настройка плавающего виброгасителя производится путем регулировки вылета резца или виброгасящего ролика 4 перемещением его оси в прорези.

На фиг. 50 показан виброгаситель ударного действия конструкции Д. И. Рыжкова он состоит из следующих деталей: корпуса 1, крышки 2 и пружины 3. В крышке и корпусе виброгасителя нарезана резьба и сделаны выточки, посредством которых соединяются корпус и крышка.



Фиг. 50. Виброгаситель ударного действия.

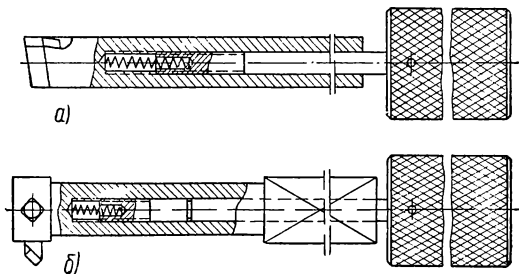
Пружина 3 поддерживает корпус 1 в верхнем положении. Болт корпуса виброгасителя проходит свободно через отверстие крышки и свободно (с зазором) ввинчивается в корпус плавающего виброгасителя. Таким образом, корпус виброгасителя является подпружиненным в резьбовом соединении. При возникновении автоколебаний обрабатываемой детали одновременно возникают колебания частей виброгасителя и отдельных частей системы.

Вследствие несовпадения частот и амплитуд системы и виброгасителя колебания затухают. На фиг. 51 представлены резец и оправка для растачивания отверстий, оснащенные виброгасителями ударного действия.

11. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Повышение производительности при работе на токарных станках происходит не только за счет увеличения режимов резания, но и за счет уменьшения вспомогательного вре-

мени, удельный вес которого в ряде случаев обработки малых деталей больше машинного. Сокращение времени на установку, зажатие и снятие деталей, уменьшение пробных проточек и замеров, работа комбинированным инструментом и одновременная обработка нескольких

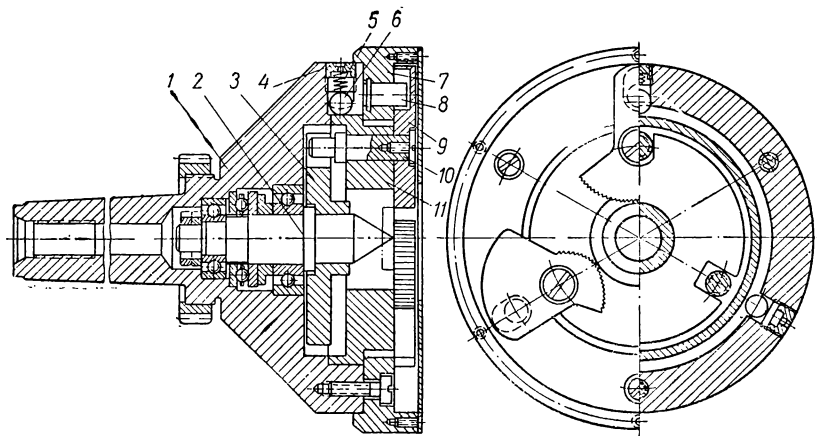


Фиг. 51. Виброгаситель для расточных инструментов:
 а — расточный резец с виброгасителем; б — расточная
 оправка с виброгасителем.

поверхностей в конечном счете уменьшает вспомогательное время.

Примером для сокращения вспомогательного времени может служить самозажимной патрон (фиг. 52) конструкции В. К. Семинского, предназначенный для черновой и чистой обработки валов. Патрон состоит из следующих деталей: корпуса 1, центра 2, фланца 3, пробки 4, пружины 5, шариков 6, кольца 7, пальцев 8, кулачков 9, осей 10 и плавающего кольца 11.

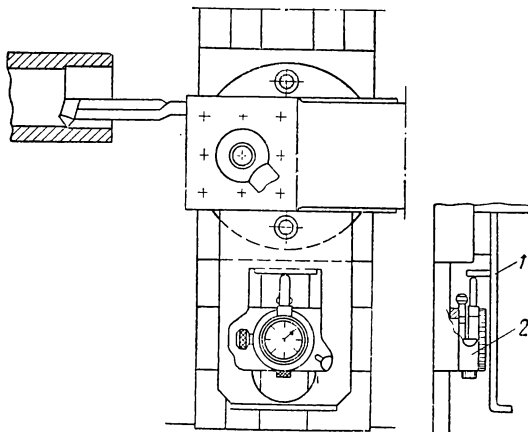
Вал устанавливается в центре при неподвижном шпинделе, при сообщении шпинделю вращения вал автоматически закрепляется. Чем большее усилие резания возникает в процессе работы, тем с большей силой зажимается обра-



Фиг.52. Самозажимной патрон конструкции В. К. Семинского.

батываемый вал. При остановленном станке ручным поворотом вала против часовой стрелки он раскрепляется.

Вторым примером сокращения вспомогательного времени может служить индикаторное устройство (фиг. 53)



Фиг. 53. Растачивание с индикаторным устройством.

конструкции В. К. Семинского, применяемое при чистой расточке отверстий 2-го и 3-го классов точности.

Упорная планка 1 закрепляется на поперечной каретке суппорта, а держатель индикатора — на поперечных направляющих продольной каретки. Настройка индикатора и установка резца на размер производится по установочному кольцу, закрепленному в патроне.

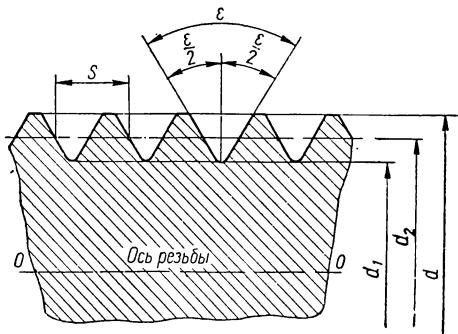
Третьим примером снижения вспомогательного времени может служить работа резцами с несколькими независи-

мыми режущими кромками. Чехословацкий новатор Л. Гоузар применяет эти комбинированные резцы при обработке зубчатых колес, фланцев и т. п. Он производит наружное обтачивание, растачивание, выточку канавок, подрезку торцов и уступов без изменения установки резцов в резцедержателе и без поворота последнего. Благодаря этому вспомогательное время сокращается в среднем на 30—50%.

IX. РЕЗЬБЫ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью, проходящей через ось резьбы (фиг. 54).



Фиг. 54. Профиль резьбы.

Углом профиля ϵ называется угол между боковыми сторонами витка, измеренный в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Вершиной профиля называется линия, соединяющая боковые стороны по верху витка. *Впадиной профиля* называется линия, образующая дно винтовой канавки.

Шагом резьбы S называется расстояние между параллельными сторонами или вершинами двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси резьбы.

Наружным диаметром резьбы d называется диаметр цилиндра, описанного около резьбовой поверхности.

Внутренним диаметром d_1 называется диаметр цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность. Внутренний диаметр измеряется у болтов по впадинам, а у гаек по вершинам резьбы.

Средним диаметром d_2 называется диаметр цилиндра, соосного с резьбой, образующие которого делятся боковыми сторонами профиля на равные отрезки.

Угол подъема резьбы ω — угол, образованный направлением выступа резьбы с плоскостью, перпендикулярной к его оси. Угол этот определяется по формуле.

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{S}{\pi d_2}.$$

Резьбы подразделяются по направлению витка на *правые* и *левые* и по количеству заходов на *одноходовые* и *многоходовые* (*многозаходные*). Следует различать термины «шаг» и «ход». Для одноходовой резьбы шаг и ход совпадают, а для многоходовых резьб ход равен произведению шага на число ходов (заходов).

В СССР применяются следующие резьбы: метрические, дюймовые, трапецеидальные, упорные, трубные цилиндрические и конические, модульные, специальные (прямоугольная, круглая, часовая и т. д.).

2. РАЗМЕРЫ РЕЗЬБ

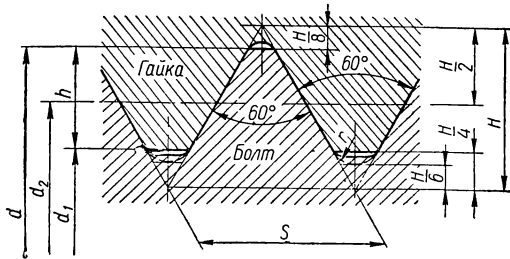
Метрическая резьба (ГОСТ 9150-59). Всесоюзным стандартом установлены метрические резьбы с крупными шагами для диаметров от 1 до 68 мм и с мелкими шагами для диаметров от 1 до 600 мм. Профиль метрической

**ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ С КРУПНЫМИ
ШАГАМИ В мм**
(по ГОСТ 9150-59)

Диаметр резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
1	0,838	0,730	0,25	0,135
1,1	0,938	0,830	0,25	0,135
1,2	1,038	0,930	0,25	0,135
1,4	1,205	1,075	0,30	0,162
1,6	1,373	1,221	0,35	0,189
1,8	1,573	1,421	0,35	0,189
2	1,740	1,567	0,40	0,216
2,2	1,908	1,713	0,45	0,243
2,5	2,208	2,013	0,45	0,243
3	2,675	2,459	0,50	0,270
3,5	3,110	2,850	0,60	0,325
4	3,546	3,242	0,70	0,379
4,5	4,013	3,688	0,75	0,406
5	4,480	4,134	0,80	0,433
6	5,350	4,918	1	0,541
7	6,350	5,918	1	0,541
8	7,188	6,647	1,25	0,676
9	8,188	7,647	1,25	0,676
10	9,026	8,376	1,5	0,812
11	10,026	9,376	1,5	0,812
12	10,863	10,106	1,75	0,947
14	12,701	11,835	2	1,082
16	14,701	13,835	2	1,082
18	16,376	15,294	2,5	1,353
20	18,376	17,294	2,5	1,353
22	20,376	19,294	2,5	1,353
24	22,051	20,752	3	1,624
27	25,051	23,752	3	1,624
30	27,727	26,211	3,5	1,894
33	30,727	29,211	3,5	1,894
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670	4	2,165
42	39,077	37,129	4,5	2,435
45	42,077	40,129	4,5	2,435

Диаметр резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
48	44,752	42,587	5	2,706
52	48,752	46,587	5	2,706
56	52,428	50,046	5,5	2,977
60	56,428	54,046	5,5	2,977
64	60,103	57,505	6	3,247
68	64,103	61,505	6	3,247

резьбы должен соответствовать указанному на фиг. 55. Вершины резьбы плоскосрезанные, а впадины могут быть



Фиг. 55. Профиль метрической резьбы.

как плоскосрезанными, так и закругленными по радиусу. В табл. 72 и 73 приводятся размеры резьбы с крупными и мелкими шагами.

Таблица 73

**ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ С МЕЛКИМИ
ШАГАМИ В мм**
(по ГОСТ 9150-59)

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
1	0,870	0,783	0,2	0,103
1,1	0,970	0,883		
1,2	1,070	0,983		
1,4	1,270	1,183		
1,6	1,470	1,383		
1,8	1,670	1,583		
2	1,838	1,730	0,25	0,135
2,2	2,038	1,930		
2,5	2,273	2,121	0,35	0,189
3	2,773	2,621		
3,5	2,273	3,121		
4	3,675	3,459	0,5	0,270
4,5	4,175	3,959		
5	4,675	4,459		
5,5	5,175	4,959		
6	5,675	5,459		
7	6,675	6,459		
8	7,675	7,459		
9	8,675	8,459		
10	9,675	9,459		
11	10,675	10,459		
12	11,675	11,459		
16	15,675	15,459		
18	17,675	17,459		
20	19,675	19,459		
22	21,675	21,459		
6	5,513	5,188	0,75	0,406
7	6,513	6,188		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
8	7,513	7,188	0,75	0,406
9	8,513	8,188		
10	9,513	9,188		
11	10,513	10,188		
12	11,513	11,188		
14	13,513	13,188		
16	15,513	15,188		
18	17,513	17,188		
20	19,513	19,188		
22	21,513	21,188		
24	23,513	23,188		
27	26,513	26,188		
30	29,513	29,188		
33	32,513	32,188		
8	7,350	6,918	1	0,541
9	8,350	7,918		
10	9,350	8,918		
11	10,350	9,918		
12	11,350	10,918		
14	13,350	12,918		
15	14,350	13,918		
16	15,350	14,918		
17	16,350	15,918		
18	17,350	16,918		
20	19,350	18,918		
22	21,350	20,918		
24	23,350	22,918		
25	24,350	23,918		
27	26,350	25,918		
28	27,350	26,918		
30	29,350	28,918		
33	32,350	31,918		
36	35,350	34,918		
39	38,350	37,918		
42	41,350	40,918		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
45	44,350	43,918	1	0,541
48	47,350	46,918		
52	51,350	50,918		
56	55,350	54,918		
60	59,350	58,918		
64	63,350	62,918		
68	67,350	66,918		
72	71,350	70,918		
76	75,350	74,918		
80	79,350	78,918		
10	9,188	8,647	1,25	0,676
12	11,188	10,647		
14	13,188	12,647		
12	11,026	10,376	1,5	0,812
14	13,026	12,376		
15	14,026	13,376		
16	15,026	14,376		
17	16,026	15,378		
18	17,026	16,376		
20	19,026	18,376		
22	21,026	20,376		
24	23,026	22,376		
25	24,026	23,376		
26	25,026	24,376		
27	26,026	25,376		
28	27,026	26,376		
30	29,026	28,376		
32	31,026	30,376		
33	32,026	31,376		
35	34,026	33,376		
36	35,026	34,376		
38	37,026	36,376		
39	38,026	37,376		
40	39,026	38,376		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_s	Внутренний d_i		
42	41,026	40,376	1,5	0,812
45	44,026	43,376		
48	47,026	46,376		
50	49,026	48,376		
52	51,026	50,376		
55	54,026	53,376		
56	55,026	54,376		
58	57,026	56,376		
60	59,026	58,376		
62	61,026	60,376		
64	63,026	62,376		
65	64,026	63,376		
68	67,026	66,376		
70	69,026	68,376		
72	71,026	70,376		
75	74,026	73,376		
76	75,026	74,376		
80	79,026	78,376		
85	84,026	83,376		
90	89,026	88,376		
95	94,026	93,376		
100	99,026	98,376		
105	104,026	103,376		
110	109,026	108,376		
115	114,026	113,376		
120	119,026	118,376		
125	124,026	123,376		
130	129,026	128,376	1,5	0,812
135	134,026	133,376		
140	139,026	138,376		
145	144,026	143,376		
150	149,026	148,376		
125	123,701	122,835		
130	128,701	127,835		
135	133,701	132,835		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
140	138,701	137,835	2	1,082
145	143,701	142,835		
150	148,701	147,835		
155	153,701	152,835		
160	158,701	157,835		
165	163,701	162,835		
170	168,701	167,835		
175	173,701	172,835		
180	178,701	177,835		
185	183,701	182,835		
190	188,701	187,835		
195	193,701	192,835		
200	198,701	197,835		
18	16,701	15,835		
20	18,701	17,835		
22	20,701	19,835		
24	22,701	21,835		
25	23,701	22,835		
27	25,701	24,835		
28	26,701	25,835		
30	28,701	27,835		
32	30,701	29,835		
33	31,701	30,835		
36	34,701	33,835		
39	37,701	36,835		
40	38,701	37,835		
42	40,701	39,835		
45	43,701	42,835		
48	46,701	45,835		
50	48,701	47,835		
52	50,701	49,835		
55	53,701	52,835		
56	54,701	53,835		
58	56,701	55,835		
60	58,701	57,835		
62	60,701	59,835		

Диаметр резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
64	62,701	61,835	2	1,082
65	63,701	62,835		
68	66,701	65,835		
70	68,701	67,835		
72	70,701	69,835		
75	73,701	72,835		
76	74,701	73,835		
78	76,701	75,835		
80	78,701	77,835		
82	80,701	79,835		
85	83,701	82,835		
90	88,701	87,835		
95	93,701	92,835		
100	98,701	97,835		
105	103,701	102,835		
110	108,701	107,835		
115	113,701	112,835		
120	118,701	117,835		
30	28,051	26,752	3	1,624
33	31,051	29,752		
36	34,051	32,752		
39	37,051	35,752		
40	38,051	36,752		
42	40,051	38,752		
45	43,051	41,752		
48	46,051	44,752		
50	48,051	46,752		
52	50,051	48,752		
55	53,051	51,752		
56	54,051	52,752		
58	56,051	54,752		
60	58,051	56,752		
62	60,051	58,752		
64	62,051	60,752		
65	63,051	61,752		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
68	66,051	64,752	3	1,624
70	68,051	66,752		
72	70,051	68,752		
75	73,051	71,752		
76	74,051	72,752		
80	78,051	76,752		
85	83,051	81,752		
90	88,051	86,752		
95	93,051	91,752		
100	98,051	96,752		
105	103,051	101,752		
110	108,051	106,752		
115	113,051	111,752		
120	118,051	116,752		
125	123,051	121,752		
130	128,051	126,752		
135	133,051	131,752		
140	138,051	136,752		
145	143,051	141,752		
150	148,051	146,752		
155	153,051	151,752		
160	158,051	156,752		
165	163,051	161,752		
170	168,051	166,752		
175	173,051	171,752		
180	178,051	176,752		
185	183,051	181,752		
190	188,051	186,752		
195	193,051	191,752		
200	198,051	196,752		
205	203,051	201,752		
210	208,051	206,752		
215	213,051	211,752		
220	218,051	216,752		
225	223,051	221,752		
230	228,051	226,752		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
235	233,051	231,752	3	1,624
240	238,051	236,752		
245	243,051	241,752		
250	248,051	246,752		
255	253,051	251,752		
260	258,051	256,752		
265	263,051	261,752		
270	268,051	266,752		
275	273,051	271,752		
280	278,051	276,752		
285	283,051	281,752		
290	288,051	286,752		
295	293,051	291,752		
300	298,051	296,752		
42	39,402	37,670	4	2,165
45	42,402	40,670		
48	45,402	43,670		
52	49,402	47,670		
55	52,402	50,670		
56	53,402	51,670		
58	55,402	53,670		
60	57,402	55,670		
62	59,402	57,670		
64	61,402	59,670		
65	62,402	60,670		
68	65,402	63,670		
70	67,402	65,670		
72	69,402	67,670		
75	72,402	70,670		
76	73,402	71,670		
80	77,402	75,670		
85	82,402	80,670		
90	87,402	85,670		
95	92,402	90,670		
100	97,402	95,670		

Диаметры резьбы			Шар резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
105	102,402	100,670	4	2,165
110	107,402	105,670		
115	112,402	110,670		
120	117,402	115,670		
125	122,402	120,670		
130	127,402	125,670		
135	132,402	130,670		
140	137,402	135,670		
145	142,402	140,670		
150	147,402	145,670		
155	152,402	150,670		
160	157,402	155,670		
165	162,402	160,670		
170	167,402	165,670		
175	172,402	170,670		
180	177,402	175,670		
185	182,402	180,670		
190	187,402	185,670		
195	192,402	190,670		
200	197,402	195,670		
205	202,402	200,670		
210	207,402	205,670		
215	212,402	210,670		
220	217,402	215,670		
225	222,402	220,670		
230	227,402	225,670		
235	232,402	230,670		
240	237,402	235,670		
245	242,402	240,670		
250	247,402	245,670		
255	252,402	250,670		
260	257,402	255,670		
265	262,402	260,670		
270	267,402	265,670		
275	272,402	270,670		
280	277,402	275,670		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h		
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1				
285	282,402	280,670	4	2,165		
290	287,402	285,670				
295	292,402	290,670				
300	297,402	295,670				
310	307,402	305,670				
320	317,402	315,670				
330	327,402	325,670				
340	337,402	335,670				
350	347,402	345,670				
360	357,402	355,670				
370	367,402	365,670				
380	377,402	375,670				
390	387,402	385,670				
400	397,402	395,670				
70	66,103	63,505			6	3,247
72	68,103	65,505				
76	72,103	69,505				
80	76,103	73,505				
85	81,103	78,505				
90	86,103	83,505				
95	91,103	88,505				
100	96,103	93,505				
105	101,103	98,505				
110	106,103	103,505				
115	111,103	108,505				
120	116,103	113,505				
125	121,103	118,505				
130	126,103	123,505				
135	131,103	128,505				
140	136,103	133,505				
145	141,103	138,505				
150	146,103	143,505				
155	151,103	148,505				
160	156,103	153,505				
165	161,103	158,505				

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
170	166,103	163,505	6	3,247
175	171,103	168,505		
180	176,103	173,505		
185	181,103	178,505		
190	186,103	183,505		
195	191,103	188,505		
200	196,103	193,505		
205	201,103	198,505		
210	206,103	203,505		
215	211,103	208,505		
220	216,103	213,505		
225	221,103	218,505		
230	226,103	223,505		
235	231,103	228,505		
240	236,103	233,505		
245	241,103	238,505		
250	246,103	243,505		
255	251,103	248,505		
260	256,103	253,505		
265	261,103	258,505		
270	266,103	263,505		
275	271,103	268,505		
280	276,103	273,505		
285	281,103	278,505		
290	286,103	283,505		
295	291,103	288,505		
300	296,103	293,505		
310	306,103	303,505		
320	316,103	313,505		
330	326,103	323,505		
340	336,103	333,505		
350	346,103	343,505		
360	356,103	353,505		
370	366,103	363,505		
380	376,103	373,505		
390	386,103	383,505		

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
Наружный d	Средний d_2	Внутренний d_1		
400	396,103	393,505	6	3,247
410	406,103	403,505		
420	416,103	413,505		
430	426,103	423,505		
440	436,103	433,505		
450	446,103	443,505		
460	456,103	453,505		
470	466,103	463,505		
480	476,103	473,505		
490	486,103	483,505		
500	496,103	493,505		
510	506,103	503,505		
520	516,103	513,505		
530	526,103	523,505		
540	536,103	533,505		
550	546,103	543,505		
560	556,103	553,505		
570	566,103	563,505		
580	576,103	573,505		
590	586,103	583,505		
600	596,103	593,505		

Дюймовая резьба (ОСТ/НКТП 1260). Дюймовая резьба (фиг. 56) имеет профиль с углом 55° ; вершины и впадины профиля плоско срезаны.

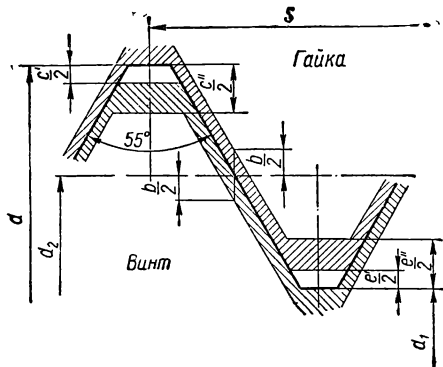
Шаг резьбы — число витков, приходящихся на 1" По вершинам и впадинам дюймовая резьба имеет зазоры.

В табл. 74 приведены размеры профиля дюймовой резьбы и ее диаметры.

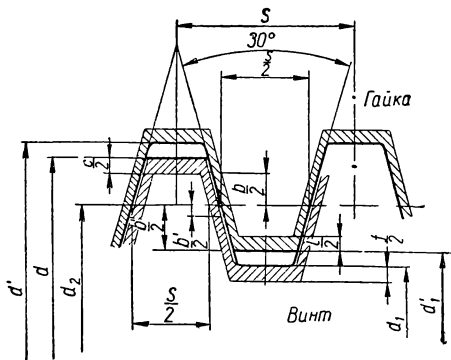
ДРЪЙМОВАЯ РЕЗЬБА С УГЛОМ ПРОФИЛЯ 55°
(по ОСТ/НКТП 1260)

НОМИНАЛЬ- НЫЙ	Диаметры резьбы в мм			Шаг резьбы S в мм	Число витков на 1" n	Высота профиля h в мм
	наруж- ный	средний	внутрен- ный			
d_H	d	d_2	d_1			
$\frac{3}{16}$ "	4,762	4,085	3,408	1,058	24	0,677
$\frac{1}{4}$ "	6,350	5,537	4,724	1,270	20	0,814
$\frac{5}{16}$ "	7,938	7,034	6,131	1,411	18	0,903
$\frac{3}{8}$ "	9,525	8,509	7,492	1,583	16	1,017
($\frac{7}{16}$ "	11,112	9,951	8,789	1,814	14	1,162
$\frac{1}{2}$ "	12,700	11,345	9,989	2,117	12	1,355
($\frac{9}{16}$ "	14,288	12,932	11,577	2,117	12	1,355
$\frac{5}{8}$ "	15,875	14,397	12,918	2,309	11	1,479
$\frac{3}{4}$ "	19,050	17,424	15,798	2,540	10	1,626
$\frac{7}{8}$ "	22,225	20,418	18,611	2,822	9	1,807
1"	25,400	23,367	21,334	3,175	8	2,033
$1\frac{1}{8}$ "	28,575	26,252	23,929	3,629	7	2,323
$1\frac{1}{4}$ "	31,750	29,427	27,104	3,629	7	2,711
($1\frac{3}{8}$ "	34,925	32,215	29,504	4,233	6	2,711
$1\frac{1}{2}$ "	38,100	35,390	32,679	4,233	6	2,711
($1\frac{5}{8}$ "	41,275	38,022	34,770	5,080	5	3,253
$1\frac{3}{4}$ "	44,450	41,198	37,945	5,070	5	3,253
($1\frac{7}{8}$ "	47,625	44,011	40,397	5,644	$4\frac{1}{2}$	3,614
2"	50,800	47,186	43,572	5,644	$4\frac{1}{2}$	3,614
$2\frac{1}{4}$ "	57,150	53,084	49,019	6,350	4	4,066
$2\frac{1}{2}$ "	63,500	59,434	55,369	6,350	4	4,066
$2\frac{3}{4}$ "	69,850	65,204	60,557	7,257	$3\frac{1}{2}$	4,647
3"	76,200	71,554	66,907	7,257	$3\frac{1}{2}$	4,647
$3\frac{1}{4}$ "	82,550	77,546	72,542	7,815	$3\frac{1}{4}$	5,004
$3\frac{1}{2}$ "	88,900	83,896	78,892	7,815	$3\frac{1}{4}$	5,004
$3\frac{3}{4}$ "	95,250	89,826	84,409	8,467	3	5,421
4"	101,600	96,179	90,759	8,467	3	5,421

Примечание. Резьбы, ном нальные диаметры которых взяты в скобки, наименее ходовые.

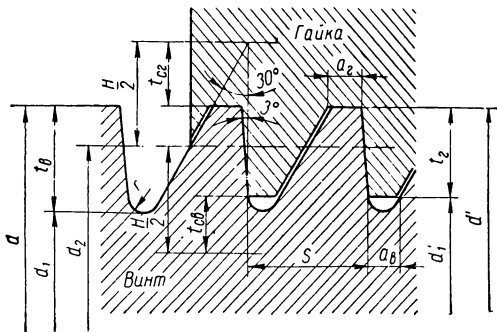


Фиг. 56. Профиль дюймовой резьбы.



Фиг. 57. Профиль трапецедалной резьбы.

Трапецидальные резьбы. Трапецидальные резьбы (фиг. 57) разделяются по шагу на крупную, нормальную и мелкую. Профиль резьбы образован прямыми линиями, расположенными под углом 30° . Все элементы резьбы измеряются в миллиметрах. В случае передачи больших усилий профиль винта у впадин закругляется радиусом r .



Фиг. 58. Профиль упорной резьбы.

В табл. 75—78 приведены размеры трапецидальных резьб.

Резьбы, диаметры которых взяты в скобки в этих таблицах, — наименее ходовые.

Упорные резьбы (по ОСТ/ВКС 7739-7741). Крупная, нормальная и мелкая упорные резьбы различаются по шагу резьбы и диапазону диаметров ее. Профиль упорной резьбы представлен на фиг. 58. Рабочий угол профиля резьбы равен 3° , а задний угол профиля принят равным 30° . Впадины резьбы винта закруглены, чтобы уменьшить концентрацию напряжений. Ниже в табл. 79—82 приведены размеры упорных резьб.

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ КРУПНОЙ РЕЗЬБЫ в мм

Диаметры					Шаг	Диаметры					Шаг
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний	средний	наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний	средний	наруж- ный	внут- ренний	
d	d_1	d_2	d'	d'_1	S	d	d_1	d_2	d'	d'_1	S
22	13	18	23	14	8	55	42	49	56	43	12
24	15	20	25	16	8	(58)	45	52	59	46	12
26	17	22	27	18	8	60	47	54	61	48	12
28	19	24	29	20	8	(62)	44	54	64	46	16
30	19	25	31	20	10	65	47	57	67	49	16
32	21	27	33	22	10	(68)	50	60	70	52	16
(34)	23	29	35	24	10	70	52	62	72	54	16
36	25	31	37	26	10	(72)	54	64	74	56	16
(38)	27	33	39	28	10	75	57	67	77	59	16
40	29	35	41	30	10	(78)	60	70	80	62	16
(42)	31	37	43	32	10	80	62	72	82	64	16
44	31	38	45	32	12	(82)	64	74	84	66	16
(46)	33	40	47	34	12	85	63	75	87	65	20
48	35	42	49	36	12	(88)	66	78	90	68	20
50	37	44	51	38	12	90	68	80	92	70	20
52	39	46	53	40	12	(92)	70	82	94	72	20

Диаметры					Шар	Диаметры					Шар
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний		средний	наруж- ный		внут- ренний	наруж- ный		внут- ренний	средний	
		d						d_1			
95	73	85	97	75	20	175	149	163	177	151	24
(98)	76	88	100	78	20	180	146	164	182	148	32
100	78	90	102	80	20	185	151	169	187	153	32
(105)	83	95	107	85	20	190	156	174	192	158	32
110	88	100	112	90	20	195	161	179	197	163	32
(115)	93	105	117	95	20	200	166	184	202	168	32
120	94	103	122	96	24	210	176	194	212	178	32
(125)	99	113	127	101	24	220	186	204	222	183	32
130	104	118	132	106	24	230	196	214	232	198	32
(135)	109	123	137	111	24	240	198	220	242	200	40
140	114	128	142	116	24	250	208	230	252	210	40
(145)	119	133	147	121	24	260	218	240	262	220	40
150	124	138	152	126	24	270	228	250	272	230	40
155	129	143	157	131	24	280	238	260	282	240	40
160	134	148	162	136	24	290	248	270	292	250	40
165	139	153	167	141	24	300	258	280	302	260	40
170	144	158	172	146	24	—	—	—	—	—	—

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ НОРМАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ В мм

Диаметры					Шаг	Диаметры					Шаг
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		средний	наруж- ный	
d	d_1	d_2	d'	d'_1	S	d	d_1	d_2	d'	d'_1	S
10	6,5	8,5	10,5	7	3	(42)	35	39	43	36	6
12	8,5	10,5	12,5 ¹	9	3	44	35	40	45	36	8
14	10,5	12,5	14,5	11	3	(46)	37	42	47	38	8
16	11,5	14	16,5	12	4	48	39	44	49	40	8
18	13,5	16	18,5	14	4	50	41	46	51	42	8
(19)	14,5	17	19,5	15	4	52	43	48	53	44	8
20	15,5	18	25	16	4	55	46	51	56	47	8
22	16	19,5	23	17	5	(58)	49	54	59	50	8
24	18	21,5	25	19	5	60	51	56	61	52	8
26	20	23,5	27	21	5	(62)	51	57	63	52	10
28	22	25,5	29	23	5	65	54	60	66	55	10
30	23	27	31	24	6	(68)	57	63	69	58	10
32	25	29	33	26	6	70	59	65	71	60	10
(34)	27	31	35	28	6	(72)	61	67	73	62	10
36	29	33	37	30	6	75	64	70	76	65	10
(38)	31	35	39	32	6	(78)	67	73	79	68	10
40	33	37	41	34	6	80	69	75	81	70	10

Диаметры					Шар	Диаметры					Шар
		винта и гайки	айк					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний		средний	наруж- ный		внут- ренний	наруж- ный		внут- ренний	средний	
		d						d_1			
(82)	71	77	83	72	10	160	142	152	162	144	16
85	72	79	86	73	12	(165)	147	157	167	149	16
(88)	75	82	89	76	12	170	152	162	172	154	16
90	77	84	91	78	12	(175)	157	167	177	159	16
(92)	79	86	93	80	12	180	158	170	182	160	20
95	82	89	96	83	12	(185)	163	175	187	165	20
(98)	85	92	99	86	12	190	163	180	192	170	20
100	87	94	101	88	12	(195)	173	185	197	175	20
(105)	92	99	106	93	12	200	178	190	202	180	20
110	97	104	111	98	12	210	188	200	212	190	20
(115)	102	109	116	103	12	220	198	210	222	200	20
120	102	112	122	104	16	230	208	220	232	210	20
(125)	107	117	127	109	16	240	214	228	242	216	24
130	112	122	132	114	16	250	244	238	252	226	24
135	117	127	137	119	16	260	234	248	262	236	24
140	122	132	142	124	16	270	244	258	272	246	24
(145)	127	137	147	129	16	280	254	268	282	256	24
150	132	142	152	134	16	290	264	278	292	266	24
(155)	137	147	157	139	16	300	274	288	302	276	24

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ ТРАПЕЦИДАЛЬНОЙ МЕЛКОЙ РЕЗЬБЫ в мм

Диаметры					Шаг	Диаметры					Шаг
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		средний	наруж- ный	
d	d_1	d_2	d'	d'_1	S	d	d_1	d_2	d'	d'_1	S
10	7,5	9	10,5	8	2	75	70,5	73	75,5	71	4
12	9,5	11	12,5	10	2	(78)	73,5	76	78,5	74	4
14	11,5	13	14,5	12	2	80	75,5	78	80,5	76	4
16	13,5	15	16,5	14	2	(82)	77,5	80	82,5	78	4
18	15,5	17	18,5	16	2	85	79	82,5	86	80	5
20	17,5	19	20,5	18	2	(8)	82	85,5	89	83	5
22	19,5	21	22,5	20	2	90	84	87,5	91	85	5
24	21,5	23	24,5	22	2	(92)	86	89,5	93	87	5
26	23,5	25	26,5	24	2	95	89	92,5	96	90	5
28	25,5	27	28,5	26	2	(98)	92	95,5	99	93	5
30	26,5	28,5	30,5	27	3	100	94	97,5	101	95	5
32	28,5	30,5	32,5	29	3	(105)	99	102,5	106	100	5
(34)	30,5	32,5	34,5	31	3	110	104	107,5	111	105	5
36	32,5	34,5	36,5	33	3	(115)	109	112,5	116	110	5
(38)	34,5	36,5	38,5	35	3	120	113	117	121	114	6
40	36,5	38,5	40,5	37	3	(125)	118	122	126	119	6
(42)	38,5	40,5	42,5	39	3	130	123	127	131	124	6

44	40,5	42,5	44,5	41	3	(135)	128	132	136	129	6
(46)	42,5	44,5	46,5	43	3	140	133	137	141	134	6
48	44,5	46,5	48,5	45	3	(145)	138	142	146	139	6
50	46,5	48,5	50,5	47	3	150	143	147	151	144	6
52	48,5	50,5	52,5	49	3	(155)	146	151	156	147	8
55	51,5	53,5	55,5	52	3	160	151	156	161	152	8
(58)	54,5	56,5	58,5	55	3	(165)	156	161	166	157	8
60	56,5	58,5	60,5	57	3	170	161	166	171	162	8
(62)	57,5	60	62,5	58	4	(175)	166	171	176	167	8
65	60,5	63	65,5	61	4	180	171	176	181	172	8
(68)	63,5	66	68,5	64	4	(185)	176	181	186	177	8
70	65,5	68	70,0	66	4	190	181	186	191	182	8
(72)	67,5	70	72,5	68	4	(195)	184	190	196	185	10
						200	189	195	201	190	10
						210	199	205	211	200	10
						220	209	215	221	210	10
						230	219	225	231	220	10
						240	227	234	241	228	12
						250	237	244	251	238	12
						260	247	254	261	248	12
						270	257	264	271	258	12
						280	267	274	281	268	12
						290	277	284	291	278	12
						300	287	294	301	288	12

РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ ТРАПЕЦИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ в мм
(по ГОСТ 9484-60)

Шаг	Глубина резьбы	Теоретиче- ская вы- сота про- филя	Рабочая высота профиля	Радиус
<i>S</i>	<i>h₁</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	
2	1,25	3,732	1	0,25
3	1,75	5,598	1,5	0,25
4	2,25	7,464	2	0,25
5	3	9,330	2,5	0,25
6	3,5	11,196	3	0,25
8	4,5	14,928	4	0,25
10	5,5	18,660	5	0,25
12	6,5	22,392	6	0,25
16	9	29,856	8	0,5
20	11	37,320	10	0,5
24	13	44,784	12	0,5
32	17	59,742	16	0,5
40	21	74,640	20	0,5

Таблица 79

РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ УПОРНЫХ ОДНОХОДОВЫХ РЕЗЬБ в мм
(по ОСТ/ВКС 7739, 7740, 7741)

Шаг	Высота профиля резьбы		Теоретическая высота профиля	Притупление впадины				
	винта	гайки		винта			гайки	
				высота	ширина	радиус закругления	высота	ширина
S	t_{θ}	t_2	H	$t_{c\theta}$			t_{c2}	a_2
2	1,736	1,5	3,464	0,914	0,528	0,249	1,050	0,728
3	2,603	2,25	5,196	1,371	0,792	0,373	1,575	0,992
4	3,471	3	6,928	1,828	1,055	0,497	2,100	1,255
5	4,339	3,75	8,660	2,285	1,319	0,621	2,625	1,519
6	5,207	4,5	10,392	2,742	1,583	0,746	3,150	1,783
8	6,942	6	13,855	3,656	2,111	0,994	4,201	2,311
10	8,678	7,5	17,321	4,570	2,638	1,243	5,251	2,838
12	10,413	9	20,785	5,484	3,166	1,491	6,301	3,366
16	13,884	12	27,713	7,312	4,221	1,988	8,401	4,421
20	17,355	15	34,641	9,140	5,277	2,485	10,501	5,477
24	20,826	18	41,569	10,968	6,332	2,982	12,602	6,532
32	27,769	24	55,426	14,623	8,443	3,977	16,802	8,643
40	34,711	30	69,282	18,279	10,554	4,971	21,003	10,754
48	41,653	36	83,138	21,935	12,664	5,965	25,203	12,864

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ УПОРНОЙ ОДНОХОДОВОЙ КРУПНОЙ РЕЗЬБЫ в мм
(по ОСТ/ВКС 7739)

Диаметры					Шаг	Диаметры					Шаг
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж-ный	внут-ренный		наруж-ный	внут-ренный		наруж-ный	внут-ренный		средний	наруж-ный	
d	d_1	d_2	d'	d'_1	S	d	d_1	d_2	d'	d'_1	S
(22)	8,116	16,545	22	10	8	44	23,174	35,817	44	26	12
24	10,116	18,545	24	12	8	43	25,174	37,317	46	28	12
26	12,116	20,545	26	14	8	48	27,174	39,817	48	30	12
(28)	14,116	22,545	28	16	8	50	29,174	41,817	50	32	12
30	12,644	23,181	30	15	10	55	34,174	46,817	55	37	12
(32)	14,644	25,181	32	17	10	60	39,174	51,817	60	42	12
34	16,644	27,181	34	19	10	(65)	37,232	54,089	65	41	16
36	18,644	29,181	36	21	10	70	42,232	59,089	70	46	16
(38)	20,644	31,181	38	23	10	(75)	47,232	64,089	75	51	16
40	22,644	33,181	40	25	10	80	52,232	69,089	80	56	16
(42)	24,644	35,181	42	27	10	(85)	50,290	71,362	85	55	20

Диаметры					Шар	Диаметры					Шар
		винта и гайки	гайки					винта и гайки	гайки		
наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний		средний	наруж- ный	
d	d_1	d_2	d'	d'_1	S	d	d_1	d_2	d'	d'_1	S
90	55,290	76,362	90	60	20	(190)	184,462	162,179	190	142	32
(95)	60,290	81,362	95	65	20	200	144,462	178,179	200	152	32
100	65,290	86,362	100	70	20	220	164,462	198,179	220	172	32
(110)	75,290	96,362	110	80	20	250	180,578	222,724	250	190	40
120	78,348	103,634	120	84	24	280	210,578	252,724	280	220	40
(130)	88,348	113,634	130	94	24	300	230,578	272,724	300	240	40
140	98,348	123,634	140	104	24	320	236,694	287,268	320	248	48
(150)	108,348	133,634	150	114	24	350	266,694	317,268	350	278	48
160	118,348	143,634	160	124	24	380	296,694	347,268	380	308	48
(170)	128,348	153,634	170	134	24	400	316,694	367,268	400	328	48
180	124,462	158,179	180	132	32	—	—	—	—	—	—

Таблица 81

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ УПОРНОЙ ОДНОХОДОВОЙ НОРМАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ в мм
(по ОСТ/ВКС 7740)

Диаметры					Шаг S	Диаметры					Шаг S
винта		винта и гайки средний d_2	гайки			винта		винта и гайки средний d_2	гайки		
наруж- ный d	внутрен- ный d_1		наруж- ный d'	внутрен- ный d'_1		наруж- ный d	внутрен- ный d_1		наруж- ный d'	внутрен- ный d'_1	
(22)	13,332	18,590	22	14,5	5	80	62,644	73,181	80	65	10
24	15,322	20,590	24	16,5	5	(85)	64,174	76,817	85	67	12
26	17,322	22,590	26	18,5	5	90	69,174	81,817	90	72	12
(28)	19,322	24,590	28	20,5	5	(95)	74,174	86,817	95	77	12
30	19,586	25,909	30	21	6	100	79,174	91,817	100	82	12
(32)	21,586	27,909	32	23	6	(110)	89,174	101,817	110	92	12
34	23,586	29,909	34	25	6	120	92,232	109,089	120	96	16
36	25,586	31,909	36	27	6	(130)	102,232	119,089	130	106	16
(38)	27,586	33,909	38	29	6	140	112,232	129,089	140	116	16
40	29,586	35,909	40	31	6	(150)	122,232	139,089	150	126	16
(42)	31,586	37,909	42	33	6	160	132,232	149,089	160	136	16
44	30,116	38,545	44	32	8	(170)	142,232	159,089	170	146	16
(46)	32,116	40,545	46	34	8	180	145,290	166,362	180	150	20
48	34,116	42,545	48	36	8	(190)	155,290	176,362	190	160	20
50	36,116	44,545	50	38	8	200	165,290	186,362	200	170	20
(55)	41,116	49,545	55	43	8	220	185,290	206,362	220	190	20
60	46,116	54,545	60	48	8	250	208,290	233,634	250	214	24
(65)	47,644	58,181	65	50	10	280	238,348	263,634	280	244	24
70	52,644	63,181	70	55	10	300	258,348	283,634	300	264	24
(75)	57,644	68,181	75	60	10	—	—	—	—	—	—

ДИАМЕТРЫ И ШАГИ УПОРНОЙ ОДНОХОДОВОЙ МЕЛКОЙ РЕЗЬБЫ в мм
(по ОСТ/ВКС 7741)

Диаметры					Шаг S	Диаметры					Шаг S
		винта и гайки средний d_2	гайки					винта и гайки средний d_2	гайки		
наружный d	внутрен- ний d_1		наружный d'	внутрен- ний d'_1		наружный d	внутрен- ний d_1		наружный d'	внутрен- ний d'_1	
10	6,528	8,636	10	7	2	(42)	36,794	39,954	42	37,5	3
12	8,528	10,636	12	9	2	44	38,794	41,954	44	39,5	3
14	10,528	12,636	14	11	2	(46)	40,794	43,954	46	41,5	3
16	12,528	14,636	16	13	2	48	42,794	45,954	48	43,5	3
18	14,528	16,636	18	15	2	50	44,794	47,954	50	45,5	3
20	16,528	18,636	20	17	2	(55)	49,794	52,954	55	50,5	3
(22)	18,528	20,636	22	19	2	60	54,794	57,954	60	55,5	3
24	20,528	22,636	24	21	2	(65)	58,058	62,272	65	59	4
26	22,528	24,636	26	23	2	70	63,058	67,272	70	64	4
(28)	24,528	26,636	28	25	2	(75)	68,058	72,272	75	69	4
30	24,794	27,954	30	25,5	3	80	73,058	77,272	80	74	4
32	26,794	29,954	32	27,5	3	(85)	76,322	81,590	85	77,5	5
34	28,794	31,954	34	29,5	3	90	81,322	86,590	90	82,5	5
36	30,794	33,954	36	31,5	3	95	86,322	91,590	95	87,5	5
38	32,794	35,954	38	33,5	3	100	91,322	96,590	100	92,5	5
40	34,794	37,954	40	35,5	3	(110)	101,322	106,590	110	102,5	5

Диаметры					Шаг S	Диаметры					Шаг S
		винта и гайки средний d_2	гайки					винт и гайки средний d_2	гайки		
наружный d	внутрен- ний d_1		наружный d'	внутрен- ний d'_1		наружный d	внутрен- ний d_1		наружный d'	внутрен- ний d'_1	
120	109,586	115,909	120	111	6	350	329,174	341,817	350	332	12
(130)	119,586	125,909	130	121	6	380	352,232	369,089	380	356	16
140	129,586	135,909	140	131	6	400	372,232	389,089	400	376	16
(150)	139,586	145,909	150	141	6	420	392,232	409,089	420	396	16
160	146,116	154,545	160	148	8	450	422,232	439,089	450	426	16
170	156,116	164,545	170	158	8	480	445,290	466,362	480	450	20
180	166,116	174,545	180	168	8	500	465,290	486,362	500	470	20
(190)	176,116	184,545	190	178	8	520	485,290	506,362	520	490	20
200	182,644	193,181	200	185	10	550	515,290	536,362	550	520	20
220	202,644	213,181	220	205	10	580	538,348	563,634	580	544	24
250	229,174	241,817	250	232	12	600	558,348	583,634	600	564	24
280	259,174	271,817	280	262	12	620	578,348	603,634	620	584	24
300	279,174	291,817	300	282	12	650	608,348	633,634	650	614	24
320	299,174	311,817	320	332	12	—	—	—	—	—	—

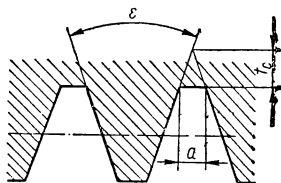
Модульная резьба. Профиль нитки червяка — трапеция (фиг. 59) с углом ε при вершине, равным 40 или 30° . Этот профиль получается при установке передней режущей кромки резца, посредством которого нарезан червяк, параллельно оси резьбы.

Шаг резьбы червяка — модульный (реже — питчевый).

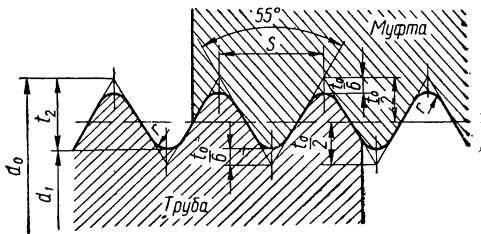
Модульным шагом S_m называется шаг, в числовое значение которого (в мм) входят два сомножителя — модуль t и число π :

$$S_m = \pi t.$$

Модуль t равен шагу зубьев колеса, измеренному по его делительной окружности, разделенному на π .



Фиг. 59. Профиль модульной резьбы.



Фиг. 60. Профиль трубной цилиндрической резьбы.

В табл. 83 и 84 приведены некоторые характеристики модульных резьб.

Таблица 83

ЗНАЧЕНИЕ ВЕЛИЧИН t_c И a ПРОФИЛЕЙ РЕЗЬБ С МОДУЛЬНЫМ ШАГОМ В ММ

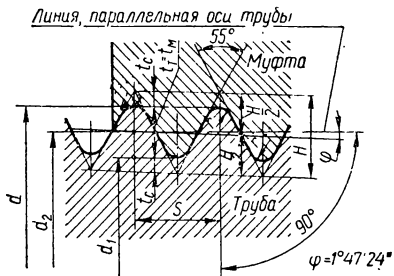
Модуль	$\varepsilon = 40^\circ$		$\varepsilon = 30^\circ$	
	t_c		t_c	
1	0,957	0,697	1,730	0,928
1,25	1,196	0,872	2,162	1,156
1,5	1,435	1,046	2,594	1,392
1,75	1,674	1,220	3,027	1,624
2	1,914	1,394	3,459	1,855
2,25	2,153	1,569	3,892	2,087
2,5	2,392	1,743	4,324	2,319
2,75	2,631	1,918	4,756	2,551
3	2,870	2,092	5,189	2,783
3,25	3,110	2,266	5,621	3,015
3,5	3,349	2,440	6,054	3,247
3,75	3,588	2,615	6,486	3,479
4	3,827	2,789	6,918	3,711
4,25	4,066	2,963	7,351	3,943
4,5	4,306	3,138	7,783	4,175
5	4,784	3,486	8,648	4,639
5,5	5,262	3,835	9,513	5,102
6	5,741	4,184	10,378	5,566
6,5	6,219	4,532	11,242	6,030
7	6,698	4,881	12,107	6,494
8	7,654	5,578	13,837	7,422
9	8,611	6,275	15,567	8,349
10	9,568	6,973	17,296	9,277

Таблица 84

**ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН ШАГА И ХОДА МНОГОХОДОВЫХ РЕЗЬБ
С МОДУЛЬНЫМ ШАГОМ в мм**

Модуль	Шаг резьбы	Число ходов резьбы				
		1	2	3	4	5
		Ход резьбы				
1	3,1416	3,1416	6,2832	9,4248	12,5664	15,7080
1,25	3,9270	3,9270	7,8540	11,7810	15,7080	19,6350
1,50	4,7124	4,7124	9,4248	14,1372	18,8496	23,5620
1,75	5,4978	5,4978	10,9956	16,4934	21,9912	27,4890
2	6,2832	6,2832	12,5664	18,8496	25,1328	31,4160
2,25	7,0686	7,0686	14,1372	21,2058	28,2744	35,3430
2,50	7,8540	7,8540	15,7080	23,5620	31,4160	39,2700
2,75	8,6394	8,6394	17,2788	25,9182	34,5576	43,1970
3	9,4248	9,4248	18,8496	28,2744	37,6992	47,1240
3,25	10,2102	10,2102	20,4204	30,6306	40,8408	51,0510
3,50	10,9956	10,9956	21,9912	32,9868	43,9824	54,9780
3,75	11,7810	11,7810	23,5620	35,3430	47,1240	58,9050
4	12,5664	12,5664	25,1328	37,6992	50,2656	62,8320
4,25	13,3518	13,3518	26,7036	40,0554	53,4072	66,7590
4,50	14,1372	14,1372	28,2744	42,4116	56,5488	70,6860
5	15,7080	15,7080	31,4160	47,1240	62,8320	78,5400
5,50	17,2788	17,2788	34,5576	51,8364	69,1152	86,3940
6	18,8496	18,8496	37,6992	56,5488	75,3984	94,2480
6,50	20,4204	20,4204	40,8408	61,2612	81,6816	102,1020
7	21,9912	21,9912	43,9824	65,9736	87,9648	109,9560
8	25,1328	25,1328	50,2656	75,3984	100,5312	125,6640
9	28,2744	28,2744	56,5488	84,8232	113,0976	141,3720
10	31,4160	31,4160	62,8320	94,2480	125,6640	154,0800

Трубная цилиндрическая резьба. Данная резьба имеет профиль с углом 55° с закругленными вершинами и впадинами (фиг. 60). Шаг трубной резьбы выражается числом витков на один дюйм. За номинальный диаметр цилиндрической трубной резьбы принят диаметр отверстия



Фиг. 61. Профиль трубной конической резьбы с углом профиля 55° .

трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба. Поэтому наружный диаметр трубной резьбы больше номинального на удвоенную толщину стенок трубы.

В табл. 85 приведены размеры профиля и диаметры трубной цилиндрической резьбы.

Трубная коническая резьба. Трубная коническая резьба (фиг. 61) имеет профиль с углом 55° , вершины и впадины закруглены. Ось профиля перпендикулярна к оси трубы. Шаг этой резьбы выражается числом витков на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы.

Номинальным диаметром трубной резьбы является диаметр отверстия в трубе, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

**РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ И ДИАМЕТРЫ ТРУБНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
РЕЗЬБЫ (по ГОСТ 6357-52)**

Номинальный диаметр резьбы d_H	Число витков на 1" n	Шаг резьбы S	Диаметры резьбы в мм			Высота профиля	Радиус закругления r в мм
			Наружный d	средний d_2	внутренний d_1		
$(1/8")$	28	0,907	9,729	9,148	8,567	0,581	0,125
$1/4"$	19	1,337	13,158	12,302	11,446	0,856	0,184
$3/8"$	19	1,337	16,663	15,807	14,951	0,856	0,184
$1/2"$	14	1,814	20,956	19,794	18,632	1,162	0,249
$(5/8")$	14	1,814	22,912	21,750	20,588	1,162	0,249
$3/4"$	14	1,814	26,442	25,281	24,119	1,162	0,249
$(7/8")$	14	1,814	30,202	29,040	27,878	1,162	0,249
1"	11	2,309	33,250	31,771	30,292	1,479	0,317
$(1 1/8")$	11	2,309	37,898	36,420	34,941	1,479	0,317
$1 1/4"$	11	2,309	41,912	40,433	38,954	1,479	0,317
$(1 3/8")$	11	2,309	44,325	42,846	41,367	1,479	0,317
$1 1/2"$	11	2,309	47,805	46,326	44,847	1,479	0,317
$(1 3/4")$	11	2,309	53,748	52,270	50,791	1,479	0,317
2"	11	2,309	59,616	58,137	56,659	1,479	0,317
$1 3/4"$	11	2,309	65,712	64,234	62,755	1,479	0,317
$2 1/2"$	11	2,309	75,187	73,708	72,230	1,479	0,317
$(2 3/4")$	11	2,309	81,537	80,058	78,580	1,479	0,317
3"	11	2,309	87,887	86,409	84,930	1,479	0,317
$(3 1/2")$	11	2,309	100,334	98,855	97,376	1,479	0,317
4"	11	2,309	113,034	111,556	110,077	1,479	0,317
5"	11	2,309	138,435	136,957	135,478	1,479	0,317
6"	11	2,309	163,836	162,357	160,879	1,479	0,317

РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ ТРУБНОЙ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ в мм
 (по ГОСТ 6211-52)

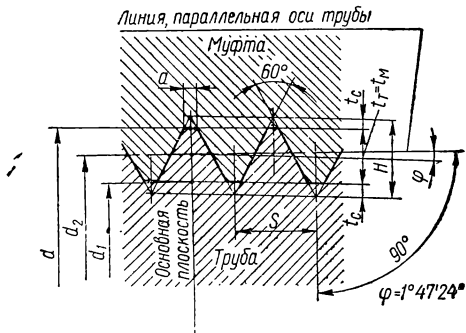
Шаг S	Число витков на 1" n	Высота профиля резьбы и муфты $t_m = t_M$	Теоретическая высота профиля H	Высота притупления профиля t_c	Радиус закругления вершины впадины r
0,907	28	0,581	0,871	0,145	0,125
1,337	19	0,856	1,284	0,214	0,184
1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,249
2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,317

ДИАМЕТРЫ, ДЛИНЫ И ШАГИ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ
 (по ГОСТ 6211-52)

Номинальный d_H	Диаметры резьбы в мм				Длина в мм		Число витков на 1" n	Шаг S в мм
	в основной плоскости			внутренний у торца трубы d_m	рабочая l_1	от торца трубы до основной плоскости l_2		
	наружный d	средний d_2	внутренний d_1					
1/8"	9,729	9,148	8,567	8,270	9	4,5	28	0,907
1/4"	13,158	12,302	11,445	11,071	11	6,0	19	1,337
3/8"	16,663	15,807	14,951	14,576	12	6,0	19	1,337
1/2"	20,95	19,794	18,632	18,163	15	7,5	14	1,814
3/4"	26,442	25,281	24,119	23,524	17	9,5	14	1,814
1"	33,250	31,771	30,293	29,606	19	11,0	11	2,309
1 1/4"	41,912	40,433	38,954	38,142	22	13,0	11	2,309
1 1/2"	47,805	46,326	44,847	43,972	23	14,0	11	2,309
2"	59,616	58,137	56,659	55,659	26	16,0	11	2,309
2 1/2"	75,187	73,708	72,230	71,074	30	18,5	11	2,309
3"	87,887	86,408	84,930	83,649	32	20,5	11	2,309
4"	113,034	111,556	110,077	108,483	38	25,5	11	2,309
5"	138,435	136,957	135,478	133,697	41	28,5	11	2,309
6"	163,836	162,357	160,879	158,910	45	31,5	11	2,309

Ниже приведены табл. 86 и 87, в которых приведены необходимые характеристики конической резьбы.

Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°
 Коническая дюймовая резьба (фиг. 62) имеет профиль с углом 60° , вершины и впадины его плоскосрезанные.



Фиг. 62. Профиль конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° .

Ось профиля перпендикулярна к оси трубы. Шаг этой резьбы выражается числом витков на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы.

Номинальным диаметром рассматриваемой резьбы является диаметр отверстия в трубе, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Ниже приведены табл. 88 и 89, в которых приведена характеристика конических дюймовых резьб с углом 60° .

3. ДОПУСКИ РЕЗЬБ

Для метрических резьб (ГОСТ 9253-59) установлены следующие классы точности: 1, 2, 2а и 3.

**РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ КОНИЧЕСКОЙ ДЮЙМОВОЙ РЕЗЬБЫ
С УГЛОМ ПРОФИЛЯ 60° в мм (по ГОСТ 6111-52)**

Шаг S	Число витков на 1" n	Высота профиля резьбы трубы и муфты $t_m \approx t_m$	Теоретическая высота профиля H	Высота притупления профиля t_c	Наибольшая ширина впадины a
0,941	27	0,753	0,815	0,031	0,036
0,411	18	1,129	1,222	0,047	0,054
1,814	14	1,451	1,571	0,060	0,069
2,209	11 $\frac{1}{2}$	1,767	1,913	0,073	0,084

Таблица 89

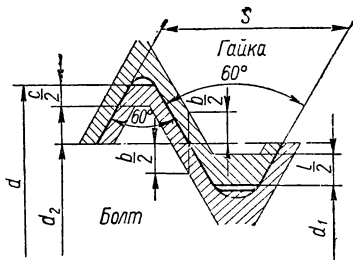
**ДИАМЕТРЫ, ДЛИНЫ И ШАГИ КОНИЧЕСКОЙ ДЮЙМОВОЙ
РЕЗЬБЫ С УГЛОМ ПРОФИЛЯ 60° (по ГОСТ 6111-52)**

Номинальный d_H	Диаметры резьбы в мм			внутренний у торца трубы d_m	Длины в мм		Число витков на 1" n	Шаг S в мм
	в основной плоскости				рабочая l_1	от торца трубы до основной плоскости l_2		
	наружный d	средний d_2	внутренний d_1					
$\frac{1}{8}$ "	7,895	7,142	6,389	6,135	6,5	4,064	27	0,941
$\frac{1}{4}$ "	10,272	9,519	8,766	8,480	7,0	4,572	27	0,941
$\frac{3}{8}$ "	13,572	12,443	11,314	10,997	9,5	5,080	18	1,411
$\frac{1}{2}$ "	17,055	15,926	14,797	14,416	10,5	6,096	18	1,411
$\frac{3}{4}$ "	21,223	19,772	18,321	17,813	13,5	8,128	14	1,814
$1\frac{1}{8}$ "	26,568	25,117	23,666	23,128	14,0	8,611	14	1,814
$1\frac{1}{4}$ "	33,228	31,461	29,694	29,059	17,5	10,160	11 $\frac{1}{2}$	2,209
$1\frac{3}{8}$ "	41,985	40,216	38,451	37,784	18,0	10,668	11 $\frac{1}{2}$	2,209
$1\frac{1}{2}$ "	48,054	46,287	44,520	43,853	18,5	10,668	11 $\frac{1}{2}$	2,209
2 "	60,092	58,325	56,558	55,866	19,0	11,074	11 $\frac{1}{2}$	2,209

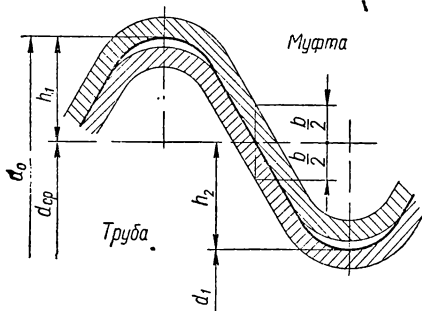
На фиг. 63 изображена схема расположения допусков на метрические резьбы.

Отклонения отсчитываются от линии теоретического профиля резьбы в направлении, перпендикулярном к оси резьбы.

Верхнее отклонение наружного диаметра болта настоящим стандартом не нормируется. Наружный диаметр гайки и внутренний диаметр болта контролируются проходными резьбовыми калибрами.



Фиг. 63. Схема расположения предельных отклонений метрической резьбы.



Фиг. 64. Схема расположения предельных отклонений трубной резьбы.

Отклонения размеров метрической резьбы приведены в табл. 90. Схема расположения полей допусков трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-52) показана на фиг. 64, а отклонения размеров приведены в табл. 91.

**ДОПУСКИ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ С КРУПНЫМИ И МЕЛКИМИ ШАГАМИ
ДЛЯ ДИАМЕТРОВ ОТ 1 ДО 600 мм (ГОСТ 9253-59)**

Шаги S в мм	Номинальный диаметр резьбы d в мм		Размеры в мк										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	наружный диаметр d			внутренний диаметр d ₁	Допуски среднего диаметра b				внутренний диаметр d ₁	наружный диаметр d ₂	
			Отклонения										Отклонения
			верхнее	нижнее 1-й, 2-й, 2а классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее	нижнее
0,2	—	1—1,8	0	50	50	0	—	45	53	75	0	65	0
0,25	1—1,2	—	0	65	65	0	—	50	—	84	0	80	0
0,3	1,4	2; 2,2	0	80	80	0	—	50	60	84	0	90	0
0,35	1,6; 1,8	—	0	80	80	0	—	55	—	92	0	90	0
0,35	1,6; 1,8	2,5; 3	0	90	90	0	—	59	—	99	0	100	0
0,4	2	3,5	0	90	90	0	—	59	75	99	0	100	0
0,45	2,2; 2,5	—	0	100	100	0	—	64	—	106	0	110	0
0,45	2,2; 2,5	—	0	110	110	0	—	67	—	112	0	120	0

Шаги S в мм	Номинальный диаметр резьбы d в мм		Размеры в мм										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	наружный диаметр d			внутренний диаметр d_1	Допуски среднего диаметра b				внутренний диаметр d_1	наружный диаметр d_2	
			Отклонения										Отклонения
			верхнее	нижнее	1-й, 2-й классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее
1	— 8; 9	18—28	0	180	250	0	80	125	155	200	0	200	0
		30—52					90	140	175	230			
		56—80					100	155	195	250			
1,25	— 10; 11	—	0	200	300	0	72	112	—	187	0	210	0
		10,14					72	112	140	187			
		—					80	123	—	205			
1,5	—	12—17	0	240	350	0	80	123	155	205	0	250	0
		18—28					90	135	170	220			
		—					100	150	190	250			
		30—52					110	165	210	270			
		55—80					120	180	230	300			
		85—120					130	200	250	320			
125—150													

Шаги S в мм	Номинальный диаметр резьбы d в мм		Размеры в мк										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	наружный диаметр d			внутренний диаметр d ₁	Допуски среднего диаметра b				внутренний диаметр d ₁	наружный диаметр d ₂	
			Отклонения								Отклонения		
			верхнее	нижнее	1-й, 2-й, 2а классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее
1,75	12	—	0	260	380	0	85	135	—	222	0	280	0
	14;16	—					91	142	—	237			
		18—28					100	155	195	250			
		30—52					110	170	210	280			
2	—	55—80	0	290	410	0	120	185	230	300	0	300	0
		82—120					130	200	250	330			
		125—180					140	220	270	350			
		185—200					150	230	290	380			
2,5	18—22	—	0	330	480	0	101	159	—	265	0	320	0
		—					110	174	—	290			
3		30—52	0	370	520	0	120	190	230	310			
	24;27	55—80					130	200	250	330			

Шаги S в мм	Номинальный диаметр резьбы d в мм		Размеры в мк										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	наружный диаметр d			внутренний диаметр d_1	Допуски среднего диаметра b				внутренний диаметр d_2	наружный диаметр d_1	
			Отклонения										Отклонения
			верхнее	нижнее 1-й, 2-й, 2а классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее	нижнее
3	—	85—120	0	370	520	0	140	220	270	360	0	380	0
		125—180					150	240	290	390			
		185—260					160	250	320	420			
		265—360					175	270	340	450			
3,5	30;33	—	0	400	550	0	120	188	—	313	0	420	0
		—					128	201	—	335			
4	36;39	42—80	0	420	600	0	140	220	270	360	0	480	0
		85—120					150	230	290	380			
		125—180					160	250	310	410			
		185—260					170	270	330	440			
		265—360					180	280	360	470			
		370—400					200	300	380	500			

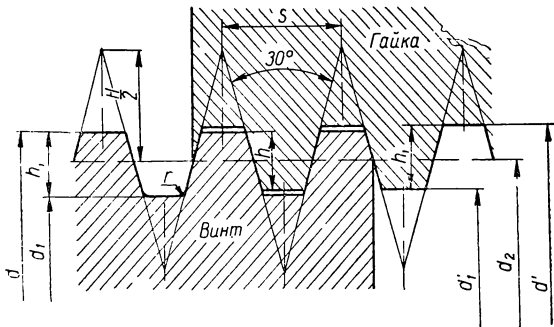
Шаги S в мм	Номинальный диаметр резьбы d в мм		Размеры в мм																						
			Болт				Болт и гайка				Гайка														
	крупной	мелкой	наружный диаметр d			внутренний диаметр d_1	Допуски среднего диаметра b				внутренний диаметр d_1'	наружный диаметр d_2'													
			Отклонения								Отклонения														
			верхнее	нижнее	1-й, 2-й, 2а классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее	нижнее											
4,5	42; 45	—	0	450	650	0	136	213	—	355	0	550	0												
5	48; 52	—	0	500	700	0	144	225	—	375	0	600	0												
5,5	56; 60	—	0	550	750	0	150	236	—	393	0	650	0												
		—																							
	64; 68	70—80						157	246	—	410														
		85—120							246	305	410														
		125—180							262	325	435														
6	—	186—200	0	600	800	0	—	300	370	490	0	700	0												
		265—360																							
		370—500																							
		—																							
		510—600																		315	390	520			
								335	415	550															
								350	440	580															

ДОПУСКИ РЕЗЬБЫ ТРУБНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
(ГОСТ 6357-52)

Номинальный диаметр резьбы d_H	Число ниток на 1"	Резьбы трубы и муфты		Размеры в мк							
		Допуски среднего диаметра		Размеры трубы				Резьба муфты			
				Расстояние от линии среднего диаметра							
		Класс точности		вершины резьбы h_1		впадины резьбы h_2		вершины резьбы h_1		впадины резьбы h_2	
		2	3	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее
$1/8''$	28	133	219	265	215	340	290	340	290	265	215
$1/4''$ $3/8''$	19	137 148	228 247	400	340	488	428	478	428	400	350
$1/2''-3/4''$ $7/8''$	14	161 174	265 286	545	485	641	581	631	581	545	495

Номинальный диаметр резьбы d_H	Число ниток на 1"	Резьбы трубы и муфты		Размеры в мм							
		Допуски среднего диаметра		Размеры трубы				Резьба муфты			
				Расстояние от линии среднего диаметра							
		Класс точности		вершины резьбы h_1		впадины резьбы h_2		вершины резьбы h_1		впадины резьбы h_2	
		2	3	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее
1" — 1 1/2" 1 3/4" — 2 1/4"	11	193	321	700	640	800	740	790	740	700	650
		224	370								
2 1/2" 2 3/4" — 3"	11	224	370	700	630	810	740	800	740	700	640
		255	421								
3 1/2" 4" 5" 6"	11	255	421	700	620	820	740	820	740	700	630
		270	446								
		286	473								
		286	473								

На фиг. 65 изображена схема расположения полей допусков трапецеидальной резьбы. Для внутренних резьб



Фиг. 65. Схема расположения предельных отклонений трапецеидальных резьб.

установлены три класса точности — 1, 2, 3-й. Для винта устанавливаются классы точности 1, 2, 3-й и 3X (ходовая посадка). В табл. 92 и 93 приведены отклонения размеров винта с трапецеидальной резьбой.

4. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ

Нарезание резьб резцами. Для нарезания резьб на токарных станках применяют главным образом резцы, а при нарезании резьб малых размеров — метчики и плашки. В зависимости от метода нарезания выбирается соответствующая геометрия режущей части резьбонарезного инструмента.

ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВИНТА ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ
(ГОСТ 9562-60)

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки	средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1		
			нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее
10—16	2	2	100	0	9	79	294	34	444	0
		3			9	97	362	34	444	
		3X			35	123	460	132	542	
18—28	2	2	100	0	9	84	314	34	477	0
		3			9	104	383	34	477	
		3X			35	130	485	132	574	

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк				Отклонения							
			наружный диаметр d	толщина нитки	средний диаметр d_2	внутренний диаметр d_1	нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее
16—20	4	2	200	0	12	107	400	45	595	0				
		3			12	130	485	45	595					
		3X			50	168	627	187	737					
2		12			124	462	45	695						
62—82		3			12	152	565	45	695					
		3X			50	190	710	187	840					

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1	
			Отклонения							
нижнее —с	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее			
30—42	6	2	300	0	15	140	522	56	780	0
		3			15	170	635	56	780	
		3X			60	215	800	234	945	
2		15			157	585	56	885		
120—150		3			15	193	720	56	885	
		3X			60	238	885	234	1050	

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1	
			Отклонения							
			нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее
22—28	8	2	400	0	18	158	590	67	883	0
		3			18	193	720	67	883	
		3X			72	247	920	268	1083	
2		18			166	620	67	931		
44—60		3			18	203	758	67	931	
3X		72			257	960	268	1133		
155—190		2			18	183	682	67	1021	
		3			18	223	830	67	1021	
		3X			72	277	1032	268	1223	

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки	средний диаметр d_s		внутренний диаметр d_i		
			Отклонения							
нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее			
30—42	10	2	500	0	20	182	680	75	1006	0
		3			20	220	820	75	1006	
		3X			80	280	1042	300	1228	
2		20			190	710	75	1063		
3		20			232	865	75	1063		
3X		80			292	1090	300	1288		
62—82	10	2	500	0	20	193	738	75	1106	0
3		20			242	900	75	1106		
3X		80			302	1126	300	1334		
2		20			193	738	75	1106		
3		20			242	900	75	1106		
3X		80			302	1126	300	1334		
195—230	10	2	500	0	20	193	738	75	1106	0
3		20			242	900	75	1106		
3X		80			302	1126	300	1334		

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точ	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нити		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1	
			Отклонения							
			нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее
44—60	12	2	100	G	22	207	772	82	1164	0
		3			22	254	948	82	1164	
		3X			88	320	1150	328	1406	
2		22			214	800	82	1202		
85—115		3			22	262	978	82	1202	
		3X			88	328	1225	328	1449	
		2			22	224	835	82	1316	
240—300		3			22	287	1070	82	1316	
		3X			88	353	1330	328	1576	

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мм							
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1	
			нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее
62—62	16	2	E80	0	25	247	920	93	1395	0
		3			25	305	1135	93	1395	
		3X			100	380	1415	372	1675	
2		25			260	970	93	1465		
3		25			320	1190	93	1465		
3X		100			395	1470	372	1745		
120—175										

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d_1	
			Отклонения						нижнее $-f$	верх- нее
			нижнее $-c$	верх- нее	верхнее $-z''$	нижнее $-a$	нижнее $-b''$	верхнее $-b'$		
85—115	20	2	1000	0	28	287	1068	105	1605	0
		3			28	350	1305	105	1605	
		3X			112	434	1620	420	1920	
2		28			300	1120	105	1685		
160—230		3			28	368	1370	105	1685	
		3X			112	452	1685	420	2001	

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d_f		внутренний диаметр d_i	
			Отклонения							
нижнее — c	верх- нее	верхнее — z''	нижнее — a	нижнее — b''	верхнее — b'	нижнее — f	верх- нее			
120—175	24	2	1200	0	30	330	1230	112	1870	0
		3			30	405	1520	112	1870	
		3X			120	495	1845	448	2195	
2		30			340	1268	112	2040		
240—300		3			30	420	1565	112	2040	
		3X			120	510	1900	448	2375	

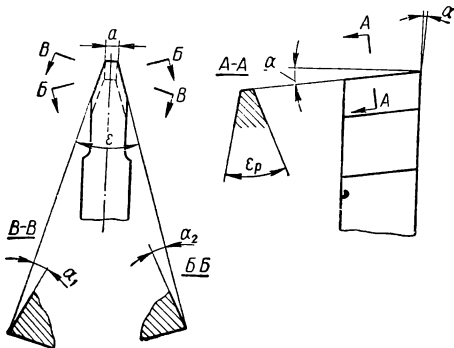
Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк										
			наружный диаметр d'		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d'_1				
			Отклонения										
			ниж- нее	верхнее $+g$	нижнее $-a'$	верхнее	ниж- нее	верхнее $+b$	верхнее $+e$	ниж- нее			
10—14	3	2		372	80			295	150	0			
		3		372	100			372					
30—44		2	0	428	95	0	0	355					
		3		428	115			428					
46—60		2		440	95			355					
		3		440	118			440					
16—20		4	2		440	95					355	200	0
			3		440	118					440		
62—82	2		0	510	112	0	0	418					
	3			510	140			520					

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точ	Размеры в мк										
			наружный диаметр d'		толщина нитки		средний диаметр d_2		внутренний диаметр d'_1				
			Отклонения										
ниж- нее	верхнее $+g$	нижнее $-a'$	верх- нее	ниж- нее	верхнее $+b$	верхнее $+e$	ниж- нее						
22—28	8	2		650	140			520	400	0			
		3		650	175			650					
44—60		2	0		690	148	0	0			550		
		3			690	185					690		
155—190		2			765	165							615
		3			765	205							765
30—42	10	2			745	162					605	500	0
		3		745	200			745					
62—82		2	0		790	170	0	0	635				
		3			790	212			790				
195—230		2			825	178					665		
		3			825	222					825		

Номинальный диаметр резьбы d_n в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d'		толщина нитки		средний диаметр d_s		внутренний диаметр d'_1	
			Отклонения							
ниж- нее	верхнее $+g$	нижнее $-a'$	верх- нее	ниж- нее	верхнее $+b$	верхнее $+a$	ниж- нее			
44—60	12	2		865	185			690	600	0
		3		865	232			865		
85—115		2	0	895	192	0	0	715		
		3		895	240			895		
240—300		2		985	212			790		
		3		985	265			985		
62—82	16	2		1040	222			825	800	0
		3	0	1040	280	0	0	1040		
120—175		2		1100	235			875		
		3		1100	295			1100		

Номинальный диаметр резьбы d_H в мм	Шаг резьбы S в мм	Класс точности	Размеры в мк							
			наружный диаметр d'		толщина нитки		средний диаметр d_s		внутренний диаметр d'_1	
			Отклонения							
			ниж- нее	верхнее $+g$	нижнее $-a'$	верх- нее	ниж- нее	верхнее $+b$	верхнее $+e$	ниж- нее
85—115	20	2		1200	258			960	1000	0
		3	0	1200	322	0	0	1200		
		2		1265	272			1010		
180—230		3		1265	340			1265		
		2								
120—175	24	2		1400	300			1120	1200	0
		3	0	1400	375	0	0	1400		
		2		1450	310			1155		
		3		1450	390			1450		
240—300										

На фиг. 66 изображен стержневой резьбовой резец. Для резцов с углами подъема резьбовых витков $\omega \leq 4^\circ$ задние углы α_1 и α_2 на боковых профильных гранях резца равны $3-5^\circ$, а для резцов с углами $\omega > 4^\circ$ при нарезании



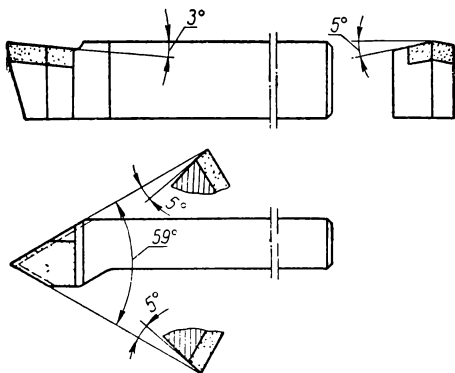
Фиг. 66. Стержневой резьбовой резец.

резьб с правым направлением витка углы $\alpha_1 = 10^\circ$ и $\alpha_2 = 3-5^\circ$. Для многозаходных резцов углы $\alpha_1 = 8 \div 0,9\omega$ и $\alpha_2 = 8^\circ - 0,9\omega$, где ω — угол подъема резьбы по среднему диаметру. Задний угол $\alpha = 8 \div 10^\circ$.

У чистовых резьбовых резцов обычно передний угол $\gamma = 0^\circ$, а у черновых $\gamma = 5 \div 25^\circ$ в зависимости от механических свойств обрабатываемого металла. Для получения более чистой резьбы у чернового быстрорежущего резца делают угол профиля ϵ на $2-5^\circ$ меньше, а у чистового — равным углу профиля нарезаемой резьбы.

При нарезании резьбы с большими скоростями резания ($v = 100 \div 300$ м/мин) В. Бирюков применил твердо-

сплавные резцы марки Т15К6, ВК6 и ВК8. Эти резцы отличаются массивной и прочной головкой, угол профиля резца для предварительной нарезки метрической резьбы $\varepsilon = 69^\circ$, а у чистового резца угол $\varepsilon = 59^\circ$. Другие геометрические параметры черного и чистового резцов одинаковы (фиг. 67).

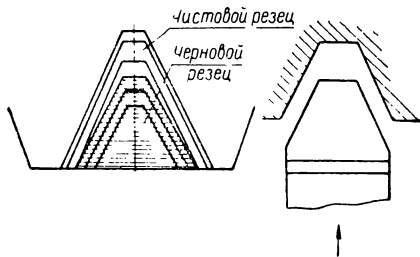


Фиг. 67. Геометрические параметры режущей части резьбового резца В. Бирюкова.

По методу Бирюкова резьба с шагом до 2 мм нарезается одним резцом, а резьба с шагом больше 2 мм — двумя резцами: черновым и чистовым согласно схеме, показанной на фиг. 68.

Поперечная подача резцов на глубину резания принимается: для черновой обработки 0,5—1 мм для первых двух-трех проходов и 0,2—0,15 мм для остальных проходов. Призматические гребенки и круглые резьбовые резцы, являющиеся разновидностью фасонных резцов, применяются для нарезания наружных и внутренних резьб.

Задний угол призматического резбового резца образуется наклоном его тела, а круглого резца — установкой его оси выше оси нарезаемой резьбы на величину $h = R \sin \alpha$, где R — наибольший радиус резца. Обычно задний угол $\alpha = 10 \div 12^\circ$; передний угол $\gamma = 0^\circ$ у чистовых резцов, но может быть и $\gamma = 5 \div 25^\circ$. У многозубых гребенок и резцов два-три первых зуба скашиваются под углом $\phi = 20^\circ$, что дает возможность нарезать резьбу за один-два прохода.



Фиг. 68. Схема резания при нарезании резьбы по методу Бирюкова.

Резбовой резец устанавливается на станке в горизонтальной плоскости по шаблону так, чтобы ось его профиля была перпендикулярна к оси нарезаемой резьбы. В вертикальной плоскости вершина резца устанавливается точно по линии высоты центров станка. Иначе будет происходить искажение профиля и изменение размеров среднего диаметра резьбы.

Для обеспечения высокой чистоты поверхности нарезаемой резьбы следует работать резцом с остро заточенными и доведенными режущими кромками с применением соответствующих смазывающе-охлаждающих жидкостей: 10—20%-ной эмульсии, сульфифрезола, смеси растительного масла со скипидаром и керосином и др.

**СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ НА ПРОХОД
В КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ, ХРОМИСТЫХ
И ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЯХ РЕЗЦАМИ
С ПЛАСТИНКАМИ Т15К6**

Тип резьбы	Шаг резьбы или модуль в мм	Число про- ходов		Сталь $\sigma_{вр}$ в кгс/мм ²			
		черно- вых	чисто- вых	55—62	63—70	71—79	80—89
				Скорость резания v в м/мин			
Наруж- ная кре- пежная, 3-й класс точности	1,5	3	2	162	144	140	125
	2	3	2	152	137	133	120
	3	4	2	146	130	128	115
	4	5	2	142	127	123	109
	5	7	2	140	125	119	106
	6	8	2	138	123	117	104
Трапеце- идальная наруж- ная	3	5	3	142	127	112	100
	4	6	3	136	122	107	95
	5	7	4	130	118	103	92
	6	8	4	128	115	100	90
	8	10	5	124	110	98	87
	10	12	6	120	107	95	85
	12	14	6	117	104	93	83
16	18	6	115	102	91	81	
Модуль- ная	$t=2$	8	4	—	113	92	—
	3	12	6	—	96	77	—
	4	15	8	—	91	73	—
	6	18	10	—	86	70	—

Примечания. 1. При нарезании внутренней резьбы поправочный коэффициент на скорость резания $K_g = 0,8$. 2. Период стойкости реза при нарезании крепежной резьбы $T = 30$ мин, при нарезании трапецидальной и модульной резьбы $T = 60$ мин. 3. При нарезании точной резьбы необходимо добавлять 2—4 чистовых прохода.

Кроме того, при нарезании резьбы на стальных деталях следует применять пружинные державки, что также улучшает чистоту поверхности резьбы. Следует заметить, что при нарезании резьбы с охлаждением эмульсией возникают довольно большие поверхностные упругие и пластические деформации, вследствие чего поверхность резьбы получается блестящей.

В табл. 94, 95 и 96 приведены скорости резания при нарезании резьб на стальных и чугунных деталях различными резами.

Таблица 95

**СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ НА ПРОХОД
В УГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ $\sigma_{вр}=75 \text{ кгс/мм}^2$
РЕЗЦОМ ИЗ СТАЛИ Р18 (С ОХЛАЖДЕНИЕМ)**

Тип резьбы	Подача в мм/об	Число проходов		Наружная резьба			Внутренняя резьба		
		чистовые	черновых	Черновой проход	Чистовой проход	Зачистной проход	Черновой проход	Чистовой проход	Зачистной проход
Крепежная	До 2,5	5	3	36	64		29	51	
	3	6	3	31	56		25	45	
	4	7	4	27	48		22	38	
	5	8	4	24	42		19	33	
	6	9	4	22	38		17	30	
Тrapeцeндальная	До 5	10	7	34	64		27	51	
	6	12	9	27	64		22	51	
	10	18	10	24	64	4	19	51	4
	12	21	10	23	64		18	51	
	16	28	10	21	52		17	41	
	24	35	10	20	52		16	41	

Примечание. 1. Во сколько раз изменяется $\sigma_{вр}$ обрабатываемого металла, во столько раз необходимо изменить табличную скорость резания.

**СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ НА ПРОХОД
НА СЕРОМ ЧУГУНЕ РЕЗЦОМ С ПЛАСТИНКАМИ ВК6**

Тип резьбы	Шаг резьбы в мм	Число проходов		Твердость чугуна <i>HВ</i>			
		черно- вых	чисто- вых	165—181	182—199	200—218	219—240
				Скорость резания <i>v</i> в м/мин			
Крепеж- ная наруж- ная, 3-й класс точ- ности	2	2	2	56	50	44	39
	3	3	2	63	56	50	44
	4	4	2	68	60	53	47
	5	4	2	68	60	53	47
	6	5	2	73	65	58	51
Трапеце- дальная внутрен- няя	3	4	3	47	42	37	33
	4	5	3	50	44	39	35
	5	6	3	52	46	41	36
	6	7	4	56	50	44	39
	8	9	4	61	54	48	42
	10	10	5	65	58	52	46
	12	12	5	69	62	55	49
16	14	5	73	65	58	51	

Примечания. 1. При нарезании крепежной резьбы $T=30$ мин, а трапецеидальной $T=60$ мин. 2. При нарезании точных резьб добавлять 2—3 прохода. 3. При нарезании внутренней крепежной резьбы поправочный коэффициент на скорость резания $K_B = 0,8$

Нарезание резьбы метчиками. Для нарезания на токарных станках внутренних резьб диаметром до 30 мм часто применяются метчики. Рабочая часть метчика состоит из режущей части l_1 (заборного конуса), осуществляющей снятие стружки, и калибрующей части l_2 , первые зубцы которой калибруют нарезаемую резьбу, а последующие служат для направления и подачи метчика. Крепежные резьбы с шагом $S \leq 2,5$ мм в сквозных отверстиях длиной до двух диаметров могут быть нарезаны одним метчиком с удлиненным заборным конусом.

Резьбы повышенной точности или резьбы больших размеров нарезаются последовательно несколькими метчиками. Поэтому метчики изготавливаются одиночными с удлиненной заборной частью (гаечные) и комплектные — два, три и больше метчиков в комплекте в зависимости от размера резьбы. Метчики, предназначенные для нарезания резьбы в глухих отверстиях, отличаются от метчиков для сквозных отверстий укороченной заборной частью и уменьшенными углами γ , α (табл. 97).

Таблица 97

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МЕТЧИКОВ

Тип метчиков	№ метчика	Длина заборного конуса $l_1 = nS$ в мм	Угол заборного конуса φ в град	Передний угол γ в град	Задний угол α в град	Угол λ в град
Метчики для глухих отверстий	1	4 S	12	5—6	2—2,5	—
	2	2 S	24	5—6	2—2,5	—
Метчики для сквозных отверстий	1	7 S	6	10—12	6—8	8—10
	2	4 S	12	10—12	6—8	8—10
Метчики гаечные	1	(10÷15)S	4—5	12—15	10—12	4—5

К метчикам предъявляются следующие требования.

- 1) поверхность резьбы должна быть чистой, без зазубрин, налета металла, срывов ниток и других повреждений;
- 2) стружечные канавки должны быть шлифованы или полированы без уступов на передней поверхности;
- 3) режущие кромки на заборной части должны быть остро заточены, без прижогов, заусенцев, зазубрин и завалов, особенно на задней поверхности;

4) допустимое радиальное биение перьев метчиков на заборной части должно быть равно 0,02—0,04 мм

При нарезании резьбы метчиками в конструкционных сталях в качестве охлаждающей жидкости рекомендуется применять сульфорезол, 10—20%-ную эмульсию, смесь растительного масла с керосином и скипидаром в отношении 1 : 1 : 1. При нарезании резьбы в деталях из нержавеющей и жаропрочных сталей рекомендуется применять смесь из 45% сульфорезола, 25% керосина и 15% олеиновой кислоты. Нарезание резьбы в сером чугуна производится всухую или с применением керосина.

При нарезании в алюминиевых сплавах применяется сульфорезол, керосин или смесь, состоящая из 25% сульфорезола, 20% керосина, 5% окисленного петролатума и 50% масла индустриального 20.

В табл. 98 приведены скорости резания при нарезании резьбы машинными метчиками.

Таблица 98

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ МАШИНЫМИ МЕТЧИКАМИ ИЗ СТАЛИ Р18

Обрабатываемый металл	Тип резьбы	Диаметр резьбы d в мм								
		6	8	10	12	16	20	24	30	36
		Скорость резания v в м/мин								
Сталь $\sigma_{вр} = 75 \text{ кгс/мм}^2$	С крупным шагом	6,5	7,5	8,0	9,0	11,0	12,0	13	14	16
	С мелким шагом	9,0	9,0	12	12	14	16	18	20	21
Чугун НВ 190	С крупным шагом	4,5	5	6	6	8	8	9	10	11
	С мелким шагом	6	6	8	8,5	10	12	13	14	14

Примечание. При работе метчиками из стали 9ХС $K_n = 0,6$, сталей У10 и У12 $K_n = 0,5$.

ЧИСЛА ОБОРОТОВ ШПИДЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ

Диаметр D в мм	Скорость реза-								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Число оборотов								
5	637	953	1270	1590	1910				
10	328	477	637	795	955	1116	1272	1432	1592
15	212	318	424	530	636	743	850	956	1062
20	159	238	318	398	477	558	636	716	796
25	127	191	252	318	382	446	510	573	637
30	106	159	211	265	318	372	425	477	531
35	91	136	182	228	273	319	364	410	456
40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
45	71	106	142	177	212	248	284	319	355
50	64	95	127	159	191	222	254	286	318
60	53	80	106	133	159	186	212	238	265
70	46	68	91	114	137	159	182	204	227
80	40	60	80	100	119	140	159	180	200
90	36	53	71	88	106	124	142	159	178
100	32	48	64	80	96	112	127	143	159
150	21	32	42	53	64	74	85	96	106
200	16	24	32	40	48	56	64	72	80
250	13	19	25	32	38	44	51	57	64
300	11	16	21	26	32	37	42	48	53
350	9	13	18	24	27	32	36	41	46
400	8	12	16	20	24	28	32	36	40
450	7	11	14	18	21	25	28	32	35
500	6	10	13	16	19	22	26	29	32
600	5	8	11	13	16	19	21	24	26
700	5	7	9	11	14	16	18	20	23
800	4	6	8	10	12	14	16	18	20
900	4	5	7	9	11	12	14	16	18
1000	3	5	6	8	10	11	13	14	16
1500	2	3	4	5	6	7	9	10	11
2000	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,5	6,3	7	8

ОТ ДИАМЕТРА ДЕТАЛИ И СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ

ния v в м/мин								
60	70	80	90	100	120	150	200	250
в минуту n								
1910								
1272	1486	1696	1910					
955	1115	1275	1431	1590	1911			
764	892	1020	1146	1272	1530	1910		
636	743	848	956	1060	1275	1590	2112	
547	637	728	820	912	1092	1365	1822	
480	560	640	720	800	960	1200	1600	2000
425	497	568	640	710	850	1062	1418	1770
382	446	510	573	637	765	953	1270	1590
318	372	425	478	531	636	755	1060	1330
273	319	364	410	455	545	682	910	1140
239	279	320	360	400	476	597	796	995
213	249	285	320	358	425	530	708	887
191	223	256	287	320	380	477	637	795
128	148	170	190	212	254	318	427	530
96	112	127	143	159	191	240	318	398
76	89	101	114	127	153	191	253	318
64	74	85	95	106	127	159	212	265
55	64	73	82	91	109	136	182	237
48	56	64	72	80	96	120	160	199
42	50	57	64	71	85	106	142	177
38	45	51	57	64	77	95	127	159
32	37	42	48	53	64	79	106	133
27	32	36	41	45	54	68	91	114
24	28	32	36	40	48	60	80	99
21	25	28	32	36	42	53	71	89
19	22	26	29	32	38	48	64	
13	15	17	19	21	25	32	42	
9,6	11,1	12,7	14,3	16	14	24		

ЛИТЕРАТУРА

1. *Соколовский А. П.*, Расчеты точности обработки на металлорежущих станках, Машгиз, 1952.
 2. *Кован В. А.*, Основы технологии машиностроения, Машгиз, 1959.
 3. *Ишуткин В. И.*, Настройка металлорежущих станков, Машгиз, 1960.
 4. *Рыжков Д. И.*, Вибрации при резании металлов и методы устранения, Машгиз, 1961.
 5. *Грановский Г. И. и др.*, Резание металлов, Машгиз, 1954.
 6. *Четвериков С. С.*, Металлорежущие инструменты, Машгиз, 1953.
 7. *Грановский Г. И.*, Металлорежущий инструмент, Машгиз, 1954.
 8. *Раковский В. С. и др.*, Твердые сплавы в машиностроении, Машгиз, 1955.
 9. *Христич З. Д., Морозенко С. Н.*, Заточка режущего инструмента, Машгиз, 1960.
 10. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования на токарных станках, Машгиз, 1959.
-

СОДЕРЖАНИЕ

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	3
1. Латинский и греческий алфавиты	3
2. Условные обозначения некоторых единиц измерений и величин	4
3. Перевод дюймов и тысячных долей дюймов в миллиметры	5
4. Таблица возведения чисел в степень	6
5. Числа твердости по Бринелю	7
6. Соотношение чисел твердости, определенных различными методами	8
II. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ	9
1. Механические свойства металлов	9
2. Чугуны	14
3. Стали	17
4. Цветные металлы и сплавы	25
5. Инструментальные материалы	27
III. ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	33
1. Точность обработки	33
2. Допуски и посадки	44
3. Чистота обработанной поверхности	63
IV. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ	68
V. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА РЕЗЦОВ	91
1. Абразивные материалы и шлифовальные круги	91
2. Заточка и доводка быстрорежущих резцов	94
3. Заточка и доводка твердосплавных резцов .	96
4. Заточка и доводка резцов алмазными кругами	98
5. Заточка и доводка минералокерамических резцов	99
VI. ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ	101
1. Элементы резания при точении	101
2. Процесс образования стружки и сопровождающие его явления	103
3. Силы резания	106
4. Скорость резания при точении	112

VII. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ	124
VIII. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	138
1. Экономическая точность размера и чистота обработанной поверхности	138
2. Обработка центровых отверстий	139
3. Методы обработки валов	140
4. Методы обработки отверстий	149
5. Сверление и рассверливание отверстий	146
6. Зенкерование	154
7. Развертывание отверстий	156
8. Обработка отверстий по 2-му и 3-му классам точности	159
9. Обработка конусов	163
10. Вибрации при точении и растачивании и их устранения	165
11. Повышение производительности за счет сокращения вспомогательного времени	172
IX. РЕЗЬБЫ	177
1. Общие сведения о резьбах	177
2. Размеры резьб	173
3. Допуски резьб	215
4. Нарезание резьб	226
<i>Приложение</i>	252
<i>Литература</i>	254

Семен Никитович Морозенко
Карманный справочник токаря

Технический редактор М. С. Горностайпольская
Корректор Р. С. Коган

Подписано к печати 17.X 1962 г. Формат 84×108/64. Физ. печ. л. 4. Усл. печ. л. 6,56. Уч.-изд. л. 10,08. БФ 37808. Тираж 100 000 (25001—100 000). Зак. № 883. Цена 50 коп.

Южное отделение Машгиза. Киев, ул. Парижской коммуны, 11.
Напечатано с матриц Киевской книжно-журнальной фабрики
в Киевской областной типографии, ул. Ленина, 19.



50 коп.



БОЖНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШИНА
КОНСТРУКТОРА ПАРИЖСКОЙ КОММУНЫ