

СПРАВОЧНИК технолога- машиностроителя

В двух томах

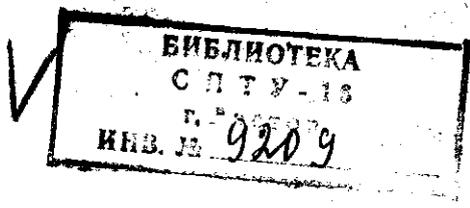
Том 2

Четвертое издание, переработанное и дополненное

Под редакцией кандидатов технических наук
А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1986



-35-90-

ББК 34.5

С74

УДК 621.002.2(03)

Авторы тома: Ю. А. АБРАМОВ, В. Н. АНДРЕЕВ, Б. И. ГОРБУНОВ, Э. Г. ГРАНОВСКИЙ, К. Г. ГРОМАКОВ, Ю. И. ДВОРОВ, А. С. КАЛАШНИКОВ, С. Н. КАЛАШНИКОВ, О. Я. КОНСТАНТИНОВ, В. С. КОРСАКОВ, А. Г. КОСИЛОВА, Г. Г. ЛЕБЯЖЬЕВ, Ю. А. МАКАРОВ, Г. Н. МЕЛЬНИКОВ, А. И. МЕЩЕРЯКОВ, Р. К. МЕЩЕРЯКОВ, В. А. НЕФЕДОВ, А. Д. НИКИФОРОВ, В. П. ПОКРОВСКИЙ, С. А. ПОПОВ, Л. А. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ, О. А. РОЗЕНБЕРГ, В. С. СТАРОДУБОВ, В. И. ТАВРОВ, А. А. ШАТИЛОВ, Ю. А. ШАЧНЕВ, А. И. ЯКУШЕВ

Рецензенты **В. В. МИСОЖНИКОВ** и **Б. А. УСОВ**

Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.
С74 Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.

В пер.: 2 р. 80 к.

Приведены сведения о металлорежущих станках, приспособлениях и инструментах, режимах резания, допусках и посадках, методах и средствах измерения, обработке поверхностей пластическим деформированием и технологии сборки. Четвертое издание (3-е изд. 1973 г.) переработано в соответствии с новыми ГОСТами, дополнено новыми материалами о роботизации сборочных работ, системах управления процессом обработки по измерительной информации, технико-экономическими расчетами при выборе варианта технологического процесса и др.

Для инженерно-технических работников всех отраслей машиностроения.

С 2704010000-604 83-85.
038(01)-86

ББК 34.5
6П5.4

© Издательство «Машиностроение», 1973 г.

© Издательство «Машиностроение», 1986 г., с изменениями.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1.		Сверла, зенкеры, развертки (<i>А. И. Мещеряков</i>)	137
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ		Сверла	137
(<i>Г. Г. Лебяжьев, В. С. Стародубов</i>)	5	Зенкеры и зенковки	153
Классификация и система обозначения станков	5	Развертки	156
Технические характеристики	7	Комбинированные инструменты	161
Токарные станки	7	Протяжки и прошивки (<i>Ю. Й. Дворов</i>)	163
Сверлильные и расточные станки	20	Фрезы (<i>В. Н. Андреев, К. Г. Громаков</i>)	174
Шлифовальные станки	29	Зуборезные инструменты (<i>С. Н. Калашников, А. С. Калашников</i>)	190
Электрофизические и электрохимические станки	40	Резьбонарезные инструменты (<i>В. П. Покровский</i>)	211
Зубо- и резьбообрабатывающие станки	41	Резьбонакатные инструменты (<i>В. П. Покровский</i>)	232
Фрезерные станки	51	Инструменты для накатывания наружных резьб	232
Строгальные и долбежные станки	59	Инструменты для накатывания внутренних резьб	239
Протяжные и отрезные станки	63	Абразивные инструменты (<i>С. А. Попов</i>)	242
Глава 2.		Шлифовальные материалы и области их применения	242
СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ		Зернистость и зерновой состав шлифовальных материалов	245
(<i>А. А. Шатилов</i>)	66	Связка абразивных инструментов. Твердость	246
Установочные устройства и зажимные механизмы приспособлений	66	Структура абразивного инструмента и относительная концентрация шлифовального материала	249
Опоры и установочные устройства	66	Классы точности абразивных инструментов	250
Зажимные механизмы и их расчет	80	Классы неуравновешенности шлифовальных кругов	250
Приводы приспособлений	90	Абразивные инструменты на гибкой основе	251
Магнитные приспособления (<i>О. Я. Константинов</i>)	93	Классификация и обозначения форм шлифовальных кругов	252
Стандартизованные приспособления многократного применения	101	Правка абразивного инструмента	259
Список литературы	110	Глава 4.	
Глава 3.		РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ	
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ		(<i>Л. А. Рождественский</i>)	261
.	111	Общие сведения	261
Общие сведения (<i>В. П. Покровский</i>)	111	Точение (<i>В. П. Покровский</i>)	265
Геометрические и конструктивные элементы режущих инструментов	111	Строгание, долбление	275
Инструментальные материалы и области их применения	114	Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание	276
Резцы (<i>В. Н. Андреев, К. Г. Громаков</i>)	119	Фрезерование	281
Резцы из быстрорежущей стали и оснащенные пластинами из твердого сплава	119	Разрезание	292
Твердосплавные и минералокерамические резцы с механическим креплением многогранных пластин	128		
Резцы с лезвиями из композита	134		

Резьбонарезание	293
Протягивание	298
Шлифование	300

Глава 5.

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ 304

Проектирование технологии сборки машин (<i>В. С. Корсаков</i>)	304
Роботизация сборочных работ (<i>В. С. Корсаков</i>)	314
Механизированный сборочный инструмент. Слесарный инструмент (<i>В. И. Тавров</i>)	322
Инструмент для пригоночных работ	322
Инструмент для сборки резьбовых соединений	327
Подвески для инструмента	331
Инструмент для сборки клепаных соединений	331
Сборочные приспособления (<i>В. С. Корсаков</i>)	332
Технологическое оборудование сборочных цехов (<i>В. И. Тавров</i>)	340
Транспортное оборудование	340
Подъемные устройства	344
Прессы	344
Технология выполнения сборочных соединений (<i>В. С. Корсаков</i>)	348
Сборка узлов с подшипниками качения (<i>Г. Н. Мельников</i>)	360
Сборка узлов с подшипниками скольжения (<i>Ю. А. Макаров</i>)	368
Технологическая оснастка и технология балансировки (<i>Б. И. Горбунов</i>)	372
Список литературы	381

Глава 6.

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ 383

Обкатывание и раскатывание поверхностей (<i>А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков</i>)	383
Калибрование отверстий (<i>Р. К. Мещеряков, О. А. Розенберг, Ю. А. Макаров</i>)	397
Алмазное выглаживание (<i>Р. К. Мещеряков, Э. Г. Грановский</i>)	410
Центробежная обработка поверхностным пластическим деформированием (<i>А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков</i>)	412
Накатывание рифлений и клейм (<i>А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков</i>)	414

Глава 7.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

(<i>Ю. А. Абрамов</i>)	417
Экономические критерии оценки вариантов технологических процессов	417
Определение себестоимости методом прямого калькулирования (позлементный метод)	419
Определение себестоимости нормативным методом	427
Расчет капитальных вложений	432
Список литературы	437

Глава 8.

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

(<i>А. Д. Никифоров, В. А. Нефедов</i>)	438
Допуски и посадки гладких элементов деталей и соединений	438
Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей и профилей	445
Допуски на угловые размеры	454
Допуски шпоночных и шлицевых соединений	456
Допуски и посадки резьбовых деталей и соединений	457

Глава 9.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

(<i>А. И. Якушев, Ю. А. Щачев</i>)	462
Виды и методы измерений. Погрешности измерения	462
Концевые меры длины. Угловые меры	465
Средства автоматизации и механизации измерений и контроля	467
Системы управления процессом обработки по измерительной информации	471
Измерение отклонений формы, расположения и параметров шероховатости поверхностей	472
Контроль типовых деталей машин	474
Приложение	478
Перечень ГОСТов	483
Предметный указатель	486

КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАНКОВ

Металлорежущие станки в зависимости от вида обработки делят на девять групп (табл. 1), а каждую группу – на десять типов (подгрупп), характеризующих назначение станков, их компоновку, степень автоматизации или вид применяемого инструмента. Группа 4 предназначена для электроэрозионных, ультразвуковых и других станков.

Обозначение модели станка состоит из сочетания трех или четырех цифр и букв. Первая цифра означает номер группы, вторая – номер подгруппы (тип станка), а последние одна или две цифры – наиболее характерные технологические параметры станка. Например, 1Е116 означает токарно-револьверный одношпиндельный автомат с наибольшим диаметром обрабатываемого прутка 16 мм; 2Н125 означает вертикально-сверлильный станок с наибольшим условным диаметром сверления 25 мм. Буква, стоящая после первой цифры, указывает на различное исполнение и модернизацию основной базовой модели станка. Буква в конце цифровой части означает модификацию базовой модели, класс точности станка или его особенности. Классы точности станков обозначают: Н – нормальной; П – повышенной; В – высокой, А – особо высокой точности и С – особо точные станки. Принята следующая индексация моделей станков с программным управлением: Ц – с цикловым управлением; Ф1 – с цифровой индексацией положения, а также

с предварительным набором координат; Ф2 – с позиционной системой ЧПУ, Ф3 – с контурной системой ЧПУ; Ф4 – с комбинированной системой ЧПУ. Например, 16Д20П – токарно-винторезный станок повышенной точности; 6Р13К-1 – вертикально-фрезерный консольный станок с копирувальным устройством; 1Г340ПЦ – токарно-револьверный станок с горизонтальной головкой, повышенной точности, с цикловым программным управлением; 2455АФ1 – координатно-расточный двухстоечный станок особо высокой точности с предварительным набором координат и цифровой индикацией; 2Р135Ф2 – вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой, крестовым столом и с позиционной системой числового программного управления; 16К20Ф3 – токарный станок с контурной системой числового программного управления; 2202ВМФ4 – многоцелевой (сверлильно-фрезерно-расточный) горизонтальный станок высокой точности с инструментальным магазином и с комбинированной системой ЧПУ (буква М означает, что станок имеет магазин с инструментами).

Станки подразделяют на широкоуниверсальные, универсальные (общего назначения), специализированные и специальные.

Специальные и специализированные станки обозначают буквенным индексом (из одной или двух букв), присвоенным каждому заводу, с номером модели станка. Например, мод. МШ-245 – рейкошлифовальный полуавтомат повышенной точности Московского завода шлифовальных станков.

1. Классификация металлорежущих станков

Станки	Группа	Типы станков				
		0	1	2	3	4
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы: специализированные			Токарно-револьверные	Токарно-револьверные полуавтоматы
Сверлильные и расточные	2	Настольно- и вертикально-сверлильные	Полуавтоматы:		Координатно-расточные	
			одношпиндельные	многошпиндельные		

Продолжение табл. 1

Станки	Группа	Типы станков					
		0	1	2	3	4	
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3		Круглошлифовальные, бесцентровошлифовальные	Внутришлифовальные, координатношлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	
Электрофизические и электрохимические	4			Светолучевые		Электрохимические	
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Резьбонарезные	Зубодолбежные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	
Фрезерные	6	Барабанно-фрезерные	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одно-стоечные	Копировальные и гравировальные	
Строгальные, долбежные, протяжные	7		Продольные: одностоечные		Двухстоечные	Поперечно-строгальные	Долбежные
Разрезные	8		Отрезные, работающие: резцом	Абразивным кругом	Гладким или насеченным диском	Правильно-отрезные	
Разные	9		Трубо- и муфтообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные		

Станки	Группа	Типы станков				
		5	6	7	8	9
Токарные	1	Карусельные	Токарные и лоботокарные	Многорезцовые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
Сверлильные и расточные	2	Радиально- и координатно-сверлильные	Расточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные

Продолжение табл. 1

Станки	Группа	Типы станков				
		5	6	7	8	9
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3	Продольно-шлифовальные	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные станки, работающие абразивом
Электрофизические и электрохимические	4			Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	
Зубо- и резьбообработывающие	5	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообработывающие
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные бесконсольные	Продольные двухстоечные	Консольно-фрезерные операционные	Горизонтально-фрезерные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания: внутреннего наружного			Разные строгальные станки
Разрезные	8	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ножовочные		
Разные	9	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные		

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Токарные станки

2. Токарно-револьверные и фасонно-отрезные одношпиндельные прутковые автоматы

Размеры, мм

Параметры	1E10; 1E10П	1E16; 1E16П	1E25; 1E25П	1E40; 1E40П	1E65; 1E65П	1Ф16	1Ф25	1Ф40
	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	10	16	25	40	65	16*	25
То же, с применением устройства для наружной подачи	16	22	30	45	73	22	30	45

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Продолжение табл. 2

Параметры	1E110; 1E110П	1E116; 1E116П	1E125; 1E125П	1E140; 1E140П	1E165; 1E165П	11Ф16	11Ф25	11Ф40
Наибольшая длина подачи прутка за одно включение	70	70	110	110	125	70	110	110
Наибольший размер нарезаемой резьбы по стали: плашкой	M10 × ×1,5	M12 × ×1,75	M18 × ×2,5	M27 × ×3	M30 × ×3,5	M12 × ×1,75	M12 × ×1,75	M18 × ×2,5
метчиком	M8 × ×1,25	M10 × ×1,5	M16 × ×2	M24 × ×3	M27 × ×3	—	—	—
Диаметр револьверной головки	125	125	160	160	200	—	—	—
Диаметр отверстия для крепления инструмента в револьверной головке	20	20	32	32	40	—	—	—
Наибольший ход револьверного продольного суппорта	60	60	100	100	120	70	120	120
Расстояние от горца шпинделя до периферии револьверной головки	50— 130	50— 130	75— 235	75— 235	100— 305	—	—	—
Число поперечных суппортов	4	4	4	4	4	3	3	3
Наибольший ход: поперечных суппортов	32	32	45	45	60	32	45	45
продольной каретки переднего крестового суппорта	—	—	80	80	100	—	80	80
Частота вращения шпинделя, об/мин:								
левого вращения	112— 5000	90— 4000	125— 4000	80— 2500	40— 1600	180— 3550	200— 4000	125— 2500
правого вращения	56— 630	45— 500	63— 500	40— 315	20— 250	180— 1800	200— 2000	125— 1250
Наибольшее число автоматически переключаемых частот вращения шпинделя в одном цикле:								
левого вращения	4	4	4	4	4	2 или 1	2 или 1	2 или 1
правого вращения	2	2	2	2	2	0 или 1	0 или 1	0 или 1
Время одного оборота распределительного вала, с	2,7— 302	2,7— 302	6,1— 602	6,1— 602	8— 791	2,6— 261	3— 465	3— 465
Число ступеней частот вращения распределительных валов	84	84	82	82	82	81	88	88
Мощность главного привода, кВт	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	3,0	4,0	5,5
Габаритные размеры:								
длина	1690	1760	2160	2160	2160	1315	1775	1775
ширина	775	775	1000	1000	1200	780	1000	1000
высота	1585	1585	1510	1510	1700	1460	1600	1600
высота	1330	1330	2200	2210	2855	970	1760	1790
Масса (без электрошкафа и поддерживающего устройства для прутка), кг								

* На фасонно-отрезном автомате 11Ф16 возможна обработка прутков диаметром 18 мм.

3. Токарные одношпиндельные автоматы продольного точения

Размеры, мм

Параметры	1103; 1103А	1Б10В	1М06В; 1М06А	1М10В; 1М10А	11Т16В	1М32В
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка сверления:	4	6	6	10	16	32
по стали	2	4	3,4	6	7	12
по латуни	2,5	5	4,5	7	9	14
нарезаемой резьбы:						
по стали	М2	М4	М3, М4	М2, М5	М6, М8	М14
по латуни	М3	М5	М4, М5	М2, М6	М10, М12	М18
Наибольшая длина:						
подачи прутка за цикл сверления	50	60	60	80; 100	80; 140	100; 180
нарезаемой резьбы	30	40	30-40	40	35-40	75
Частота вращения, об/мин:						
шпинделя	1600-12 500	1400-10 000	1400-10 000	900-8000	450-6300	280-3550
распределительного вала	1,4-4,0	0,254-50,8	0,016-16,9	0,099-33,78	0,049-20,4	0,035-22,4
Число суппортов	5	5	-	6	5	5
Рабочий ход суппортов:						
балансиры № 1 и № 2	8*	8*	-	10*	18	28
стойки № 3	20	20	-	15	40	15-30
стойки № 4 и № 5	12	10	-	20	20	15-45
Число скоростей шпинделя	19	18	18	20	24	2**
Мощность главного привода, кВт	1	1,5	1,5	2,2	3,0	3,1/4,7
Габаритные размеры (без поддерживающей трубы):						
длина	1050	1250	1250	1460	1900	2360
ширина	690	810	810	870	945	1150
высота	1345	1430	1450	1450	1520	1630
Масса, кг	400	630	650	840	1200	1700

* На оба реза. ** Имеется два диапазона частот вращения шпинделя, переключаемых в каждом диапазоне бесступенчато.

4. Токарные многшпиндельные горизонтальные прутковые автоматы

Размеры, мм

Параметры	1Б16-4К	1Б240-4К	1Б265-4К	1Б290-4К	1Б16-6К	1Б225-6К	1Б240-6К
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	20	50	80	125	16	25	40
Наибольшая длина подачи прутка	100	180	200	250	100	150	180
Число шпинделей	4	4	4	4	6	6	6

Продолжение табл. 4

Параметры	1Б216-4К	1Б240-4К	1Б265-4К	1Б290-4К	1Б216-6К	1Б225-6К	1Б240-6К
Наибольший ход поперечных суппортов:							
нижних	40	80	80	125	40	55	80
верхних	40	80	90	100	40	55	80
заднего среднего	—	—	—	—	40	55	80
отрезного	—	—	—	—	30	40	50
Наибольший ход продольного суппорта	80	180	200	275	80	125	180
Число скоростей шпинделя	21	39	27	40	21	25	39
Частота вращения шпинделей, об/мин:							
нормальное исполнение	279— —1995	125— —1230	61—755	50—508	370— —2650	277— —2826	140— —1600
быстроходное исполнение	—	125— —1600	61—1050	50—810	600— —4400	350— —3550	140— —2500
Число ступеней подачи	36	30	34	48	36	35	30
Наибольшая подача, мм/об:							
продольного суппорта	1,7	6,6	3,2	8,4	1,7	2,3	6,6
поперечных суппортов	0,4	0,33	1,4	2,0	0,4	0,7	3,3
Длительность быстрого хода, с	1,5	2,5	3,9	3,7	1,5	1,34—1,6	2
Мощность главного привода, кВт	7,5	13	30	30—40	7,5	15	15
Габаритные размеры:							
длина	5385	6170	5460	7945	5385	5828	6170
ширина	1000	1750	1830	2130	1000	1336	1750
высота	1520	1985	2170	2425	1520	1920	1985
Масса, кг	4000	10 000	14 500	20 900	4000	6500	10 000

Продолжение табл. 4

Параметры	1Б265-6К	1Б290-6К	1Б225-8К	1Б240-8К	1Б265-8К	1Б290-8К
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	65	100	20	32	50	80
Наибольшая длина подачи прутка	200	250	150	180	200	250
Число шпинделей	6	6	8	8	8	8
Наибольший ход поперечных суппортов:						
нижних	80	125	55	80	70	125
верхних	80	100	55	80	80	100
заднего среднего	70	125	55	70	70	100
отрезного	70	65	30	50	70	65
Наибольший ход продольного суппорта	200	275	125	180	200	275
Число скоростей шпинделя	29	40	25	39	28	40

Продолжение табл. 4

Параметры	1Б265-6К	1Б290-6К	1Б225-8К	1Б240-8К	1Б265-8К	1Б290-8К
Частота вращения шпинделей, об/мин:						
нормальное исполнение	73—1065	70—660	320—3200	140—1720	97—1176	80—706
быстроходное исполнение	73—1590	70—930	400—4000	140—2800	97—1810	80—1200
Число ступеней подач	20	48	35	30	26	48
Наибольшая подача, мм/об:						
продольного суппорта	3,2	5,9	2,5	4,6	3,2	5,3
поперечных суппортов	1,4	1,4	0,7	3,3	1,4	1,2
Длительность быстрого хода, с	3,5	3,7	1,34—1,6	1,8—2,5	3,5	3,7
Мощность главного привода, кВт	30	30—40	15	13	30	30—40
Габаритные размеры:						
длина	6265	7945	5828	6170	6130	7985
ширина	1830	2465	1336	1750	1830	2475
высота	2170	2425	1920	1985	2170	2425
Масса, кг	14 500	22 000	6500	10 000	14 500	22 500

Примечания: 1. Все автоматы повышенной точности.

2. Четырехшпиндельные автоматы имеют четыре поперечных и один продольный суппорты, остальные автоматы имеют шесть поперечных и один продольный суппорты.

3. Шести- и восьмишпиндельные автоматы выпускают также с двойной индексацией, т. е. они могут работать соответственно как два трехшпиндельных или два четырехшпиндельных автомата.

5. Токарные многошпиндельные горизонтальные патронные полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	1Б240П-4К	1Б265П-4К	1Б290П-4К	1Б225П-6К	1Б240П-6К	1Б265П-6К	1Б290П-6К	1Б225П-8К	1Б240П-8К	1Б265П-8К	1Б290П-8К
Наибольший диаметр патрона	160	200	250	100	150	160	200	80	125	150	160
Наибольшая длина обработки	160	190	200	105	160	175	200	105	160	150	160
Число шпинделей	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8
Число поперечных суппортов	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
Наибольший ход поперечных суппортов:											
нижних	80	80	125	65	80	80	125	55	80	70	125
верхних	80	90	123	65	80	80	100	55	80	80	100
заднего среднего	—	—	—	65	80	80	125	55	70	80	100
Наибольший ход продольного суппорта	180	200	275	125	180	200	275	125	180	200	275
Число скоростей шпинделя	39	27	40	25	39	27	40	25	39	25	46
Частота вращения шпинделей, об/мин:											
нормальное исполнение	63—1048	62—755	42—553	120—1700	80—1140	78—805	42—617	140—2000	85—1400	97—814	48—800

Продолжение табл. 5

Параметры	1Б240П-4К	1Б265П-4К	1Б290П-4К	1Б225П-6К	1Б240П-6К	1Б265П-6К	1Б290П-6К	1Б225П-8К	1Б240П-8К	1Б265П-8К	1Б290П-8К
быстроходное исполнение	63 – 1320	62 – 900	42 – 800	200 – 2800	80 – 1610	78 – 1160	42 – 900	210 – 2800	85 – 1820	97 – 1290	48 – 1000
Число ступеней подачи	30	34	48	35	30	27	48	35	30	25	48
Наибольшая подача, мм/об:											
продольного суппорта	6,6	3,2	8,4	2,6	6,6	2,5	5,9	2,5	4,6	3,2	5,3
поперечных суппортов	0,33	1,4	2,0	0,7	3,3	1,1	1,4	0,7	3,3	1,4	1,2
Длительность быстрого хода, с	2,5	3,5	3,7	1,34 – 1,6	2	3,06 – 4,86	3,7	1,34 – 1,6	1,5 – 2,5	3,06 – 4,86	3,7
Мощность главного привода, кВт	13	30	30 – 40	15	17	30	30 – 40	15	17	30	30 – 40
Габаритные размеры:											
длина	4330	4675	4785	4105	4330	4675	4785	4105	4330	4675	4785
ширина	1600	1690	2160	1320	1600	1690	2160	1320	1600	1690	2160
высота	1985	2170	2475	1920	1985	2170	2475	1920	1985	2170	2475
Масса, кг	9000	14500	18100	5800	9000	14500	18400	5800	9000	14500	18500

Примечание. Все полуавтоматы повышенной точности.

6. Токарные многошпиндельные вертикальные полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	1К282	1283	1Б284	1286-8; 1А286-8	1А286-6
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	250	400	360	500	630
Число шпинделей	8	8	6	8	6
Число скоростей шпинделя	50	50	22	21	21
Частота вращения шпинделя, об/мин:					
при нормальном исполнении	42 – 628	28 – 410	20 – 224	20 – 200	12,5 – 250
при быстроходном исполнении	66 – 980	43 – 635	–	63 – 630	25 – 500
Число суппортов	7	7	5	7	5
Наибольшее перемещение суппортов (вертикальное и горизонтальное)	350	350	200	400	450; 200
Подача, мм/об	0,041 – 4,053	0,064 – 4,002	0,08 – 5,0	0,0315 – 4,0	0,028 – 4,0
Мощность главного привода, кВт	22, 30, 40, 50	20, 30, 40, 55, 75, 100	22 или 30	40, 55, 75, 100	110
Габаритные размеры:					
длина	3070	3252	3285	4140	4790
ширина	2945	3065	2987	4270	4790
высота	3872	3942	4040	4905	4925
Масса, кг	19000	20500	15000	32000	35500

7. Токарно-револьверные станки и полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	Размеры, мм					
	1E316	1D316П; 1D316	1Г325	1Г325П	1Г340; 1Г340П	1B340Ф30
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	18	18	25	25	40	40
Наибольшая длина подачи прутка	50	—	80	80	100	120
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной	—	250	320	320	400	400
Наибольшие размеры обточки штучных заготовок в патроне:						
диаметр	80	80	—	120	200	—
длина	50	50	—	50	—	—
Расстояние от торца шпинделя до передней грани револьверной головки	350	75—250	70—400	70—500	120—630	220—530
(наиб.)	120	—	80	—	—	110
Наибольшее рабочее перемещение поперечного суппорта (ручное)	120	—	80	—	—	110
Частота вращения шпинделя, об/мин	100—4000	100—4000	80—3150	80—3150	45—2000	45—2000
Продольная подача револьверного суппорта (шпиндельной бабки), мм/об (мм/мин)	0,04—0,4	0,04—0,4	—	0,04—0,5	0,035—1,6	(1—2500)
Круговая (поперечная) подача револьверной головки (поперечного суппорта), мм/об (мм/мин)	—	—	—	0,028—0,315	0,02—0,8	(1—2500)
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	1,7 или 2,2	1,7 или 2,2	2,6 или 3	3,2 или 5,3	6,0 или 6,2	6,0 или 6,2
Габаритные размеры:						
длина	3662	1770	3980	4015	5170	2840
ширина	751	800	1000	1000	1200	1770
высота	1610	1500	1555	1500	1400	1670
Масса с приставным оборудованием, кг	1900	1028	1300	1690	3000	3600
Параметры	Размеры, мм					
	1E365ПФ3	1365	1416Ц	1П416Ф3	1A425	1П426Ф3
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	65	65	—	—	—	—
Наибольшая длина подачи прутка	—	200	—	—	—	—
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной	500	500	—	—	—	500
Наибольшие размеры обточки штучных заготовок в патроне:						
диаметр	—	—	160	160	250	400
длина	200	—	110	80	175	200
Расстояние от торца шпинделя до передней грани револьверной головки	—	275—1000	260—430	—	365—610	—
Наибольшее рабочее перемещение поперечного суппорта (ручное)	—	310	—	—	—	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	315—2000	34—1500	50—2000	45—2000	50—1250	12,5—2500
Продольная подача револьверного суппорта (шпиндельной бабки), мм/об (мм/мин)	(3—2500)	0,09—2,7	(20—300) б/с	(0,1—1200) б/с	(15—300)	(1—1600) б/с

Продолжение табл. 7

Параметры	1Е365ПФ3	1365	1416Ц	1П416Ф3	1А425	1П426Ф3
Круговая (поперечная) подача револьверной головки (поперечного суппорта), мм/об (мм/мин)	(2–1200)	0,045–1,35	(25–200) б/с	(0,1–1200) б/с	(15–200)	(0,5–3000) б/с
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	15	13	5,5	4,2 или 6,3	7,5	22
Габаритные размеры:						
длина	3400	5360	2105	1970	2570	3550
ширина	1700	1500	1405	1150	1650	2400
высота	1530	1530	1875	2040	2150	—
Масса с приставным оборудованием, кг	4200	4500	3250	4500	4850	1900

Примечания: 1. Габаритные размеры станка мод. 1Д316П указаны без приставного оборудования и устройства ЧПУ; станок мод. 1П416Ф3 – вертикальной компоновки.

2. Станки с ЧПУ мод. 1В340Ф30, 1Е365ПФ3, 1П416Ф3, 1П426Ф3 выполняются с двумя управляемыми координатами по программе.

3. В таблице обозначено: б/с – бесступенчатое регулирование подач.

8. Токарно-карусельные станки

Размеры, мм

Параметры	1512	1А512МФ3	1516	1516Ф1	1А516МФ3	1525	1А525МФ3	1А532ЛМФ3
Наибольшие параметры обрабатываемой заготовки:								
диаметр	1250	1450	1600	1600	1800	2500	2500	3150
высота	1000	1000	1000	1000	1600	1600	1600	2400
масса, кг	4000	6300	5000	6300	10 000	13 000	20 000	25 000
Наибольшее перемещение вертикального (револьверного) суппорта:								
горизонтальное	775	1315	950	950	1315	1390	1585	1910
вертикальное	700	800	700	700	1250	1200	1100	1100
Диаметр планшайбы	1120	1120	1400	1400	1400	2250	2240	2800
Частота вращения планшайбы, об/мин	5–	1,0–	4–200	4–200	0,9–	1,6–	Бесступенчатое регулирование	
Подача суппорта вертикальная и горизонтальная, мм/мин	250	335,0			280	80		
	5–	0,1–	5–	0,1–	0,1–	0,1–	0,1–	0,1–
	1800	1000	1800	1000	1000	1280	1000	1000
		(бесступенчатая)			(бесступенчатая)			
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	30	55	30	30	75	40	55*	100*
Габаритные размеры:								
длина	2875	5050	3190	3170	5200	5065	7330	8090
ширина	2660	3950	3360	3025	3950	5280	6475	6935
высота	4100	4790	4100	4100	4790	4910	5300	5300
Масса, кг	16 500	26 000	19 200	21 000	27 000	35 500	47 000	55 000

Продолжение табл. 8

Параметры	1540	1550	1580Л	1Л532	1563	1580Л	1А592
Наибольшие параметры обрабатываемой заготовки:							
диаметр	4000	5000	8000	3200	6300	8000	12 500
высота	2000	2500	3200	1600	3200	3200	5000
масса, кг	63 000	63 000	125 000	16 000	125 000	125 000	320 000
Наибольшее перемещение вертикального (револьверного) суппорта:							
горизонтальное	2300	2800	4400	1720	3720	4370	—
вертикальное	1250	1600	2000	1200	2000	2000	3200
Диаметр планшайбы	4000	4500	7100	2800	6300	7100	11 200
Частота вращения планшайбы, об/мин	0,52 — 48,7	0,34 — 31,2	0,22 — 20,1	1,25 — 63	0,28 — 25,5	0,22 — 20,1	0,28 — 23,2
Подача суппорта вертикальная и горизонтальная, мм/мин	0,059 — 470	0,044 — 352	0,0352 — 285	0,1 — 1000	0,0352 — 285	0,0352 — 285	0,022 — 160
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	125	125	125	55	125	125	125
Габаритные размеры:							
длина	5920	6560	8615	5485	8213	8615	16 935
ширина	10 144	11 410	17 600	6040	14 200	17 600	25 300
высота	7200	8400	9765	4910	9765	9765	18 775
Масса, кг	100 000	140 500	248 000	43 000	223 000	248 000	780 000

* Электродвигатели постоянного тока.

Примечания: 1. Станки 1512, 1А512МФ3, 1516, 1516Ф1, 1А516МФ3 — одноступенные, остальные модели двухступенные. 2. Станки с ЧПУ мод. 1А512МФ3, 1А516МФ3, 1А525МФ3, 1А532ЛМФ3 выполняют с четырьмя, а мод. 1516Ф1 — с двумя управляемыми координатами по программе: дискретность системы управления (цифровой индикации) 0,01 мм.

9. Токарно-винторезные и токарные станки

Размеры, мм

Параметры	16Т02А	16Б04А	16Б05П	16Б16А	16Б16Т1	16Л20; 16Л20П	16К20; 16К20П
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:							
над станиной	125	200	250	320	320	400	400
над суппортом	75	115	145	180	125	210	220
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	8	14	16	36	36	34	53
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	250	350	500	750	750	1500	710; 1000; 1400; 2000
Шаг нарезаемой резьбы:							
метрической	—	0,2—28	0,2—28	0,25—56	0,05—40,95	0,25—56	0,5—112
дюймовой, число ниток на дюйм	—	96—5	96—5	112—0,5	—	56—0,25	56—0,5
модульной, модуль	—	0,1—14	0,1—14	0,25—56	—	0,5—112	0,5—112
питчевой, питч	—	—	—	112—0,5	—	112—0,5	56—0,5
Частота вращения шпинделя, об/мин	320 — 3200	320 — 3200	30 — 3000	20 — 2000	40 — 2000	16 — 1600	12,5 — 1600

Продолжение табл. 9

Параметры	16Т02А	16Б04А	16Б05П	16Б16А	16Б16Т1	16Л20; 16Л20П	16К20; 16К20П
Число скоростей шпинделя	6	Б/с	Б/с	21	18	21/18	22
Наибольшее перемещение суппорта:							
продольное	65	—	540	700	700	1440	645— 1935
поперечное	60	—	160	210	210	240	300
Подача суппорта, мм/об (мм/мин):							
продольная	—	0,01— 0,175	0,02— 0,35	0,01— 0,7	(2— 1200)	0,05—2,8	0,05—2,8
поперечная	—	0,005— 0,09	0,01— 0,175	0,005— 0,35	(1— 1200) Б/с	0,025— 1,4	0,025— 1,4 24
Число ступеней подач	—	—	—	—	—	—	—
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:							
продольного	—	—	—	—	6000	4000	3800
поперечного	—	—	—	—	5000	2000	1900
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	0,27	1,1	1,5	2,8; 4,6	4,2; 7,1	3,8; 6,3	11
Габаритные размеры (без ЧПУ):							
длина	695	1310	1510	2280	3100	2920	2505— 3795
ширина	520	690	725	1060	1390	1035	1190
высота	300	1360	1360	1485	1870	1450	1500
Масса, кг	35	1245	715	2100	2350	2050	2835— 3685

Продолжение табл. 9

Параметры	16К20Ф3	16К20Т1	16К25	1М63БФ101	16К30Ф305	16К40П	16К50П	1А660	1А670
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:									
над станиной	400	500	500	630	630	800	1000	1250	2000
над суппортом	220	215	290	350	320	450	600	900	1600
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	53	53	53	65	70	85	100	—	—
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000	900	710; 1000; 1400; 2000	2800	1400	2000; 2800; 4000; 6000	—	6000; 8000; 10000	10000
Шаг нарезаемой резьбы: метрической	До 20	0,01— 40,959	0,5— 112	1—224	До 10	1— 288	1— 224	1—96	2—384
двоймовой, число ниток на дюйм	—	—	56—0,5	56— 0,25	—	56— 0,25	28—1/8	20—3/8	—
модульной, модуль	—	—	0,5— 112	0,5— 112	—	0,25— 88	0,25— 56	—	—

Продолжение табл. 9

Параметры	16К20Ф3	16К20Т1	16К25	1М63БФ101	16К30Ф305	16К40П	16К50П	1А660	1А670
Шаг нарезаемой резьбы: питчевой, питч	—	—	56—0,5	112—0,5	—	224—1	112—1/2	—	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5—2000	10—2000	12,5—1600	10—1250	6,30—1250	6,3—1250	2,5—500	1,6—200	1—125
Число скоростей шпинделя	22	24	22	22	24	24	24	Б/с	Б/с
Наибольшее перемещение суппорта: продольное	900	900	645—1935	2520	1250	—	2600	—	10 400
поперечное	250	250	300	400	370	—	650	—	715
Подача суппорта, мм/об (мм/мин): продольная	(3—1200)	0,01—2,8	0,05—2,8	0,06—1,0	(1—1200)	0,055—1,2	0,08—27,9	0,06—3,4	0,04—84,7
поперечная	(1,5—600)	0,005—1,4	0,025—1,4	0,024—0,31	(1—600)	0,023—0,5	0,04—13,95	0,03—1,7	0,02—42,4
Число ступеней подач	Б/с	Б/с	—	32	Б/с	—	48	12	—
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин: продольного	4800	6000	3800	4500	4800	—	2940	2000	2400
поперечного	2400	5000	1900	1600	2400	—	1970	2000	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10	11	11	15	22	18,5	22	55	100
Габаритные размеры (без ЧПУ): длина	3360	3700	2505—3795	4950	4350	4655	5750	12 200	22 200
ширина	1710	1770	1240	1780	2200	5465	2157	2400	4300
высота	1750	1700	1500	1550	1600	6665	1850	2070	2850
Масса, кг	4000	3800	2925—3775	5620	6300	5800	11 900	41 700	120 000

Примечания: 1. Станки с ЧПУ мод. 16Б16Т1, 16К20Ф3, 16К20Т1, 16К30Ф305 выполняют с двумя управляемыми координатами по программе. Дискретность системы управления при задании размеров: продольных — 0,01 мм; поперечных — 0,005 мм.

2. В таблице обозначено: Б/с — бесступенчатое регулирование.

10. Токарные многорезцовые копировальные полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	1716Ц	1Н713	1П717Ф3	1719	1П752МФ3	1Б732	1Б732Ф3
Наибольшие размеры обрабаты- ваемой заготовки:							
устанавливаемой над станиной	400	400	400	500	500	590	630
устанавливаемой над суппор- том	200	250	—	320	250	320	400
длина	750	500	100	1000	250; 600	1000; 2000	1000; 2000
Наибольшее перемещение суп- порта:							
продольное или вертикальное	820	350	420	1250	1035	985; 1985	1025; 1985
поперечное или горизонтальное	100	200	160	138	350	161	200
Наибольшее перемещение попе- речного суппорта:							
поперечное или горизонталь- ное (продольное установочное или вертикальное)	100 (554)	200 (395)	—	160	—	153	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	100— 2000	63— 1250	16— 2000	80— 1600	6,3— 1250	56—900	25—1250
Рабочая подача суппорта, мм/мин:							
копировального (в продоль- ном или вертикальном на- правлении)	5—1250	25—400	1— 1200*	0,109— 1,84**	1—1200	20—450*	5—512
поперечного (в поперечном или горизонтальном направлении)	10—600	25—400	1—600*	—	1—600*	10—240*	5—512
Скорость быстрого перемещения суппорта, м/мин:							
копировального (в продоль- ном или вертикальном на- правлении)	4,5	3,5	4,8	—	4,8	4,0	4,8
поперечного (в поперечном или горизонтальном направ- лении)	4	3,5	2,4	—	2,4	1,0	2,4
Дискретность задания размеров:							
продольных (или в верти- кальном направлении)	—	—	0,01	—	0,01	—	0,01
поперечных (или в горизон- тальном направлении)	—	—	0,005	—	0,005	—	0,005
Число позиций поворотной ре- вольверной головки	—	—	6	—	—	—	6
Мощность электродвигателя глав- ного привода, кВт	18,5	5	5,5; 8,5	40	22	40; 55	22; 40
Габаритные размеры (без устрой- ства ЧПУ):							
длина	3000	2450	3020	3798	3565	3760; 4760	4245; 5245
ширина	1480	1250	3330	1390	2078	2170	2140
высота	2200	1980	1860	2320	2195	2665	2835
Масса, кг	4500	4700	3185	9600	9000	10 250; 12 750	9600; 12 100

Продолжение табл. 10

Параметры	1740Ф3	1П732МФ4	1П756ДФ3	1723	1723Ф3	1А734; 1А734П	1734Ф3	1А751; 1А751П
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки:								
устанавливаемой над станиной	630	630	630	—	—	560	—	710
устанавливаемой над суппортом	400	400	500	—	—	320	—	500
длина	1400; 2000	250	320	—	—	—	—	—
диаметр	—	—	—	200	200	—	320	—
высота в патроне/в центрах	—	—	—	160/360	160	—/500	200	—/500
Наибольшее перемещение суппорта:								
продольное или вертикальное	1440; 2026	1010	720	420	400	600	500	600
поперечное или горизонтальное	385	365	480	110	160	240	220	320
Наибольшее перемещение поперечного суппорта:								
поперечное или горизонтальное (продольное установочное или вертикальное)	—	—	—	180(420)	—	—	—	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	16— 1600	25— 1250	8— 1600	50—630	63— 1410	45— 1000	45— 1000	45— 710
Рабочая подача суппорта, мм/мин:								
копировального (в продольном или вертикальном направлении)	0,01— 10000*	5— 1216*	1— 2000*	—	1— 1200*	10— 2000*	1— 1200*	10— 2000*
поперечного (в поперечном или горизонтальном направлении)	0,01— 10000*	5— 1216*	1— 2000*	—	1— 1200*	10— 2000*	1— 1200*	10— 2000*
Скорость быстрого перемещения суппорта, м/мин:								
копировального (в продольном или вертикальном направлении)	10,0	4,8	10,0	4,4	4,8	6,0	4,8	6,0
поперечного (в поперечном или горизонтальном направлении)	10,0	2,4	10,0	3,1	2,4	4,0	2,4	4,0
Дискретность задания размеров:								
продольных (или в вертикальном направлении)	0,001	0,01	0,002	—	0,01	—	0,01	—
поперечных (или в горизонтальном направлении)	0,001	0,005	0,002	—	0,005	—	0,005	—
Число позиций поворотной револьверной головки	12	—	4; 6	—	—	—	—	—
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	37	40	30	7	7; 10	24; 34	13,5; 19,5	34; 50,6
Габаритные размеры (без устройства ЧПУ):								
длина	4930; 5530	4500	3200	2065	1700	4400	2200	4700
ширина	2310	2120	2000	1490	2000	2500	2250	2600
высота	3050	2815	2600	2300	2665	3020	3035	3030
Масса, кг	11600; 13100	10500	8000	6400	6000	12700	8000	16200

* Изменение подачи бесступенчатым регулированием.

** Подача в мм/об.

Примечание. Станки 1723, 1723Ф3, 1А734, 1А734П, 1734Ф3, 1А751 и 1А751П вертикальной компоновки.

Сверлильные и расточные станки

11. Вертикально-сверлильные станки

Размеры, мм

Параметры	2Н106П	2М112	2Н118	2Н125Л	2Н125	2Н135
Наибольший условный диаметр сверления в стали	6	12	18	25	25	35
Рабочая поверхность стола	200 × 200	250 × 250	320 × 360	Диаметр 400	400 × 450	450 × 500
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	250	400	650	700	700	750
Вылет шпинделя	125	190	200	250	250	300
Наибольший ход шпинделя	—	100	150	150	200	250
Наибольшее вертикальное перемещение:						
сверлильной (револьверной) головки	130	300	300	215	170	170
стола	—	—	350	525	270	300
Конус Морзе отверстия шпинделя	1	28	2	3	3	4
Число скоростей шпинделя	7	5	9	9	12	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	1000 — 8000	450 — 4500	180 — 2800	90 — 1420	45 — 2000	31 — 1400
Число подач шпинделя (револьверной головки)	—	—	—	3	9	9
Подача шпинделя (револьверной головки), мм/об		Ручная		0,1—0,3	0,1—1,6	0,1—1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,4	0,6	1,5	1,5	2,2	4,0
Габаритные размеры:						
длина	560	770	870	770	915	1030
ширина	405	370	590	780	785	825
высота	625	820	2080	2235	2350	2535
Масса, кг	80	120	450	620	880	1200

Продолжение табл. 11

Параметры	2Р135Ф2-1	2Н150	2Г175	2Г175М	2Н104Н7Ф4
Наибольший условный диаметр сверления в стали	35	50	75	8	25
Рабочая поверхность стола	400 × 710	500 × 560	560 × 630	710 × 1250	400 × 630
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	600	800	850	828	—
Вылет шпинделя	450	350	400	200—760	—
Наибольший ход шпинделя	—	300	—	—	—
Наибольшее вертикальное перемещение:					
сверлильной (револьверной) головки	560	250	710	500	500
стола	—	360	—	—	—
Конус Морзе отверстия шпинделя	4	5	6	1, 2 или 3	—
Число скоростей шпинделя	12	12	12	12	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	45—2000	22—1000	18—800	22—1000	30—3000

Продолжение табл. 11

Параметры	2P135Ф2-1	2Н150	2Г175	2Г175М	21104Н7Ф4
Число подач шпинделя (револьверной головки)	18	12	33	12	Бесступенчатое регулирование 50—2000 мм/мин
Подача шпинделя (револьверной головки), мм/об	10—500	0,05—2,24	0,018—4,5	0,05—2,24	
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,7	7,5	11	11	
Габаритные размеры:					
длина	1800	1355	1420	1500	2680
ширина	2170	890	1920	1800	3320
высота	2700	2930	3385	3650	3190
Масса, кг	4700	1870	4250	5000	8500

Примечания: 1. На базе станка 2Н106П выпускают станки 2Н106П-2, 2Н106П-3 и 2Н106П-4 соответственно с двумя, тремя и четырьмя одинаковыми сверлильными головками с индивидуальными электродвигателями.

2. Станки 2Н106П и 2М112 настольные, а станок 2Н125Л облегченно-упрощенный.

3. Станок 2P135Ф2-1 с шестипозиционной револьверной головкой, крестовым столом и числовым программным управлением.

4. Станок 2Г175М имеет 28 одновременно работающих раздвижных шпинделей с наименьшим расстоянием между шпинделями по диаметру 65 мм.

12. Радиально-сверлильные станки

Размеры, мм

Параметры	2М55	2554	2Ш55	2P53	2М57	2М58-1
Наибольший условный диаметр сверления в стали	50	50	50	50	75	100
Расстояние от оси шпинделя до образующей (направляющей) колонны (вылет шпинделя)	375—1600	350—1600	850—1600	750—3150	500—2000	500—3150
Расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности плиты (или до головки рельса)	450—1600	200—1600	150—1800	815—2265	400—2000	370—2500
Наибольшее перемещение:						
вертикальное, рукава на колонне	750	1000	1250	1050	1100	1500
горизонтальное, сверлильной головки по рукаву (или рукава на колонне)	1225	1250	750	—	1500	2650
Наибольшее вертикальное перемещение шпинделя	—	400	400	400	—	630
Конус Морзе отверстия шпинделя	5	5	5	—	6	6
Число скоростей шпинделя	21	—	21	21	22	22
Частота вращения шпинделя, об/мин	20—2000	18—2000	10—1000	20—2000	12,5—1600	10—1250
Число подач шпинделя	12	—	8	12	18	18
Подача шпинделя, мм/об	0,056—2,5	0,05—5,0	0,1—1,12	0,056—2,5	0,063—3,15	0,063—3,15
Наибольшая сила подачи, МН	20	20	16	16	32	50
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5	5,5	4	5,5	7,5	13

Продолжение табл. 12

Параметры	2М55	2554	2Ш55	2Р53	2М57	2М58-1
Габаритные размеры:						
длина	2665	2685	4280	5585	3500	4850
ширина	1020	1028	1650	1930	1630	1830
высота	3430	3390	3550	3470	4170	4885
Масса, кг	4700	4750	8000	12 600	10 500	18 000

Примечания: 1. Станок 2Ш55 переносной, рукав станка перемещается в вертикальном и горизонтальном направлениях, сверлильная головка может поворачиваться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

2. Станок 2Р53 передвижной (по рельсам).

13. Координатно-расточные и координатно-шлифовальные станки

Размеры, мм

Параметры	2421	2431	2Д450	2Д450АФ2	2Е450АФ1
Размеры рабочей поверхности стола	250 × 450	320 × 560	630 × 1100	630 × 1120	630 × 1120
Вылет шпинделя/расстояние между стойками	280/—	375/—	710/—	710/—	710/—
Расстояние от торца шпинделя (вертикального) до рабочей поверхности стола	100—400	120—500	200—830	200—750	200—770
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	150	250	600	600	600
Наибольшее перемещение:					
стола:					
продольное	320	400	1000	1000	1000
поперечное	200	250	630	630	630
гильзы шпинделя (или шпинделя)	100	150	270	260	260
шпиндельной бабки:					
вертикальное	200	230	330	—	310
Наибольший диаметр:					
сверления в стали	10	18	30	30	30
расточивания (или шлифования)	80	125	250	250	250
Частота вращения шпинделя (или шлифовального круга), об/мин	135—3000	75—3000	50—2000	32—2000	10—2000
Подача, мм/мин (мм/об):					
шпинделя	(0,015—0,06)	(0,02—0,2)	(0,03—0,16)	2—250	1,2—1000
стола	—	22—600	30—300	20—400	0,4—6000
Скорость быстрого перемещения, мм/мин:					
стола	—	1600	1500	2200	—
шпиндельной бабки	—	—	—	3000	3150
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,0	1,9; 2,2	2,0	2,0	7,2
Габаритные размеры:					
длина	1790	1780	3305	5490	3028
ширина	900	1330	2705	4430	3765
высота	2020	2430	2800	2800	3000
Масса, кг	1985	3435	7800	9178*	7990

Продолжение табл. 13

Параметры	2E440A	2455	2B460A; 2E460A	2E470A	3283C
Размеры рабочей поверхности стола	400 × 710	430 × 900	1000 × 1600	1400 × 2240	320 × 560 × 100
Вылет шпинделя/расстояние между стойками	630/—	—/1000	—/1400	—/2000	390/—
Расстояние от торца шпинделя (вертикального) до рабочей поверхности стола	158	80—800	60—1100	170—1400	115—520
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	320	800	2000	2500	300
Наибольшее перемещение: стола:					
продольное	630	800	1400	2000	400
поперечное	400	—	—	—	250
гильзы шпинделя (или шпинделя)	200	220	360	360	100
шпиндельной бабки:					
вертикальное	270	—	720	920	280
горизонтальное (поперечины)	—	630 (500)	1000 (720)	1400 (900)	—
Наибольший диаметр:					
сверления в стали	25	30	40	40	—
расточивания (или шлифования)	250	250	320	320	3—220
Частота вращения шпинделя (или шлифовального круга), об/мин	50—2000	—	20—2000	20—2000	12 000—96 000
Подача, мм/мин (мм/об):					
шпинделя	(0,03—0,16)	2,5—500	—	—	0—5000
стола	20—315	2,5—500	0,8—630	0,8—630	1—600
шпиндельной бабки	—	2,5—500	0,8—630	0,8—630	750
Скорость быстрого перемещения, мм/мин:					
стола	1600	1500	2500	2500	2000
шпиндельной бабки	—	1500	1600	1600	750
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	4,5	4,5	2,3; 3,9	2,3; 3,9	0,5
Габаритные размеры:					
длина	2440	2910	4665	6015	1600
ширина	2195	2240	3440	4060	1580
высота	2385	2680	4170	4610	2340
Масса, кг	3400	7000	17000	33000	3850

* С приставным оборудованием.

- Примечания: 1. Станки 2455, 2B460A, 2E460A, 2E470A, 3289 двухстоечные, остальные — одностоечные.
 2. Станки 3B282, 3289 и 3283C координатно-шлифовальные.
 3. Станки 2421, 2431 и 3283C особо точные.
 4. Станки 2E460A и 2E470A с двумя шпиндельными головками (вертикальной и горизонтальной) и люнетом.
 5. Цена деления отсчетных устройств перемещения стола для всех станков 0,001 мм.

14. Горизонтально-расточные станки

Размеры, мм

Параметры	2М615	2620ВФ1; 2620ГФ1	2636Ф1	2637ГФ1	2622ВФ1	2А620Ф1-1; 2А620Ф2-1	2А622Ф1-1; 2А622Ф2-1
Тип компоновки станка	А	А	А	А	А	А	А
Диаметр выдвижного шпинделя	80	90	125	160	110	90	110
Конус для крепления инструментов в выдвижном шпинделе	Морзе 5	Морзе 5	Метрический 80	Метрический 80	Морзе 6	—	—
Размеры встроеного (или съемного) поворотного стола	900 × ×1000	1120 × ×1250	1600 × ×1800	1600 × ×1800	1120 × ×1250	1120 × ×1250	1120 × ×1250
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	1500	3000	8000	8000	3000	4000	4000
Наибольшее перемещение:							
вертикальное шпиндельной бабки	800	1000	1400	1400	1000	1000	1000
продольное выдвижного шпинделя	500	710	1000	1000	710	710	710
радиального суппорта	125	160	200	—	—	160	—
планшайбы стола:							
продольное	1000	1120	1600	1120	1120	1000	1000
поперечное	1000	1000	1800	1800	1000	1250	1250
поперечное передней стойки	—	—	—	—	—	—	—
Число скоростей:							
шпинделя	20	22	Б/с	Б/с	21	23	22
планшайбы	15	15	Б/с	—	—	15	—
Частота вращения, об/мин:							
шпинделя	20—1600	12,5—1600	6,3—1000	5—800	12,5—1250	10—1600	10—1250
планшайбы	8—200	8—200	4—200	—	—	6,3—160	—
Подача, мм/мин:							
шпинделя	2,5—2000	2,2—1760	1,6—1600	1,6—1600	2,2—1760	2—2000	2—2000
шпиндельной бабки	1,6—1280	1,4—1100	1—1000	1—1000	1,4—1110	1,25—1250	1,25—1250
стола (продольная и поперечная)	1,6—1280	1,4—1110	1—1000	1—1000	1,4—1110	1,25—1250	1,25—1250
радиального суппорта	1,0—800	0,88—700	0,63—630	—	—	0,8—800	—
планшайбы	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001
Дискретность задания размеров	4,5; 6,7	8,3; 10,2	19	19	8,3; 10,2	11	11
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт							
Габаритные размеры:							
длина	4330	5700	8160	6960	5700	6070	6070
ширина	2590	3650	5070	5070	3650	3970	3950
высота	2585	3100	4805	4805	3100	3200	3200
Масса, кг	8500	12900	35700	32000	12600	17500	17000

Продолжение табл. 14

Параметры	2636ГФ2; 2637ГФ2	2650Ф1; 2650Ф2	2Е656Р	2651Ф1; 2651Ф2	2Б660Ф1	2459
Тип компоновки станка	А	В	Б	В	В	—
Диаметр выдвижного шпинделя	160	160	160	200	220	100

Продолжение табл. 14

Параметры	2636ГФ2; 2637ГФ2	2650Ф1; 2650Ф2	2Е656Р	2651Ф1; 2651Ф2	2Б660Ф1	2459
Конус для крепления инструментов в выдвижном шпинделе	Метрический 80	Метрический 80	Метрический 80	—	Метрический 120	Специальный 10°
Размеры встроенного (или съемного) поворотного стола	1600 × 1800	2240 × 2500	2000 × 2500	2240 × 2500	Плита из трех секций 5000 × 8100	1250 × 10000
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	8000	16000	15000	16000	50000*	1500
Наибольшее перемещение: вертикальное шпиндельной бабки	1400	2500; (560 продольное)	2000	2500; (560 продольное)	3000	800
продольное выдвижного шпинделя	1000	1250	1250	1250	1800	630
радиального суппорта планшайбы стола:	—	250	200	—	550	—
продольное	1120	1250	1000	1250	—	1000
поперечное	1600	—	—	—	—	—
поперечное передней стойки	—	4000	3200	4000	6000	630
Число скоростей: шпинделя	23	24	22	24	Б/с	22
планшайбы	—	19	15	—	Б/с	—
Частота вращения, об/мин: шпинделя	5—1000	4—800	7,5—900	4—800	1—510	12,5—1600
планшайбы	—	2,5—160	7,5—190	—	1—135	—
Подача, мм/мин: шпинделя	1,6—1600	1,25—1250	2—150	1,25—1250	1—2500	2—2000
шпиндельной бабки	1—1000	0,8—800	1—750	0,8—800	1,25—2500	2—2000
стола (продольная и поперечная)	1—1000	0,8—800	1—750	0,8—800	—	2—2000
радиального суппорта планшайбы	—	0,8—800	1—750	—	0,2—400	—
передней стойки	—	0,8—800	1—750	0,8—800	0,2—400	2—2000
Дискретность задания размеров	0,01	0,01	0,01; 30**	0,01	0,01	0,001
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	19	37	18,5	37	55	6,3
Габаритные размеры:						
длина	6960	11600	11500	11600	11350	3640
ширина	5070	11650	8100	11650	11280	3515
высота	4805	6700	5300	6700	7800	2895
Масса, кг	32000	76400	48600	76400	141600	16000

* Со столом ПС-3А; ** Для поворотного стола.

- Примечания: 1. Б/с — бесступенчатое регулирование.
 2. Станки типа компоновки А — с неподвижной передней стойкой и поворотным столом, имеющим продольное и поперечное перемещения; типа компоновки Б — с поперечно-подвижной передней стойкой и продольно перемещающимся столом; типа компоновки В — с поперечно-подвижной передней стойкой, неподвижной плитой и с дополнительными продольными перемещениями передней стойки или шпиндельной бабки, или пиноли (возможно также сочетание перемещений этих узлов). Станки одного типоразмера изготавливают со шпиндельной бабкой с выдвижным шпинделем и радиальным суппортом на встроенной планшайбе или с выдвижным шпинделем без радиального суппорта.
 3. Все станки модификации Г, а также станки типоразмеров 2А620, 2А622 без задней стойки и с укороченной станиной, остальные станки имеют переставляемые задние стойки с регулируемым по высоте люнетами.
 4. Станок 2459 координатно-расточный горизонтальный.

15. Сверлильно-фрезерно-расточные станки

Размеры, мм

Параметры	6902ПМФ2	6904ВМФ2	6906ВМФ2	2204ВМФ4	ИР320ПМФ4	ИР500МФ4	ИР800МФ4	2А622МФ2	2623ПМФ4	2254ВМФ4
Размеры рабочей поверхности стола	320 × × 250	500 × × 400	800 × × 630	500 × × 400	320 × × 320	500 × × 500	800 × × 800	1120 × × 1250	1250 × × 1120	630 × × 400
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	100	300	500	300	150	700	1500	4000	4000	250
Наибольшие перемещения: стола:										
продольное	320	500	630	500	—	500	800	1000	—	500
поперечное	320	500	630	500	400	800	1000	1250	1600	500
шпиндельной головки (бабки) вертикальное	320	500	630	500	360	500	710	1000	1250	500
Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола	15 (на-им.)	65—555	95—725	70—570	0—400	0—500	80—790	—	—	—
Расстояние от торца шпинделя до центра стола или до рабочей поверхности стола	170 (на-им.)	230—730	165—795	240—740	35—435	120—620	180—980	110*	110*	90—590
Конус отверстия шпинделя (по ГОСТ 15945—82)	40	45	50	50	40	50	50	50	50	50
Вместимость инструментального магазина, шт	30	30	30	30	36	30	30	50	50	30
Наибольший диаметр инструмента, загружаемого в магазин:										
без пропуска гнезд	63	—	100	80	125	125	110	150	135	80
с пропуском гнезд	100	160	200	160	200	160	125	250	200	160
Число ступеней вращения шпинделя	18	19	18	19	Б/с	89	89	—	25	Б/с
Частота вращения шпинделя, об/мин	50—2500	32—2000	31,5—1600	32—2000	13—5000	21,2—3000	21,2—3000	4—1250	5—1250	32—2000
Число рабочих подач	22	31	31	31	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с
Рабочие подачи (продольная, поперечная, вертикальная), мм/мин	2,5—400	2,5—2500	2,5—2500	2,5—2500	1—3200	1—2000	1—2000	1,6—1250	2—1600	1—4000
Наибольшая сила подачи стола, МН	5	7,5	10	10	4	10	10	20	8	10
Скорость быстрого перемещения (стола и шпиндельной бабки), мм/мин	3000	5000	5000	10000	10000	8000—10000	10000	8000	8000	10000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3	4,5	8	6,3	7,5	14	14	15	15	6,3

* Диаметр выдвижного шпинделя.

Продолжение табл. 15

Параметры	6902ПМФ2	6904ВМФ2	6906ВМФ2	2204ВМФ4	ИР320ПМФ4	ИР500МФ4	ИР800МФ4	2А622МФ2	2623ПМФ4	2254ВМФ4
Габаритные размеры:										
длина	2780	2790	3100	3085	3990	4450	6885	5520	8300	4300
ширина	2050	2060	2165	2000	2300	4655	3750	4885	6500	3500
высота	1860	2000	2595	2475	2507	3100	3445	3965	4500	3800
Масса, кг	2520	5082	7330	7000	8000	11 370	12 500	20 000	27 000	6500

Примечания: 1. Станок 2254ВМФ4 с вертикальной компоновкой шпинделя, остальные – с горизонтальной компоновкой; станки 2А622МФ2, 2623ПМФ4 с консольным расположением шпиндельной бабки на колонне, остальные станки с центральным расположением шпиндельной бабки.

2. На всех станках можно выполнять фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание, растачивание отверстий, нарезание резьбы метчиками.

3. Все станки, кроме 2254ВМФ4, с крестовым поворотным столом.

4. Б/с – переключение частот вращения шпинделя и подач производится бесступенчатым регулированием.

16. Горизонтальные отделочно-расточные полуавтоматы с подвижным столом

Размеры, мм

Параметры	2705П/2705В	2706П/2706В	2706А/2706С	2711П/2711В	2712П/2712В	2713П/2713В	2714П/2714В
Диаметр обрабатываемых отверстий	8–280	8–250	32–250	8–280	8–250	8–250	8–280
Размеры рабочей поверхности стола	320 × 500	320 × 500	320 × 500	500 × 710	320 × 500	800 × 1000	800 × 1000
Ход стола	360	450	450	560	710	560	—
Частота вращения шпинделя, об/мин, при типоразмере головки:							
I	5000/4000		6000/5000			5000/4000	
II	3150/2500		4000/3150			3150/2500	
III	2000/1600		2500/2000			2000/1600	
IV	1250/1000		1500/1250			1250/1000	
Габаритные размеры:							
длина	1550	2000	2700	2240	2650	2430	3870
ширина	1220	1220	1450	1500	1500	1550	1850
высота	1450	1450	1700	1550	1550	1550	1550
Масса, кг	2800	3600	4000	4400	5400	6100	10 500

Примечания: 1. Полуавтоматы 2705П, 2705В, 2711П, 2711В, 2713П, 2713В односторонние, остальные – двусторонние.

2. Рабочая подача стола (регулирование бесступенчатое) для всех моделей станков 8–800 мм/мин.

3. Мощность электродвигателя расточных головок для всех моделей станков 1,5–5 кВт.

17. Вертикальные отделочно-расточные станки

Размеры, мм

Параметры	2776В	2777В	2Е78П	2Е78ПН	2Е78Л
Диаметр растачиваемых отверстий	8—350	8—350	28—200	28—200	28—200
Наибольший диаметр сверления в сплошном материале	—	—	15	15	15
Размеры рабочей поверхности стола	630 × 1250	800 × 1400	500 × 1000	500 × 1250	500 × 1250
Наибольшие перемещения: шпиндельной бабки	—	—	500	500	500
стола:					
продольное	400	630	800	—	—
поперечное	400	630	200	—	—
Расстояние от конца шпинделя в нижнем положении до рабочей поверхности стола, не менее	—	—	25	25	25
Расстояние от оси шпинделя до салазок шпиндельной бабки	—	—	320	320	320
Наибольшие габариты обрабатываемой заготовки	—	—	1000 × 500 × 450	750 × 500 × 450	750 × 500 × 450
Число сменных шпинделей	—	—	5	4	4
Величина радиального перемещения резца для шпинделя диаметром 48; 78; 120	—	—	4; 6; 6	4; 6; 6	4; 6; 6
Число скоростей шпинделя	—	—	12	12	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	4000; 2500; 2000; 1000	4000; 2500; 2000; 1000	26—1200	26—1200	26—1200
Число рабочих подач шпиндельной бабки	—	—	4	4	4
Рабочая подача шпиндельной бабки, мм/мин	6—500*	4—300*; 6—500*	0,025—0,2	0,025—0,2	0,025—0,2
Скорость быстрого перемещения шпиндельной бабки, м/мин	—	—	2	2	2
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,5—12**	1,5—12**	2,2	2,2	2,2
Габаритные размеры:					
длина	2000	2240	1750	1250	1250
ширина	1120	1400	1560	1260	1260
высота	3820	4070	2125	2125	1750
Масса, кг	9000	13000	2680	2100	1600

* Рабочая подача стола.

** В зависимости от наладки.

Примечание. Станки 2776В и 2777В с подвижными головками; станки 2Е78П и 2Е78ПН одношпиндельные соответственно с подвижным и неподвижным столами. Станок 2Е78Л одношпиндельный с неподвижным столом, облегченный.

Шлифовальные станки

18. Круглошлифовальные станки

Размеры, мм

Параметры	3У10В	3А110В	3М150	3Э110М	3М153
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:					
диаметр	100	140	100	140	140
длина	160	200	360	200	500
Рекомендуемый (или наибольший) диаметр шлифования:					
наружного	3-15	3-30	10-45	3-30	50
внутреннего	40	5-25	-	10-25	-
Наибольшая длина шлифования:					
наружного	160	180	340	180	450
внутреннего	50	50	-	50	-
Высота центров над столом	80	115	75	100	90
Наибольшее продольное перемещение стола	200	250	400	300	500
Угол поворота стола, °:					
по часовой стрелке	6	5	6	10	6
против часовой стрелки	7	6	7	10	7
Скорость автоматического перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,025-1	0,03-2,2	0,02-4	0,03-1,5	0,02-5
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	100-950	100-1000	100-1000	100-800	50-1000
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	2	4; 3	3	4	4
Наибольшие размеры шлифовального круга:					
наружный диаметр	250	250	400	250	500
высота	20	25	40	25	63
Перемещение шлифовальной бабки:					
наибольшее	60	60	80	80	100
на одно деление лимба	0,0025	0,0025	0,002	-	0,0025
за один оборот толчковой рукоятки	0,00125	0,001	0,0005	0,005	0,001
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:					
наружном	1910	2680; 3900	2350; 1670	2300; 2700	1900
внутреннем	-	40 000; 70 000	-	14 000	-
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	0,05-0,5	-	0,05-5	-	0,05-5
Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки	-	-	0,001	-	-
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	2,2	4	3	7,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):					
длина	1360	1880	2500	2420	2700

Продолжение табл. 18

Параметры	3У10В	3А110В	3М150	3Э110М	3М153
ширина	1715	2025	2220	2330	2540
высота	1690	1750	1920	1585	1950
Масса (с приставным оборудованием), кг	1980	2000	2600	3100	4000
Параметры	3М153А	3Т153Е	3М151	3М151Ф2	3У12В
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:					
диаметр	140	140	200	200	200
длина	500	500	700	700	500
Рекомендуемый (или наибольший) диаметр шлифования:					
наружного	50	50	60	20-180	60
внутреннего	—	—	—	—	20-50
Наибольшая длина шлифования:					
наружного	450	500	700	650	450
внутреннего	—	—	—	—	40
Высота центров над столом	90	90	125	125	125
Наибольшее продольное перемещение стола	500	500	705	700	500
Угол поворота стола, °:					
по часовой стрелке	6	6	3	6	8,5
против часовой стрелки	7	7	10	7	8,5
Скорость автоматического перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,02-5	—	0,05-5	0,05-5	0,03-5
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	50-1000	63-700*	50-500	50-500	55-900
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	4	4	4	4; 5	4
Наибольшие размеры шлифовального круга:					
наружный диаметр	500	500	600	600	400
высота	50	63	100	80	40
Перемещение шлифовальной бабки:					
наибольшее	100	90	185	235	100
на одно деление лимба	0,0025	0,005	0,005	0,005	0,002
за один оборот толчковой рукоятки	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,0005
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:					
наружном	1910; 1340	1900	1590	1590	2390; 2000;
внутреннем	—	—	—	—	1670
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	0,03-3	0,1-10	0,1-4	0,02-1,2	16000
Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки	0,001	—	—	0,001;	0,025-15
				(0,1 стола)	—

Продолжение табл. 18

Параметры	3М153А	3Т153Е	3М151	3М151Ф2	3У12В
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5	7,5	10	15,2	5,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):					
длина	3070	4455	4605	5400	3600
ширина	2400	2700	2450	2400	2260
высота	2075	2000	2170	2170	2040
Масса (с приставным оборудованием), кг	4200	4000	5600	6500	4200
Параметры	3У120А	3У12УА	3У131М	3Т160	3М161Е
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:					
диаметр	200	200	280	280	280
длина	500	500	700	—	700
Рекомендуемый (или наибольший) диаметр шлифования:					
наружного	60	10—60	60	20—280	90
внутреннего	20—50	20—50	30—100	—	—
Наибольшая длина шлифования:					
наружного	450	500	710	130	130
внутреннего	75	120	125	—	—
Высота центров над столом	125	125	185	160	160
Наибольшее продольное перемещение стола	500	500	700	700	700
Угол поворота стола, °:					
по часовой стрелке	6	6	3	1	3
против часовой стрелки	7	10	10	1	8
Скорость автоматического перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,02—5	0,03—5	0,05—5	0,05—5	0,05—5
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	50—1000	55—900	40—400	55—620*	50—620*
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	4	4	5; 4	—	5
Наибольшие размеры шлифовального круга:					
наружный диаметр	350	400	600	750	750
высота	40	40	50	130	130
Перемещение шлифовальной бабки:					
наибольшее	100	125	290	190	290
на одно деление лимба	0,0025	0,002	0,005	0,005	0,005
за один оборот толчковой рукоятки	0,0005	0,0005	0,001	—	0,001
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:					
наружном	1910	2300	1112	1250	1270
внутреннем	20 000; 40 000	24 000; 48 000	16 900	—	—

Продолжение табл. 18

Параметры	3У120А	3У12УА	3У131М	3Т160	3М161Е
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	—	0,02—0,2	—	0,1—3	0,1—3
Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки	0,001	—	—	—	—
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	4	3	5,5	17	18,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):					
длина	3800	2300	5500	3754	3480
ширина	2600	2400	2585	4675	4345
высота	2075	1600	1982	2245	2170
Масса (с приставным оборудованием), кг	4100	3500	5960	8110	8880
Параметры	3М163В	3У142	3М174Е	3М194	3М197
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:					
диаметр	280	400	400	560	800
длина	1400	1000	2000	4000	6000
Рекомендуемый (или наибольший) диаметр шлифования:					
наружного	60	80	120	350	450
внутреннего	—	30—200	—	—	—
Наибольшая длина шлифования:					
наружного	1400	1000	1800	3800	5600
внутреннего	—	125	—	—	—
Высота центров над столом	160	240	210	520	615
Наибольшее продольное перемещение стола	1400	1000	2000	4240	4300
Угол поворота стола, °:					
по часовой стрелке	3	3	2	0,5	0,5
против часовой стрелки	7	8	6	6	6
Скорость автоматического перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,05—5	0,05—5	0,05—5	0,05—3,7	0,05—3,7
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	55—620	30—300	20—180	12—120	8—80
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	5	5	6	80 (метрический)	100 (метрический)
Наибольшие размеры шлифовального круга:					
наружный диаметр	750	600	750	750	750
высота	200	63	100	100	100
Перемещение шлифовальной бабки:					
наибольшее	290	290	365	250	250
на одно деление лимба	0,005	0,005	0,0025—0,05	0,005	0,005
за один оборот толчковой рукоятки	0,001	0,001	—	0,005	0,005

Продолжение табл. 18

Параметры	3М163В	3У142	3М174Е	3М194	3М197
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:					
наружном	1260	1112	1270	600—1300	600—1300
внутреннем	—	16900	—	—	—
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	0,1—4,5	—	—	—	—
Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки	—	—	—	—	—
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	13	7,5	30	25	25
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):					
длина	5026	6310	6710	14065	16075
ширина	2930	2585	3100	3615	3775
высота	2170	1982	2100	2450	2450
Масса (с приставным оборудованием), кг	9220	7600	11500	34300	43400

* Со ступенчатым регулированием.

Примечание. Станки 3Т153Е и 3Т160 торпекруглошлифовальные, станок 3М161Е круглошлифовальный врезной, станки 3М153А, 3У120А и 3У12УА особо высокой точности.

19. Бесцентрово-шлифовальные полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	3Д180	3М182А	3Ш182Д	3М184И	3Ш184Д	3М184А	3М185
Размеры обрабатываемой заготовки:							
наружный диаметр	0,2—12	0,8—25	0,8—25	3—80	3—80	3—80	8—160
внутренний диаметр	—	—	—	—	—	—	—
длина обработки при сквозном шлифовании, не более	60	170	290	250	270	250	320
длина обработки при врезном шлифовании, не более	35	95	290	145	540	145	195
ширина дорожки качения	—	—	—	—	—	—	—
радиус желоба или угол шлифуемого конуса	—	—	—	—	—	—	—
Размеры шлифовального круга:							
диаметр	200	350	350	500	500	500	600
высота	40	100	300	150	550*	150	200
Размеры ведущего круга:							
диаметр	150	250	250	350	350	350	350
высота	40	100	300	150	550*	150	300*

Продолжение табл. 19

Параметры	ЗД180	ЗМ182А	ЗШ182Д	ЗМ184И	ЗШ184Д	ЗМ184А	ЗМ185
Частота вращения, об/мин, круга:							
шлифовального	3325	1910	500; 740; 970; 1480	2300	420; 530; 710; 1070	1370	1100
ведущего (или заготовки)	40–300	10–150	20–150	11–150	11–120	10–150	15–100
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,5	5,5	3,3; 5,8 8,1; 8,5	30	5,6; 9,0 12; 15	11	22
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):							
длина	1550	2560	2700	3220	3750	3120	3920
ширина	1500	1560	2300	2375	2750	2160	2620
высота	1530	2120	2120	2255	2255	2120	1950
Масса (с приставным оборудованием), кг	1573	3740	4432	7400	8500	6940	8800

Продолжение табл. 19

Параметры	ЗШ185	ЗА474В	ЗА475В	ЗА484ГВ	ЗА485В	МЕ468С1	Л297С1; Л297С2
Размеры обрабатываемой заготовки:							
наружный диаметр	10–160	20–87	62–160	35–100	160	200–360	10–200
внутренний диаметр	–	15–55	–	25–85	60–150	–	–
длина обработки при сквозном шлифовании, не более	320	–	–	–	–	–	6000
длина обработки при врезном шлифовании, не более	800	–	–	–	–	–	–
ширина дорожки качения	–	5–35	10–63	–	–	–	–
радиус желоба или угол шлифуемого конуса	–	–	–	2–17	60°	–	–
Размеры шлифовального круга:							
диаметр	600	400; 500	400; 500	20–70	110	600	600
высота	800*	10–40	10–63	32	63	650*	500*
Размеры ведущего круга:							
диаметр	350	–	–	–	–	500	400
высота	800*	–	–	–	–	700*	550*
Частота вращения, об/мин, круга:							
шлифовального	1100	1900; 3000	1900	12 000; 48 000	6000; 24 000	1460	1135; 1460
ведущего (или заготовки)	10–100	200– 1400	100– 1000	300– 1000	150–450	20–70	20–70
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	55	11	15	2,2; 5,5	5,5; 7,5	45	30; 45; 55
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):							
длина	4515	2410	2410	2510	2510	5950	5047
ширина	3095	1210	1210	1300	1300	2730	2540
высота	2786	2388	2388	2200	2200	2230	2230

Продолжение табл. 19

Параметры	3Ш185	3А474В	3А475В	3А484ГВ	3А485В	МЕ468С1	Л297С1; Л297С2
Масса (с приставным оборудованием), кг	13 180	5050	5300	4600	4700	12 700	9640

* Высота набора кругов.

Примечание. Полуавтоматы 3Д180, 3М184И и 3М185 высокой точности, полуавтоматы 3М182А и 3М184А особо высокой точности. Станки 3Ш182Д и 3Ш184Д – бесцентрово-шлифовальные доводочные, станки 3А474В и 3А475В – бесцентрово-шлифовальные круглошлифовальные автоматы, станки 3А484ГВ и 3А485В – бесцентрово-шлифовальные внутришлифовальные автоматы; станки МЕ468С1, Л297С1 и Л297С2 – автоматы бесцентровые круглошлифовальные.

20. Внутришлифовальные станки

Размеры, мм

Параметры	3К225В; 3К225А	3К227В; 3К227А	3К228В; 3К228А	3К229В	СШ162	СШ64
Наибольший диаметр: устанавливаемой заготовки устанавливаемой заготовки в кожухе	200 100	400 250	560 400	800 630	— 300	— —
Наибольшая длина: устанавливаемой заготовки при наибольшем диаметре отверстия шлифования	50 —	125 125	200 200	320 320	— 90	300 300
Диаметр шлифуемых отверстий	3—25	5—150	50—200	100—400	60—125	100—150
Наибольший ход стола	320	450	630	800	360	800
Наибольшее наладочное поперечное перемещение: шлифовальной бабки: вперед (от рабочего) назад (на рабочего)	— —	50 10	60 10	100 10	— —	60 10
бабки заготовки: вперед (от рабочего) назад (на рабочего)	100 20	120 30	200 50	100 10	20 90	— —
Наибольший угол поворота бабки заготовки,	45	45	30	30	3	—
Наибольший диаметр и высота шлифовального круга	25 × 25	80 × 50	180 × 63	200 × 63	В зависимости от наладки	120 × 50
Скорость движения стола, м/мин: при правке шлифовального круга	0,1—2	0,1—2	0,1—2	0,1—2	0,5—2	0,1—2
при шлифовании при быстром продольном подводе и отводе	1—7 10	1—7 10	1—7 10	1—7 10	— 8	1—7 10
Частота вращения, об/мин, шпинделя: внутришлифовального	20 000— 100 000	9000; 12 000; 18 000; 22 000	4500; 6000; 9000; 12 000	3500; 4500; 6000	12 000; 16 000; 20 000	5000; 6000
бабки заготовки торцевшлифовального приспособления	280—2000 11 500	60—120 5600	100—600 4000	40—240 4000	340; 460 —	70 —

Продолжение табл. 20

Параметры	3К225В; 3К225А	3К227В; 3К227А	3К228В; 3К228А	3К229В	СП162	СП64
Мощность электродвигателя привода шлифовального круга, кВт	0,76 (бабки заготовки)	4	5,5	7,5	5,5; 7,5	7,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):						
длина	2225	2815	4005	4630	3225	3900
ширина	1775	1900	2305	2405	2420	1990
высота	—	1750	1870	2000	1500	1800
Масса (с приставным оборудованием), кг	2800	4300	6900	8600	4800	6400

Примечания: 1. Для станка 3К227А диаметр шлифуемых отверстий 20—150 мм.
2. Станок СП162 — специальный полуавтомат для скоростного шлифования; СП64 — бесцентровый специальный. Станки 3К225А, 3К227А и 3К228А особо высокой точности.

21. Шлицешлифовальные станки

Размеры, мм

Параметры	3451 3451В	3Б451-II 3Б451-IV	3452В-V 3452В-VII	3П451	МШ314
Наружный (шлифуемый) диаметр шлицевого вала	25—125	14—125	80—400	35—100	14—230
Длина шлифуемой заготовки	200—710	100—700	300—2000	200—710	200—2000
Наибольшая длина шлифуемых шлицев	550	650	1750	60—380	50—1850
Число шлифуемых шлицев	1250	1350	3750	60—380	50—1850
Размеры рабочей поверхности стола	3—96	2—98	8—120	3—98	2—98
Продольное перемещение стола	1500×250	220×1950	540×4280	250—1500	220—3250
Скорость продольного перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	2360×250	220×2650	540×6275	250—1500	220—3250
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной бабки	200—660	200—990	300—2800	200—660	120—2290
Автоматическое вертикальное перемещение шлифовальной головки	200—1620	200—1690	300—4800	200—660	120—2290
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1—15	0,5—30	1—10	2—10	0,5—24
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	150	180	300	100	180
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):	0,005—0,07	0,005—0,05	0,005—0,05	0,005—0,07	0,004—0,12
длина	2880; 4550;	4430; 5760;	1500—3000	2880; 4550;	4550; 5830;
ширина	6300	8860		6300	8900
высота	3	3	6	3	4
Масса (с приставным оборудованием), кг	2820	3475	9100	2600	6070
длина	4850	4875	12900	2600	6070
ширина	1513	1400	2150	1513	1685
высота	1900	1650	2235	1905	1650
Масса (с приставным оборудованием), кг	3900	7180	20500	4180	9347
	6200	8672	27200	4180	9347

22. Универсально-заточные станки

Размеры, мм

Параметры	3М642	3Д642Е	3672
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, устанавливаемой в центрах:			
диаметр	250	250	250
длина	500	500	450
Размеры рабочей поверхности стола	140 × 800	140 × 800	140 × 900
Продольное перемещение стола	400	400	380
Угол поворота стола в горизонтальной плоскости, °	± 45	± 45	± 25
Перемещение шлифовальной бабки:			
вертикальное	250	250	250
поперечное	230	230	230
Диаметр шлифовального круга	200	200	150
Частота вращения шпинделя, об/мин	2240 — 6300	2240 — 6300	3000
Скорость автоматического продольного перемещения стола, м/мин	—	0,2 — 8	0,2 — 6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1/1,5	1,1/1,5	2,2
Габаритные размеры:			
длина	1650	1800	2440
ширина	1470	1470	2400
высота	1625	1625	1800
Масса, кг	1400	1650	4055

Примечание. Станок 3672 электрохимический заточный.

23. Плоскошлифовальные станки с крестовым (прямоугольным) столом

Размеры, мм

Параметры	3Е710А	3Е710В-1	3Е711В	3Е711В-1	3Е711ВФ3-1	3Е721АФ1-1	3Е721ВФ3-1
Размеры рабочей поверхности стола	400 × 125 × 320	250 × 125 × 200	630 × 200 × 320	400 × 200 × 320	400 × 200 × 320	630 × 320 × 400	630 × 320 × 320
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	400 × 125 × 320	250 × 125 × 200	630 × 200 × 320	400 × 200 × 320	400 × 200 × 320	630 × 320 × 400	600 × 320 × 320
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	150	50	220	150	150	300	300
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до зеркала стола	420	300	445	445	445	550	550
Наибольшее перемещение стола и шлифовальной бабки:							
продольное	490	320	700	490	490	700	710
поперечное	170	160	250	255	250	395	390
вертикальное	—	200	320	—	320	—	400
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр × высота × внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	200 × 32 × 76	200 × 25 × 32	250 × 40 × 76	250 × 40 × 76	250 × 63 × 76	300 × 63 × 127	400 × 63 × 127

Продолжение табл. 23

Параметры	3E710A	3E710B-I	3E711B	3E711B-I	3E711BФ3-I	3E721AФ1-I	3E721BФ3-I
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	35*	35*	35*	35*	35*	35*	35*
Скорость продольного перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	2-35	2-25	-	2-35	2-35	2-35	2-35
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4	1,5	4	4	7,5	7,5	7,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):							
длина	2560	1310	2730	2380	3030	3404	3500
ширина	1980	1150	1801	1955	2360	2073	3500
высота	1790	1550	1915	1915	2080	2090	2090
Масса (с приставным оборудованием), кг	2300	1000	3200	3380	3780	5000	6360

Параметры	3П722	3Д722Ф2	3Д723	3Д725; 3П725	3Д732Ф1	3П732	3Д733
Размеры рабочей поверхности стола	1600 × 320	1250 × 320	1600 × 400	2000 × 630	800 × 320	1250 × 320	1000 × 400
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	1600 × 320 × 400	1250 × 320 × 250	1600 × 400 × 400	2000 × 630 × 630	800 × 320 × 400	800 × 320 × 375	1000 × 400 × 400
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	1200	700	1000	1500	800	700	1100
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до зеркала стола	-	-	625	880	-	-	-
Наибольшее перемещение стола и шлифовальной бабки:							
продольное	1900	1260	1900	-	1550	1550	1900
поперечное	-	410	410	660	-	-	-
вертикальное	-	415	415	645	400	400	400
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр × высота × внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	450 × 80 × 203	450 × 80 × 203	450 × 80 × 203	500 × 305 × 100	5С 100 × 40	5С 100 × 85	5С 100 × 85
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1500	1460	1450	1470	1500	1500	35*
Скорость продольного перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	3-45	3-35	3-45	3-30	3-35	3-35	3-45
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	15	15	17	30	22	22	22
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):							
длина	4780	4450	4600	6050	4020	3800	4400
ширина	2130	2190	2170	2800	2130	2130	2215
высота	2360	2360	2130	2860	2558	2360	2510

Продолжение табл. 23

Параметры	ЗП722	ЗД722Ф2	ЗД723	ЗД725; ЗП725	ЗД732Ф1	ЗП732	ЗД733
Масса (с приставным оборудованием), кг	8900	8000	9000	15 500	8350	7730	8500

* Максимальная скорость резания, м/с.

Примечания: 1. Габаритные размеры и масса станков ЗД722Ф2 и ЗД723 даны без приставного оборудования.

2. Станки ЗД732Ф1, ЗП732 и ЗД733 с вертикальным шпинделем, остальные с горизонтальным шпинделем.

3. Станки ЗЕ710А и ЗЕ721АФ1-1 особо высокой точности.

24. Плоскошлифовальные станки с круглым столом

Размеры, мм

Параметры	ЗД740В	ЗД740А	ЗП741ИВ	ЗД754	ЗД741А	ЗП756Л	ЗП772-2
Диаметр устанавливаемой заготовки	40—400	30—400	50—800	20—400	50—800	40—1000	40—200
Наибольшая высота обрабатываемой заготовки (при номинальном диаметре шлифовального круга)	160	160	200	200	200	350	250
Заготовки наименьшего диаметра, шлифуемой на столе	40	40	50	20	50	40	40
Масса обрабатываемой заготовки, кг, не более	100	100	200	250	200	200	—
Диаметр магнитного стола	400	400	800; 200	400	800; 200	1000	1000
Наибольшее продольное перемещение стола	400	400	560	380	560	555	—
Продольная подача стола, мм/об	8—30	8—30	12—44	—	12—44	—	—
Перемещение шлифовальной бабки:							
наибольшее	235	235	315	—	315	—	—
на одно деление лимба	0,002	0,001	0,002	0,005	0,001	0,005	0,005
Частота вращения, об/мин: шлифовального круга	1670	1630	—	1500	1330	1000	980
стола	15—180	15—180	8—96	10—56	8—96	5—30	0,25—1,4
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11	7,5	18,5	15	11	30	30
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):							
длина	2350	2350	3050	2030	4200	2840	5340
ширина	1970	2700	2550	1880	2580	2535	4400
высота	2300	2300	2570	2215	2570	2565	2660
Масса (с приставным оборудованием), кг	5800	5300	10 340	5000	9700	10 300	14 800

Примечания: 1. Станок ЗП772-2 — двухшпиндельный полуавтомат непрерывного действия.

2. Станки ЗД740А и ЗД741А особо высокой точности.

3. Станки ЗД754, ЗП756Л и ЗП772-2 с вертикальным шпинделем, остальные — с горизонтальным шпинделем.

Электрофизические и электрохимические станки
25. Электроэрозионные, ультразвуковые и электрохимические копровально-прошивочные станки

Размеры, мм

Параметры	4Г721М	4Д722А	4Д722АФ1	4Д722АФ3	4Е723	4Е724	4А611	4Д772Э	4422	4А423ФЦ
Размеры рабочей поверхности (или диаметр) стола	200 × 360	400 × 630	400 × 630	400 × 630	400 × 630	800 × 1120 × 2500	400 × 630	320	250 × 400	400 × 630
Масса обрабатываемой заготовки, кг, не более	60	100	100	100	750	—	500	100	100	450
Диаметр обрабатываемых отверстий	—	—	—	—	—	—	2—25	1—80	—	—
Наибольшая площадь обработки (по стали), мм ²	1500	3000	3000	3000	25000	50000	—	1200	—	30000
Расстояние от торца осциллирующей головки (или от подэлектродной плиты) до рабочей поверхности стола	190—330	630 (наиб.)	630 (наиб.)	630 (наиб.)	50—450	210—710	—	150—400	315 (наиб.)	450
Наибольшее перемещение: стола (или головки относительно стола); продольное; поперечное	250 160	400 250	400 250	400 250	400 250	800 500	— 380	160 160	260 190	— —
Шпиндельной (или ультразвуковой) головки шпинделя	—	280	280	280	200	300	500	200	200	—
Шпинделя	100	150	150	150	200	200	100	50	—	200
Полуна	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6000
Наибольшая производительность (по стали), мм ³ /мин	250	500	500	500	4000	6000	—	300*; 5000*	6000	—
Точность отсчета координат	0,01	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01	—	0,01	—	—
Объем бака для рабочей жидкости, л	70	100	110	110	600	1200	85	—	1000	—
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	4,4	12,5	12,5	12,5	30,6	56,6	4	6,8	25	70,55
Габаритные размеры:										
длина	760	1875	1875	1875	3625	4310	984	3000	6090	5880
ширина	865	1580	1580	1580	3000	3600	935	2080	3000	4060
высота	1630	2600	2600	2600	2470	3030	1725	2150	—	2950
Масса, кг	1040	4400	4400	4400	4900	8300	880	2200	10000	12500

* 300 — по твердому сплаву; 5000 — по стеклу.

Примечания: 1. Станки 4422 и 4А423ФЦ электрохимические, станок 4Д772Э ультразвуковой, остальные — электроэрозионные.
2. Станок 4А611 прошивочный для удаления остатков сложного инструмента.
3. Вылет шпинделя у станков 4Д722А, 4Д722Ф1 и 4Д722АФ3 равен 400 мм.

Зубо- и резьбообрабатывающие станки

26. Зубодолбежные полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	5111	5122	5122Б	5122В	5140	5М150	5М161
Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки	80	200	200	200	500	800	1250
Наибольшая ширина нарезаемого венца зубчатого колеса	20	50	30	50	100	160	160
Наибольший модуль нарезаемого зубчатого колеса	1	5	4,5	4,5	8	12	12
Диаметр фланца шпинделя заготовки или рабочей поверхности стола	100	250	250	250	500	800	1000
Номинальный диаметр устанавливаемого долбяка	40	100	100	100	100	200	200
Конус Морзе шпинделя для крепления инструмента	1	3	5	5	5	5	5
Число двойных ходов инструмента в минуту	250—1600	200—850	280—1200	200—850	65—450	33—188	33—212
Крутовая подача, мм/дв. ход	0,016—0,4	0,16—1,6	0,051—0,55	0,14—0,75	0,14—0,75	0,2—1,5	0,2—1,5
Радиальная подача, мм/дв. ход (или мм/мин)	0,1—0,3	0,003—0,286	0,003—0,286	0,003—0,286	0,02—0,1	(2,07—5,4)	(2,07—5,4)
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	2,1; 3,0	3,7	2,1; 3,0	4,0; 4,5	4,8; 5,7; 7,5	4,8; 5,7; 7,5
Габаритные размеры с выносным оборудованием:							
длина	1635	2000	2610	2610	1900	4200	4200
ширина	1090	1450	1510	1110	1450	1800	1860
высота	1705	1965	1965	2145	2450	3300	3300
Масса, кг	1770	4400	4500	4500	4400	10800	10900

27. Зубофрезерные полуавтоматы для цилиндрических колес

Размеры, мм

Параметры	5303ПТ	5303П; 5303В	5304В	5К301П	53А10	5К310	53А20
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	20	50	80	125	125	200	200
Наибольшие размеры нарезаемых колес:							
модуль	1	1	1,5	2,5	2,5	4	6
длина зуба прямозубых колес	50	50	100	100	140	200	180
угол наклона зубьев, °	—	—	±60	±45	±45	±60	±60
Наибольший диаметр устанавливаемых червячных фрез	32	40	80	100	100	125	125
Расстояние от торца стола до оси фрезы (или между торцами шпинделя заготовки и пинולי)	75—125	120	45—170	100—250	100—250	145—365	160—410

Продолжение табл. 27

Параметры	5303ПТ	5303П; 5303В	5304В	5К301П	53А10	5К310	53А20
Расстояние от оси инструмента до оси шпинделя заготовки	5—45	5—45	10—88	20—135	0—115	45—180	25—200
Наибольшее осевое перемещение фрезы	—	—	50	50	60	50	170
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин	400—4000	400—4000	200—1600	100—500	40—900	63—480	75—500
Подача, мм/об, заготовки:							
вертикальная или продольная	0,063—1,0	0,063—1,0	0,1—1,6	0,35—45*	0,1—70*	0,63—4	0,45—120*
радиальная	1,5—45*	1,5—45*	0,05—0,8	0,4—60*	0,05—35*	0,135—2	0,1—1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	1,1	1,5	2,2	3,8	4	7,5; 8,5
Габаритные размеры:							
длина	810	810	1215	1320	1370	2000	3150
ширина	750	750	1195	812	980	1300	1815
высота	1340	1335	1620	1820	1660	2040	2300
Масса, кг	680	680	2100	1720	3150	4000	6800

Продолжение табл. 27

Параметры	53А30П	5В312	5К324А	53А50	53А80	5К328А	53А3
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	320	320	500	500	800	1250	3200
Наибольшие размеры нарезаемых колес:							
модуль	6	6	8	8	10	12	35
длина зуба прямозубых колес	220	180	300	350	350	560	1350
угол наклона зубьев, °	±60	±45	±60	±60	±60	±60	±45
Наибольший диаметр устанавливаемых червячных фрез	160	160	180	200	200	225	360
Расстояние							
от торца стола до оси фрезы (или между торцами шпинделя заготовки и пиноли)	160—410	120—300	210—570	195—595	195—595	230—880	700—2100
от оси инструмента до оси шпинделя заготовки	30—250	55—245	60—350	60—350	80—500	115—820	300—2150
Наибольшее осевое перемещение фрезы	75	75	80	180	180	240	—
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин	50—400	100—500	50—310	40—405	40—405	32—200	10—60
Подача, мм/об, заготовки:							
вертикальная или продольная	0,63—7	2,5—100*	0,8—5,0	0,75—7,5	0,75—7,5	0,5—5,6	0,3—15
радиальная	0,3—2	—	0,14—0,84	0,22—2,25	0,22—2,25	0,22—2,6	0,15—7,5
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,2; 4,2	7,5	7,5	8; 10; 12,5	8; 10; 12,5	10	42
Габаритные размеры:							
длина	2300	1790	2500	2670	2897	3580	9570
ширина	1500	1000	1440	1810	1810	1790	3780
высота	1950	2450	2000	2250	2250	2590	5170

Продолжение табл. 27

Параметры	53А30П	5В312	5К324А	53А50	53А80	5К328А	5343
Масса, кг	6800	5250	6400	9850	10 800	14 000	75 800

* Подача в мм/мин.

Примечание. Полуавтоматы 5303ПТ, 5303П и 5303В горизонтальные, остальные — вертикальные.

28. Зубообрабатывающие полуавтоматы для прямозубых конических колес

Размеры, мм

Параметры	5236П	5Т23В	5С268	5С277П	5С286П
Наибольший диаметр обрабатываемого колеса при передаточном отношении пары 10:1	125	125	320	500	800
Наибольший модуль обрабатываемых колес	1,5	1,5	8	12	16
Наибольшая ширина зубчатого венца	20	16	—	80	125
Число зубьев нарезаемых колес	12—200	12—200	8—50	10—150	10—150
Длина образующей делительного конуса нарезаемых колес	7—63	5—63	165 (наиб.)	250 (наиб.)	400 (наиб.)
Расстояние от торца шпинделя бабки заготовки до центра стола	30—140	30—140	—	115—415	135—600
Наибольший угол, °:					
качания люльки от центрального положения вверх и вниз	35	35	—	60	60
установки суппортов (или фрезерного суппорта)	8	2,5	—	10	11
Наибольший ход резца	28	20	—	—	180
Число двойных ходов резцов в минуту	160—800	210—820	—	—	34—167
Частота вращения дисковых фрез (или инструментального шпинделя), об/мин	—	—	10,5—20	20—80	—
Время рабочего хода при нарезании одного зуба (или впадины), с	5—53	5—53	3—5,7	10—120	12—240
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	1,1	10	5,5	7,5
Габаритные размеры:					
длина	1620	1620	2700	3075	3235
ширина	1050	1050	2375	1975	2180
высота	1415	1415	2075	2200	2470
Масса, кг	3000	3000	9000	15 000	15 000

Примечания: 1. Полуавтомат 5С277П зубофрезерный, 5С268 зубопротяжный, остальные полуавтоматы зубострогальные.

2. Угол установки инструментальной бабки для станка 5С268 равен 15—75°.

29. Зуборезные полуавтоматы для конических колес с круговыми зубьями

Размеры, мм

Параметры	5С263	527В	5С27П	5С280П
Наибольший диаметр обрабатываемого колеса при передаточном отношении пары 10:1	320	500	500	800
Наибольший модуль обрабатываемых колес	8	12	12	12
Наибольшая длина образующей начального конуса нарезаемых колес (при угле наклона зуба 30°)	150	265	220	400
Угол делительного конуса конического колеса	5—85°	5°42'—84°18'	—	5°42'—84°18'
Число зубьев нарезаемых колес	5—75	5—150	5—150	5—150
Наибольшее радиальное смещение инструментального шпинделя	140	240	240	340
Поворот бабки на угол внутреннего конуса, °:				
наименьший	-12	-12	-12	+5
наибольший	+90	+90	+90	+90
Диаметр зуборезных головок	60, 80, 100, 125, 160, 200, 250	160, 200, 250, 315, 400	160, 200, 250, 315, 400	160, 200, 250, 320, 400, 500
Частота вращения зуборезной головки, об/мин	—	20—155	20—155	20—125
Время обработки одного зуба, с	9—80	10—120	10—120	12—200
Вертикальная установка бабки заготовки для нарезания гипоидных колес	80	125	125	125
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3	4	4	7,5
Габаритные размеры:				
длина	2607	3140	3235	3235
ширина	1925	1975	2180	2180
высота	1870	2200	2200	2200
Масса, кг	8800	13 500	13 500	15 500

Примечание. Угол качания люльки для приведенных моделей станков равен 60°.

30. Зубошвинговальные и зубохонинговальные полуавтоматы для цилиндрических колес

Размеры, мм

Параметры	5701	5702В	5Б703	ВС-Б03В	5А913	5А915
Наибольшие размеры обрабатываемого колеса:						
диаметр	125	320	500	550	320	500
длина зуба	40	100	150	140	120	150
Модуль обрабатываемых зубчатых колес	0,3—1,5	1,5—6	2—10	1,5—8	8	12
Наибольший угол поворота шеврной (или хонинговальной) головки в обе стороны от горизонтального (или вертикального) положения,	30	35	30	20	(наиб.) 25	(наиб.) 30
Частота вращения шпинделя инструмента (или заготовки), об/мин	100—630	63—500	50—400	50—400	160—1000	160—500
Осевая (продольная) подача инструмента (или заготовки), мм/мин	32—310	18—300	16—200	16—200	50—400	40—320

Продолжение табл. 30

Параметры	5701	5702В	5Б703	ВС-Б03В	5А913	5А915
Радиальная подача, мм/ход стола	0,01; 0,02; 0,03	0,02 – 0,06	0,025	–	–	–
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,9	3	3,2	3,2	3	3,2
Габаритные размеры:						
длина	1450	1820	2260	2260	1650	2260
ширина	870	1500	1265	1265	1460	1450
высота	1695	2120	1930	1930	1620	1930
Масса, кг	1560	5300	4000	4000	3400	4300

Примечания: 1. Полуавтоматы 5А913 и 5А915 зубохонинговые, соответственно горизонтальный и вертикальный, остальные полуавтоматы зубошвинговые;

2. Полуавтомат 5702В горизонтальный, остальные зубошвинговые полуавтоматы – вертикальные.

31. Зубопритирочные и контрольно-обкатные станки для конических колес

Размеры, мм

Параметры	5П722	5725Е	5Б720	5В722	5Д725	5Б725	5Б726	5А727
Наибольший диаметр обрабатываемого (или контролируемого) конического колеса	320	500	125	200	500	500	800	1600
Модуль обрабатываемого (или контролируемого) колеса	2–6	2,5– 10	0,3– 2,5	1,5– 8	2,5– 10	2,5– 10	5–16	8–30
Наибольшая длина образующей делительного конуса ведомого конического и гипоидного зубчатых колес	–	250	60	100	250	250	–	800
Частота вращения ведущего шпинделя, об/мин	1450	1450	600– 1000	1200; 800	300– 3000 (бесступенчатая)	625; 1250	220; 450; 625; 1250	200; 400; 800
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5	5,5	0,9	1,8; 2,1	6,5	2,2; 3,6	6,0; 9,0	7,5; 14
Габаритные размеры:								
длина	1540	1540	1000	1540	2330	2000	2990	3600
ширина	1480	1480	850	1100	1725	1550	2640	2950
высота	1810	1810	1380	1550	1900	1750	1905	2000
Масса, кг	4600	4800	990	1700	6290	3070	6550	7100

Примечания: 1. Станки 5П722 и 5725Е зубопритирочные, остальные контрольно-обкатные универсальные.

2. Для станков 5П722 и 5725Е число двойных осциллирующих ходов за один цикл 2–30.

32. Зубошлифовальные станки и полуавтоматы для цилиндрических колес

Размеры, мм

Параметры	5B830	5B832	5B833	5B835	5A841	5843	5851	5853	5891C	5A893C
Диаметр обрабатываемого зубчатого колеса	5-125	20-200	40-320	50-500	30-320	80-800	35-320	150-800	10-125	40-320
Модуль обрабатываемого зубчатого колеса	0,2-1,5	0,3-3	0,5-4	1,5-6	1,5-8	2-12	2-10	2-12	1-6	2-12
Наибольшая длина шлифуемого зуба прямозубого колеса	80	100	150	200	150	220	220	280	28	56
Наибольший угол наклона шлифуемого зубчатого колеса,	±45	±45	±45	±30	±45	±45	±45	±45	±30	±35
Число зубьев обрабатываемого зубчатого колеса	12-160	12-200	12-200	16-250	10-200	14-250	10-120	12-210	7-100	10-180
Шлифовальный круг		Червячный			Конический		Тарельчатый (два)		Конический	
Наибольшие размеры шлифовального круга (диаметр × ширина)	400 × 100	400 × 63	400 × 80	400 × 100	350 × 32	400 × 32	∅225	275 × 20	250 × 25	500 × 32
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1500	1500	1500	1500	1920	1670	1900; 2660	1900; 2660	2000; 2500	1150
Вертикальная подача суппорта заготовки (подача обката), мм/мин	3-160	3,78-165	3,78-165	2-165	(6-800)	(6-800)	-	-	-	-
Радиальная подача шпиндельной бабки за один ход суппорта	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,08	0,01-2,49	0,01-2,49	-	-	0,002-0,01	0,002-0,01
Продольная подача: стола (бесступенчатое регулирование), мм/мин за один обкат	-	-	-	-	-	-	100-1800	100-1500	-	-
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3	3	4	5,5	1,5	1,5	0,35-0,75 × 2	0,5-0,75 × 2	0,75	1,1
Габаритные размеры:										
длина	1950	2110	2400	2830	2850	3280	3170	3340	1590	2545
ширина	2000	2450	2500	2210	2315	2780	1820	2165	1500	1770
высота	1810	1985	2070	2345	2085	2525	2020	2340	1820	2190
Масса, кг	4480	7180	7000	8500	8000	11200	5600	7500	2800	3500

Примечание. Станки 5891C и 5A893C особо точные, предназначены для окончательной обработки эвольвентного профиля дольбаков, шеверов и измерительных колес.

33. Зубошлифовальные станки для конических колес

Размеры, мм

Параметры	58П70В	58К70В	5A872	5A872В
Наибольший диаметр обрабатываемого зубчатого колеса	320	320	800	800

Продолжение табл. 33

Параметры	58П70В	58К70В	5А872	5А872В
Наибольший модуль обрабатываемого зубчатого колеса	8	6	12	16
Наибольшая ширина зубчатого венца	32	50	125	125
Число зубьев обрабатываемого зубчатого колеса	15—100	10—100	4—100	5—150
Угол спирали, °	6—90	6—90	0—60	0—60
Угол зацепления, °	20	20	20±5	20±5
Диаметр шлифовального круга	275	100—250	160; 250; 315; 450	160; 200; 400; 500
Скорость шлифования, м/с	10—30	10—30	955—4150*	10—30
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3	3	4	4
Габаритные размеры:				
длина	3515	3515	2700	3460
ширина	1970	1970	2184	2600
высота	1715	1715	2015	2115
Масса, кг	8500	8500	12 500	13 300

* Частота вращения шлифовального круга, об/мин.

Примечание. Станок 58П70В для обработки прямозубых конических колес, остальные полуавтоматы для обработки конических колес с круговыми зубьями.

34. Резьбо- и червячно-шлифовальные станки

Размеры, мм

Параметры	5К822В; 5П822	5К821В; 5П821	5Д822В	5897	5К823В	МВ139	5К881	5887; 5887В
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:								
диаметр	$\frac{200}{160}$	$\frac{125}{120}$	$\frac{200}{160}$	10—33	$\frac{320}{280}$	20	125	320
длина	500	360	1500	80—280	1000	90	360	1000
Диаметр шлифуемых резьб кругом:								
однониточным	$\frac{3-150}{30-125}$	$\frac{2-95}{30-80}$	$\frac{20-150}{30-125}$	—	$\frac{30-320}{70-220}$	—	—	—
многониточным	10—120	10—65	20—120	—	30—320	—	—	—
Шаг шлифуемых резьб:								
однониточным кругом:								
метрической	$\frac{0,25-24}{1-6}$	$\frac{0,25-12}{0,5-6}$	$\frac{1,5-24}{1-6}$	$\frac{0,5-3,5}{—}$	$\frac{1-75}{1-6}$	0,2—2	—	—
дюймовой, число ниток на 1"	28—3	28—4,5	14—3	—	24—3	—	—	—
модульной	$\frac{0,3\pi-14\pi}{1-4}$	$\frac{0,3\pi-4\pi}{1-4}$	$\frac{1\pi-14\pi}{1,5-4}$	—	$\frac{0,5\pi-25\pi}{1-4}$	—	—	—
многониточным кругом	$\frac{1-3}{—}$	$\frac{1-3}{—}$	$\frac{1-3}{—}$	—	$\frac{1-6}{—}$	—	—	—
Наибольший диаметр шлифуемых червяков	—	—	—	—	—	—	125	50—320
Модуль шлифуемых червяков	—	—	—	—	—	—	1—6	1—16

Продолжение табл. 34

Параметры	5К822В; 5П822	5К821В; 5П821	5Д822В	5897	5К823В	МВ139	5К881	5887; 5887В
Число заходов шлифуемых червяков	—	—	—	—	—	—	1—6	1—8; 12
Наибольший ход винтовой линии шлифуемых червяков	—	—	—	—	—	—	113	200
Наибольшая высота профиля шлифуемой резьбы (или червяка)	18	12	18	—	55	—	13,2	35
Наибольший угол подъема винтовой линии шлифуемой резьбы (или червяка), °	± 30 ± 8	± 30 ± 6	± 20 ± 8	± 5	± 45 ± 10	± 6	± 35	± 45
Наибольший диаметр шлифовального круга	400 25—100	400 25—63	400 25—100	400	500 50—175	350	400	500
Ширина односточного шлифовального круга	$\frac{10}{6}$	$\frac{10}{6}$	$\frac{10}{6}$	20; 25; 32; 40	13—50	—	10; 16; 20	13; 25; 40
Конус Морзе конусных отверстий в шпинделе передней бабки и в пиноли задней бабки	4	4	4	3	5	1	4	5
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1657; 2340; 2655	1330— 2840	1657— 2340	1700— 2950	1335; 1600; 3720; 6370; 11450	1910— 3130	1657; 2340	1335; 1600
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин:								
рабочая	0,3—55	0,3—55	0,3—45	25— 200	0,125—37	31— 200	0,3— 45	0,14— 57
ускоренная	28—100	28—100	27—100	220	9,25—37	—	≤ 82	≤ 57
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3	3	3	6,3	5,5	0,6	3	5,5
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):								
длина	3500	3500	4434	4195	4920	1180	3690	5900
ширина	3310	3310	4084	3060	2850	2060	3900	3500
высота	1875	1875	1860	1860	2000	1365	1710	2000
Масса (с приставным оборудованием), кг	5565	5565	7282	5612	8800	1473	5076	8500

Примечания: 1. Данные, указанные в числителе, относятся к шлифованию наружных резьб, в знаменателе — к шлифованию внутренних резьб; полуавтоматы 5П822 и 5П821 повышенной точности, предназначены для шлифования только наружной цилиндрической резьбы без затылования и конусного шлифования.

2. Шлифование внутренних резьб на станке 5Д822В — по особому заказу.

3. Полуавтомат 5897 и специальный станок МВ139 для шлифования резьбы на метчиках.

4. Полуавтомат 5К881 и станки 5887 и 5887В червячно-шлифовальные; степень точности шлифования червяков по СТ СЭВ 311—76: мод. 5К881 — степень точности 5 для однозаходных червяков и степень точности 6 для многозаходных; мод. 5887 и 5887В — степень точности 4 для однозаходных червяков и степень точности 5 для многозаходных червяков.

35. Резьбонарезные и резьбофрезерные станки и полуавтоматы

Размеры, мм

Параметры	5991	5993	5994	2054М	2056
	5991П	5993П	5994П		
Диаметр нарезаемой резьбы	M4—M16	M12—M42	M24—M76	(M6)	(M18)
Шаг нарезаемой резьбы	0,75—2	1,75—4	3—6	0,4—1,25	1—3,5
Наибольшая длина нарезаемой резьбы	—	—	—	—	—
	125	280	400	—	—
Перемещение каретки:					
продольное	280	400	560	—	—
поперечное:	200	—	—	—	—
автоматическое	—	—	—	—	—
ручное	—	—	—	—	—
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин	90—500	45—250	16—90	224—2240	112—1120
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин	—	—	—	—	—
Скорость рабочего перемещения каретки, мм/мин	300—450	300—450	250—450	—	—
Вылет шпинделя	—	—	—	125	200
Наибольшее перемещение:					
резьбонарезной головки по колонне	—	—	—	130	300
стола вертикальное	—	—	—	—	350
шпинделя	—	—	—	45	90
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	3	4	0,6	1,3
Габаритные размеры:					
длина	1865	2125	2375	—	—
	2200	2705	2965	516	870
ширина	1150	1215	1270	—	—
	1425	1525	1625	715	590
высота	1380	1380	1380	—	—
	1260	1125	1345	1550	2025
Масса, кг	980	1350	1470	310	450
	1060	1350	1900	—	—
Параметры	2E056	5Б63	5Б63Г	5Б64	5Б65
Диаметр нарезаемой резьбы	(M18)	(M80)	(M80)	(M125)	(M200)
Шаг нарезаемой резьбы	0,5—3	(5)	(5)	(6)	(6)
Наибольшая длина нарезаемой резьбы	—	50	50	75	75
Перемещение каретки:					
продольное	—	355	810	430	600
поперечное:					
автоматическое	—	2—5	2—5	2—6	2—6
ручное	—	122	122	145	210
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин	112—1120	160—2500	80—630	63—1000	50—800
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин	—	0,315—16	0,315—10	0,16—8	0,1—5
Скорость рабочего перемещения каретки, мм/мин	—	—	—	—	—
Вылет шпинделя	230	—	—	—	—

Продолжение табл. 35

Параметры	2E056	5B63	5B63Г	5B64	5B65
Наибольшее перемещение:					
резьбонарезной головки по колонне	—	—	—	—	—
стола вертикальное	450	—	—	—	—
шпинделя	—	—	—	—	—
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,1	3	3	7,5	11
Габаритные размеры:					
длина	1000	1825	2295	2150	2385
ширина	500	1125	1085	1390	1420
высота	1780	1675	1675	1750	1725
Масса, кг	711	2506	2800	3900	4800

Примечания: 1. Станки 5B63, 5B63Г, 5B64 и 5B65 — резьбофрезерные полуавтоматы; остальные станки резьбонарезные.

2. Станки 2054М, 2056 и 2E056 вертикальные резьбонарезные, остальные — горизонтальные резьбонарезные полуавтоматы.

В скобках приведены наибольшие диаметр и шаг нарезаемой резьбы.

36. Гайконарезные автоматы

Размеры, мм

Параметры	2061	2062	2063	2064
Диаметр нарезаемой резьбы	M3—M5	M6—M10	M12—M20	M24—M30
Частота вращения шпинделя, об/мин	400—2240	280—900	100—560	106—335
Производительность, шт/ч	4500—6500	1980—4000	950—1900	480—880
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,6	1,1	3	5,5
Габаритные размеры:				
длина	790	745	980	1210
ширина	480	470	615	730
высота	1300	1155	1410	1500
Масса, кг	295	370	640	985

Примечание. Все гайконарезные автоматы двухшпиндельные, предназначены для нарезания правой метрической и дюймовой резьб в шестигранных гайках.

Фрезерные станки

37. Вертикально-фрезерные консольные станки

Размеры, мм

Параметры	6Т104	6Р10	6Р11	6Р11Ф3-1	6Р11МФ3-1
Размеры рабочей поверхности стола (ширина × длина)	160 × 630	—	250 × 1000	250 × 1000	250 × 1000
Наибольшее перемещение стола:					
продольное	400	500	630	630	630
поперечное	160	160	200	300	300
вертикальное	320	300	350	350	350
Перемещение гильзы со шпинделем	—	60	60	—	—
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	± 45	± 45	± 45	—	—
Внутренний конус шпинделя (конусность 7:24)	—	—	50	50	50
Число скоростей шпинделя	12	12	16	16	Б/с
Частота вращения шпинделя, об/мин	63—2800	50—2240	50—1600	80—2500	63—2500
Число подач стола	12	12	16	Б/с	Б/с
Подача стола, мм/мин:					
продольная и поперечная	11,2—500	25—1120	35—1020	0,1—4800	0,1—4800
вертикальная	—	12,5—560	14—390	0,1—4800	0,1—4800
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:					
продольного и поперечного	3800	2300	2900	4800	4800
вертикального	—	1120	1150	4800	4800
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2	3	5,5	5,5	8
Габаритные размеры:					
длина	1250	1445	1480	4000*	2750
ширина	1205	1875	1990	2000	2230
высота	1630	1750	2360	2220	2450
Масса (без выносного оборудования), кг	830	1300	2360	2760	2650

Параметры	6Р12	6Р13	6Р13Ф3-01	6Р13РФ3
Размеры рабочей поверхности стола (ширина × длина)	320 × 1250	400 × 1600	400 × 1600	400 × 1600
Наибольшее перемещение стола:				
продольное	800	1000	1000	1000
поперечное	280	300	400	400
вертикальное	420	420	380	380
Перемещение гильзы со шпинделем	70	80	150	—
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	± 45	± 45	—	—
Внутренний конус шпинделя (конусность 7:24)	50	50	50	50
Число скоростей шпинделя	18	18	18	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5—1600	31,5—1600	40—2000	40—2000
Число подач стола	18	18	Б/с	Б/с
Подача стола, мм/мин:				
продольная и поперечная	25—1250	25—1250	10—1200	10—1200
вертикальная	8,3—416,6	8,3—416,6	10—1200 (гильзы со шпинделем)	10—1200

Продолжение табл. 37

Параметры	6P12	6P13	6P13Ф3-01	6P13PФ3
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:				
продольного и поперечного	3000	3000	2400	2400
вертикального	1000	1000	2400	2400
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5	11	7,5	7,5
Габаритные размеры:				
длина	2305	2560	3620	3425
ширина	1950	2260	4150	3200
высота	2020	2120	2760	2520
Масса (без выносного оборудования), кг	3120	4200	5650	6750

* С приставным оборудованием.

Примечания: 1. На станках с ЧПУ мод. 6P11Ф3-1, 6P11MФ3-1, 6P13Ф3-01, 6P13PФ3 дискретность задания размеров по координатам 0,01 мм. На станке 6P11MФ3-1 емкость инструментального магазина – восемь инструментов, на станке 6P13PФ3 емкость револьверной головки – шесть инструментов.
 2. Б/с – бесступенчатое регулирование.

38. Вертикально-фрезерные станки с крестовым столом

Размеры, мм

Параметры	6520Ф3	6540	6550	6550Ф3	6550PФ3
Размеры рабочей поверхности стола	250 × 630	400 × 1000	500 × 1250	500 × 1000	500 × 1000
Наибольшие перемещения:					
стола:					
продольное	500	800	1000	800	800
поперечное	250	400	500	500	500
шпиндельной бабки	350	430	530	530	530
гильзы шпинделя	—	120	120	—	—
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	100–450	100–530	100–630	100–630	100–630
Внутренний конус шпинделя (по ГОСТ 15945–82)	45	50	50	50	50
Число скоростей шпинделя	18	18	18	20	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5–1600	31,5–1600	31,5–1600	20–1600	40–2000
Подача (бесступенчатое регулирование), мм/мин:					
стола	5–1500	10–2000	10–2000	4,8–1200 (ступенчатая)	5–1200
шпиндельной бабки	5–1500	4–800	4–800	4,8–1200 (ступенчатая)	5–1200
Скорость быстрого перемещения, мм/мин:					
стола	5000	3000	3000	1200–4800	4800
шпиндельной бабки	5000	800	800	1200–4800	4800
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	4	7,5	10	8	4,3
Габаритные размеры:					
длина	3050	2640	2720	5000	5000
ширина	2150	2655	3205	3550	4380
высота	2185	2795	2930	3180	3300
Масса, кг	3700	6500	7500	10490	10500

Продолжение табл. 38

Параметры	6560	654Ф3	6560МФ3	6А56	6А59
Размеры рабочей поверхности стола	630 × 1600	630 × 1600	630 × 1600	800 × 2000	1000 × 2500
Наибольшие перемещения:					
стола:					
продольное	1250	1250	1250	1600	2000
поперечное	630	630	630	800	1000
шпиндельной бабки	625	625	775	800	900
гильзы шпинделя	125	—	—	150	150
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	125—750	100—530	125—900	100—900	100—1000
Внутренний конус шпинделя (по ГОСТ 15945—82)	50	50	50	50	60
Число скоростей шпинделя	18	18	52	18	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	25—1250	25—1250	5,6—2000	25—1250	25—1250
Подача (бесступенчатое регулирование), мм/мин:					
стола	10—2200	0,1—4800	0,1—4800	2,5—2200	2,5—2200
шпиндельной бабки	3—730	0,1—4800	0,1—4800	0,6—550	0,6—550
Скорость быстрого перемещения, мм/мин:					
стола	3000	4800	9600	3600	3600
шпиндельной бабки	1000	4800	9600	750	750
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	15	15	15	22	22
Габаритные размеры:					
длина	4190	3278	3440	5300	6500
ширина	3400	4526	3490	3900	4550
высота	3120	3571	4120	4000	4700
Масса, кг	11500	11800	16500	19100	23600

Примечания: 1. На станках с ЧПУ мод. 6520Ф3, 6550Ф3, 6550РФ3, 654Ф3, 6560МФ3 дискретность задания размеров по координатам 0,01 мм.

2. Емкость инструментального магазина (револьверной головки) у станков 6560МФ3 и 6550РФ3 соответственно 24 и 6 инструментов.

3. Угол поворота шпиндельной бабки станка 6560 составляет $\pm 30^\circ$.

39. Фрезерные широкоуниверсальные (инструментальные) станки

Размеры, мм

Параметры	6712В; 6712П	6Б75В; 6Б75ВФ1	676П	6Б76ПФ2
Размеры рабочей поверхности основного вертикального стола	125 × 320	200 × 500	250 × 630	250 × 630
Наибольшие перемещения:				
вертикального стола:				
продольное	200	320	400	400
вертикальное	250	320	380	400
шпиндельной бабки	125	200	250	250
гильзы вертикальной головки	40	60	60	—
Наибольший угол поворота вертикальной головки,	± 90	± 90	± 90	—
Расстояние до рабочей поверхности горизонтального стола:				
от оси горизонтального шпинделя	30—312	80—450	80—460	115—565
от торца вертикального шпинделя	0—282	90—460	0—380	95—545

Параметры	6712В; 6712П	6Б75В; 6Б75ВФ1	676П	6Б76ПФ2
Частота вращения шпинделей, об/мин:				
горизонтального	63—3150	40—2240	50—1630	40—2000
вертикального	63—3150	40—2240	63—2040	40—2000
Продольная, поперечная и вертикальная подачи с бесступенчатым регулированием, мм/мин	6,3—250	10—600	13—395	2,5—1600
Скорость быстрого перемещения стола и шпиндельной бабки, мм/мин	1250	1200	(ступенчатое) 935	3000
Размеры рабочей поверхности углового универсального стола	125 × 400	200 × 500	200 × 630	250 × 800
Диаметр рабочей поверхности круглого стола	160	250	250	—
Высота центров делительной головки	70	107	107	—
Частота вращения быстроходной головки, об/мин	157,5—7875	104—5000	156—5300	—
Наибольшее перемещение резца подрезной головки	30	30	—	—
Подача резца подрезной головки, мм/об	0,1	0,1	—	—
Наибольший ход долбежной головки	40	80	80	—
Число двойных ходов в минуту долбежной головки	50—100	40—100	50—100	—
Наибольшая длина нарезаемой спирали спирально-фрезерным приспособлением	150	320	—	—
Наибольший шаг нарезаемой спирали	20	—	—	—
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,75	1,5	2,2	2,2
Габаритные размеры:				
длина	2260	3700	1285	3600
ширина	2000	1975	1215	2150
высота	1320	1695	1780	2020
Масса, кг	560	1452	910	1850

40. Горизонтально-фрезерные универсальные и широкоуниверсальные консольные станки

Размеры, мм

Параметры	6Т804Г	6Р80	6Р80Ш	6Р81	6Р81Ш	6Р82Г	6Р82Ш	6Р83	6Р83Ш
Размеры рабочей поверхности стола	—	200 × × 800	200 × × 800	250 × × 1000	250 × × 1000	320 × × 1250	320 × × 1250	400 × × 1600	400 × × 1600
Наибольшее перемещение стола:									
продольное	400	500	500	630	630	800	800	1000	1000
поперечное	160	160	160	200	200	250	250	320	320
вертикальное	320	300	300	320	350	420	420	350	420
Расстояние:									
от оси горизонтального шпинделя до поверхности стола	30—350	20—320	50—350	50—370	50—400	30—450	30—450	30—380	30—450
от оси вертикального шпинделя до направляющих станины	—	—	205 (наим.)	—	250—845	—	260—820	—	250—900
от торца вертикального шпинделя до поверхности стола	—	—	50—350	—	160—510	—	35—535	—	70—570
Наибольшее перемещение гильзы вертикального шпинделя	—	—	60	—	80	—	80	—	80

Продолжение табл. 40

Параметры	6Т804Г	6Р80	6Р80Ш	6Р81	6Р81Ш	6Р82Г	6Р82Ш	6Р83	6Р83Ш
Наибольший угол поворота стола, °	—	± 45	—	± 45	—	—	—	± 45	—
Угол поворота вертикальной фрезерной головки, °, в плоскости, параллельной:									
продольному ходу стола	—	—	± 90	—	360	—	360	—	360
поперечному ходу стола:									
от станины	—	—	45	—	90	—	90	—	90
к станине	—	—	30	—	45	—	45	—	45
Внутренний конус шпинделя по ГОСТ 15945—82:									
горизонтального	—	40	40	45	45	50	50	50	50
вертикального	—	—	Морзе 4	—	Морзе 4	—	40	—	40
Число скоростей шпинделя:									
горизонтального	12	12	12	16	16	18	18	18	18
вертикального	—	—	12	—	12	—	11	—	11
Частота вращения шпинделя, об/мин:									
горизонтального	63—2800	50—2240	50—2240	50—1600	50—1600	31,5—1600	31,5—1600	31,5—1600	31,5—1600
вертикального	—	—	56—2500	—	45—2000	—	50—1600	—	50—1600
Число рабочих подач стола	12	12	12	16	16	18	18	18	18
Подача стола, мм/мин:									
продольная	11,2—500	25—1120	25—1120	35—1020	35—1020	25—1250	25—1250	25—1250	25—1250
поперечная	Ручная	25—1120	25—1120	28—790	28—790	25—1250	25—1250	25—1250	25—1250
вертикальная	Ручная	12,5—560	12,5—560	14—390	14—390	8,3—416,6	8,3—416,6	8,3—416,6	8,3—416,6
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:									
продольного	3800	2300	2300	2900	2900	3000	3000	3000	3000
поперечного	—	2300	2300	2300	2300	3000	3000	3000	3000
вертикального	—	1120	1120	1150	1150	1000	1000	1000	1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2	3	3	5,5	5,5	7,5	7,5	11	11
Габаритные размеры:									
длина	1315	1525	1525	1480	1480	2305	2470	2560	2680
ширина	1205	1875	1875	1990	2045	1950	1950	2260	2260
высота	1350	1515	1765	1630	1890	1680	1950	1770	2040
Масса, кг	800	1290	1340	2280	2530	2900	3300	3800	4050

Примечание. Станки 6Р80Ш, 6Р81Ш, 6Р82Ш и 6Р83Ш широкоуниверсальные класса точности П.

41. Копировально-фрезерные станки

Размеры, мм

Параметры	6Л463	641	6464	6520К	6530К
Размеры рабочей поверхности стола:					
заготовки	200 × 320	250 × 400	250 × 450	250 × 630	320 × 800
копира	250 × 400	400 × 500	400 × 500	250 × 320	250 × 320

Продолжение табл. 41

Параметры	6Л463	641	6464	6520К	6530К
Наибольшее перемещение:					
стола заготовки:					
продольное (или горизонтальное)	200	150	200	500	500
поперечное (или осевое)	125	350	400	250	320
вертикальное	250	300	350	—	—
стола копира (или копировального прибора):					
продольное (или горизонтальное)	—	—	350	—	—
поперечное (или осевое)	—	—	400	—	—
вертикальное	—	140	320	—	—
Наибольшее перемещение:					
осевое шпинделя	—	50	—	—	—
вертикальное шпиндельной бабки	—	—	—	275	350
Расстояние от торца (или от оси) шпинделя до поверхности стола	—	—	—	100—375	100—375
Масштаб копирования	1:1— 1:50	1:1,5— 1:10	1:1,3— 1:10	1:1	1:1
Число скоростей шпинделя	12	12	13	18	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	1260— 15900	800— 10000	800— 12500	31,5—1600	31,5—1600
Продольная (или горизонтальная) и поперечная (или осевая) подача стола, мм/мин	—	—	—	30—550 (по контуру)	30—700 (по контуру)
Вертикальная подача стола (или шпиндельной бабки), мм/мин	—	—	—	20—200	20—200
Скорость быстрого перемещения подвижных рабочих органов, мм/мин	—	—	—	1000	1100
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,25	0,6; 0,85	0,37	4	4
Габаритные размеры:					
длина	1100	1720	1640	2335	2000
ширина	1000	1520	1130	2440	2500
высота	1260	1740	1330	2085	2185
Масса, кг	250	1250	650	3400	3700

Параметры	6Р12К-1	6Р13К-1	6Б443Г; 6Б443ГФ3	6Б444/6Б444Ф3
Размеры рабочей поверхности стола:				
заготовки	320 × 1250	400 × 1600	630 × 1250	1000 × 2000
копира	250 × 500	300 × 700	—	—
Наибольшее перемещение:				
стола заготовки:				
продольное (или горизонтальное)	800	800	1000	1400
поперечное (или осевое)	250	320	320	—
вертикальное	420	430	560	—
стола копира (или копировального прибора):				
продольное (или горизонтальное)	—	—	100	100
поперечное (или осевое)	70	100	380	700
вертикальное	—	—	250	450
Наибольшее перемещение:				
осевое шпинделя	70	85	175	500
вертикальное шпиндельной бабки	—	—	—	800
Расстояние от торца (или от оси) шпинделя до поверхности стола	30—450	30—480	120 (наим.)	100 (наим.)

Продолжение табл. 41

Параметры	6P12K-1	6P13K-1	6Б443Г; 6Б443ГФ3	6Б444/6Б444Ф3
Масштаб копирования	1:1	1:1	1:1	1:1
Число скоростей шпинделя	18	18	20	20
Частота вращения шпинделя, об/мин	40—2000	40—2000	31,5—2500	25—2000
Продольная (или горизонтальная) и поперечная (или осевая) подача стола, мм/мин	18—1000	20—1000	6,3—1000	6—1000
Вертикальная подача стола (или шпиндельной бабки), мм/мин	15—750	15—750	6,3—1000	6—1000
Скорость быстрого перемещения подвижных рабочих органов, мм/мин	1500	1500	4000	4000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5	7,5	5,5	7
Габаритные размеры:				
длина	2500	3460	4750	5500/6350
ширина	1950	3000	4550	5560/5115
высота	2035	2120	2630	3500
Масса, кг	3850	4850	9100	27 000/22 900

Примечания: 1. Станки 6Л463, 641 и 6464 — с пантографом;

2. Станки 6520К и 6530К с крестовым столом, станки 6P12K-1 и 6P13K-1 консольные.

3. Станки 6Б443Г, 6Б443ГФ3, 6Б444 и 6Б444Ф3 горизонтальные.

4. Для станков с ЧПУ мод. 6Б443ГФ3, 6Б444Ф3 дискретность задания размеров по координатам 0,01 мм.

42. Продольно-фрезерные одностоечные и двухстоечные станки

Размеры, мм

Параметры	6305Ф4	6У312*	6У316*	6605	6606	6Г608
Размеры рабочей поверхности стола	500 × 1250	1250 × × 4000	1600 × × 5000	500 × 1600	630 × 2000	630 × 2500
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	1000	18 000	25 000	1500	2500	4500
Расстояние до поверхности стола:						
от оси горизонтального шпинделя	0—500	0—1050	0—1050	25—600	25—560	25—700
от торца вертикального шпинделя	—	260—1330	260—1330	—	25—760	25—930
Расстояние между торцами горизонтальных шпинделей	—	—	—	340—740	470—870	550—1050
Число шпиндельных бабок:						
горизонтальных	1	1	1	2	2	2
вертикальных	—	1	1	—	1	1
Наибольшие перемещения:						
стола продольное	1250	4500	5500	1600	2000	2500
гильз шпинделей (или бабки)	365	315	315	200	200	250
Число скоростей шпинделя	21	18	18	21	21	20
Частота вращения шпинделя, об/мин	16—1600	25—1250	25—1250	16—1600	16—1600	16—1250
Подача, мм/мин:						
стола	10—2500	5—2000	5—2000	10—3000	10—3000	10—2500
шпиндельной бабки	10—2500	10—2000	10—2000	10—1000	10—1000	10—1000

Параметры	6305Ф4	6У312*	6У316*	6605	6606	6Г608
Подача гильз шпинделей, мм/мин	10—2500	5—1000	5—1000	—	—	—
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт (в зависимости от числа шпиндельных бабок)	7,8	22×2	22×2	11×2	11×3	15×3
Габаритные размеры:						
длина	5300	11070	13170	5400	6200	7435
ширина	4050	4360	4535	3550	3750	4100
высота	3175	5500	5500	2300	3600	3800
Масса, кг	14000	52700	57700	13600	21500	27500
Параметры	6М610Ф3	6Г610	6У612*	6620*	6625*	
Размеры рабочей поверхности стола	1000×1600	1000×3150	1250×4000	2000×6300	2500×8000	
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	5000	6000	18000	50000	65000	
Расстояние до поверхности стола:						
от оси горизонтального шпинделя	—	25—900	0—1050	0—1765	0—1765	
от торца вертикального шпинделя	90—990	25—1130	260—1330	175—2180	175—2180	
Расстояние между торцами горизонтальных шпинделей	—	750—1250	860—1490	1550—2250	2115—2815	
Число шпиндельных бабок:						
горизонтальных	—	2	2	2	2	
вертикальных	1	2	2	2	2	
Наибольшие перемещения:						
стола продольное	1900	3200	4500	6800	8500	
гильз шпинделей (или бабок)	1900	250	315	350	350	
Число скоростей шпинделя	Бесступенчатое	20	18	18	18	
Частота вращения шпинделя, об/мин	10—1600	16—1250	25—1250	20—1000	20—1000	
Подача, мм/мин:						
стола	3—3000	10—2500	5—2000	5—2000	5—2000	
шпиндельной бабки	3—3000	10—1000	10—2000	10—2000	10—2000	
гильз шпинделей	—	—	5—1000	5—1000	5—1000	
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт (в зависимости от числа шпиндельных бабок)	30	18,5×4	22×4	30×4	30×4	
Габаритные размеры:						
длина	8650	8700	11070	18970	22460	
ширина	8750	5000	5630	8270	8830	
высота	5400	4050	5200	6700	6700	
Масса, кг	35800	35000	69500	121900	130000	

* Наибольший угол поворота вертикальных фрезерных бабок $\pm 45^\circ$.

Примечания: 1. Станки 6305Ф4, 6У312 и 6У316 одноступенчатые, остальные — двухступенчатые.
2. На станках с ЧПУ мод. 6305Ф4, 6М610Ф3 дискретность задания размеров по координатам 0,01 мм.

Строгальные и долбежные станки

43. Одностоечные и двустоечные продольно-строгальные и строгально-фрезерные станки

Размеры, мм

Параметры	7110	7112	7116	7210-6	7210	7212
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки:						
при строгании	900 × 1000	1120 × 1250	1400 × 1600	900 × 1000	900 × 1000	1120 × 1250
при фрезеровании	—	—	—	—	—	—
Размеры рабочей поверхности стола	900 × 3000	1120 × 4000	1400 × 6000	900 × 6000	900 × 3000	1120 × 4000
Наибольшее расстояние между поверхностью стола и поперечной	1000	1220	1500	1000	1000	1220
Расстояние между стойками	—	—	—	1100	1100	1350
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг:						
на 1 м длины стола	1500	2000	2000	1500	1500	2000
общая	4500	8000	12 000	9000	4500	8000
Наибольшее перемещение:						
стола	3200	4200	6200	6200	3200	4200
ползунов суппорта	300	300	300	300	300	300
Скорость хода стола (бесступенчатое регулирование), м/мин:						
рабочего	4—90	4—80	4—80	3,2—80	4—90	4—80
обратного	12—90	12—80	12—80	3,2—80	12—90	12—80
Подача стола при фрезеровании, мм/мин	—	—	—	—	—	—
Подача суппортов поперечины, мм/дв. ход:						
горизонтальная	0,5—25	0,5—25	0,5—25	0,5—25	0,5—25	0,5—25
вертикальная	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5
Подача боковых суппортов (горизонтальная и вертикальная), мм/дв. ход	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5
Наибольшая тяговая сила на рейке стола, кН	70	120	140	50	70	120
Мощность электродвигателей привода стола, кВт, при строгании	75	100	100	75	75	100
Габаритные размеры:						
длина	7950	9950	14 000	13 600	7950	9950
ширина	3700	4200	4500	4000	4170	4500
высота	3550	4100	4750	3450	3450	3800
Масса, кг	27 500	35 000	50 000	30 500	27 500	35 000

Параметры	7212Г	7216	7216Г	7Б220-6	7228
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки:					
при строгании	1120 × 1250	1400 × 1600	1400 × 1600	1800 × 2000	2240 × 3150
при фрезеровании	1070 × 1150	—	1350 × 1600	—	—
Размеры рабочей поверхности стола	1120 × 4000	1400 × 6000	1400 × 6000	1800 × 6300	2800 × 8000

Продолжение табл. 43

Параметры	7212Г	7216	7216Г	7Б220-6	7228
Наибольшее расстояние между поверхностью стола и поперечиной	1220	1500	1420	1930	2360
Расстояние между стойками	1350	1800	1800	2150	3350
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг:					
на 1 м длины стола	2000	2000	2000	—	—
общая	8000	12 000	12 000	25 000	70 000
Наибольшее перемещение: стола	4200	6200	6200	6300	8150
ползунов суппорта	300	300	300	600	600
Скорость хода стола (бесступенчатое регулирование), м/мин:					
рабочего	4—80	4—80	4—80	1,7—85	1,2—60
обратного	4—80	12—80	4—80	1,7—85	1,2—60
Подача стола при фрезеровании, мм/мин	50—3550	—	50—3200	—	—
Подача суппортов поперечины, мм/дв. ход:					
горизонтальная	0,5—25	0,5—25	0,5—25	0,1—25	0,1—25
вертикальная	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,2—50	0,2—50
Подача боковых суппортов (горизонтальная и вертикальная), мм/дв. ход	0,25—12,5	0,25—12,5	0,25—12,5	0,2—50	0,2—50
Наибольшая тяговая сила на рейке стола, кН	120	140	140	150	190
Мощность электродвигателей привода стола, кВт, при строгании	100; 7,2*	100	100; 7,2*	125	125
Габаритные размеры:					
длина	9950	14 000	14 000	17 300	20 900
ширина	5000	4800	5450	7100	8250
высота	4050	4350	4350	5800	6200
Масса, кг	38 000	48 000	51 000	98 200	124 700

* При фрезеровании.

Примечания: 1. Станки 7110, 7112, 7116 одноступенчатые, остальные—двухступенчатые.
 2. Станки 7212Г и 7216Г строгально-фрезерные (комбинированные), остальные — продольно-строгальные.
 3. У всех станков угол поворота суппортов $\pm 60^\circ$. У станков 7212Г и 7216Г наибольшее перемещение гильзы фрезерной головки 200 мм, угол поворота фрезерных головок $\pm 30^\circ$, частота вращения шпинделя при фрезеровании 25—800 об/мин, подача фрезерных кареток бесступенчатая 20—1250 мм/мин, мощность электродвигателя фрезерной головки 13 кВт.

44. Поперечно-строгальные станки

Размеры, мм

Параметры	7А311	7Е35	7М36	7Д36	7Д36Ц
Длина хода ползуна	10—200	500 (наиб.)	150—700	150—710	150—700
Наибольшее расстояние от опорной поверхности резца до станины, (вылет)	280	670	840	820	840

Продолжение табл. 44

Параметры	7307	7307Д	7Д37Ц	7310Д
высота	1665	1890	1980	1920
Масса, кг	2800	3400	4700	4400

Примечания: 1. Станки 7А311 и 7Е35 с механическим приводом, остальные с гидравлическим приводом.

2. Станки 7Д36Ц и 7Д37Ц с цикловым программным управлением.

3. Наибольший угол поворота суппорта для всех станков $\pm 60^\circ$; для всех станков, кроме 7А311, 7Е35, 7307 скорость ползуна 3–48 м/мин.

45. Долбежные станки

Размеры, мм

Параметры	7А412	7Д430	7Д450	7410	7414
Длина хода долбьяка	10–100	120–320	120–500	1200 (наиб.)	1600 (наиб.)
Расстояние от наружной плоскости резцедержателя до стойки (вылет)	320	615	710	1150	1400
Расстояние от плоскости стола до нижнего конца направляющих долбьяка	200	500	700	1200	800–1600
Диаметр рабочей поверхности стола	360	—	—	1250	1600
Наибольшее перемещение стола:					
продольное	350	650	800	1400	1800
поперечное	280	510	650	1000	1250
Угол наклона долбежной головки, °	± 5	± 10	± 10	± 10	± 10
Наибольшее сечение резца	16 × 24	20 × 32	25 × 40	40 × 63	40 × 63
Число двойных ходов долбьяка в минуту	52; 67; 101; 210	—	—	—	—
Скорость долбьяка на рабочем ходу, м/мин	—	3–38	3–38	2–30	2–30
Подача стола за один двойной ход долбьяка:					
продольная	0,1–1	0,2–2,5	0,2–2,5	0,2–10	0,2–10
поперечная	0,1–1	0,1–2,5	0,1–2,5	0,2–10	0,2–10
круговая	0,067–0,67	0,1–1,4	0,1–1,4	0,2–10	0,2–10
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,8–1,5	10	10	55	50
Габаритные размеры:					
длина	1950	3030	3540	6070	7000
ширина	980	2175	2890	4335	5100
высота	1825	3010	3465	5300	6500
Масса, кг	1200	5700	8200	30 000	34 500

Примечания: 1. Станки 7Д430 и 7Д450 с гидравлическим приводом, остальные — с электроприводом. При этом станки 7410 и 7414 имеют привод от регулируемых электродвигателей постоянного тока.

2. Для всех станков угол поворота стола 360° .

3

Глава

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При срезании припуска с заготовки и превращении ее в готовое изделие режущий инструмент и заготовка совершают рабочие движения. По ГОСТ 25762-83 различают следующие виды движений (рис. 1).

Главное движение резания D_r — прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью v_s в процессе резания.

Движение подачи D_p — прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого v_p меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность.

Касательное движение — прямолинейное поступательное или вращательное движение

режущего инструмента, скорость которого v_k меньше скорости главного движения резания и направлена по касательной к режущей кромке, предназначенное для того, чтобы сменять контактирующие с заготовкой участки режущей кромки.

Результурующее движение резания — суммарное движение v_e режущего инструмента относительно заготовки, включающее главное движение резания, движение подачи и касательное движение.

Геометрические и конструктивные элементы режущих инструментов

Все виды режущего инструмента состоят из двух основных частей — *рабочей части*, содержащей лезвия и выглаживатели (при их наличии), и *крепежной части*, предназначенной для установки и крепления режущего инструмента в технологическом оборудовании или приспособлении (различного вида хвостовики, посадочные отверстия) (ГОСТ 9472-83; ГОСТ 4044-70; ГОСТ 7343-72; ГОСТ 9272-81; ГОСТ 9523-84 и др.) (рис. 2).

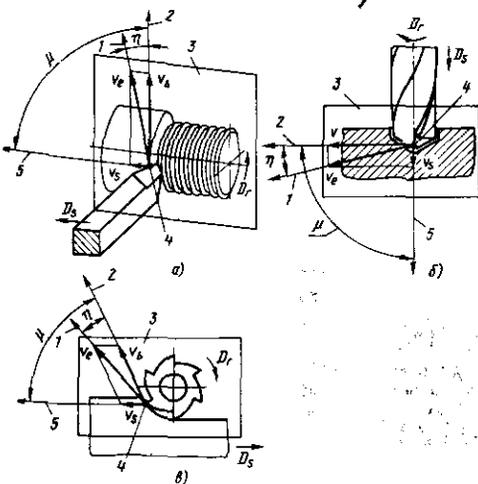


Рис. 1. Элементы движений в процессе резания при обтачивании (а), сверлении (б) и фрезеровании (в): 1 — направление скорости результирующего движения резания; 2 — направление скорости главного движения резания; 3 — рабочая плоскость; 4 — рассматриваемая точка режущей кромки; 5 — направление скорости движения подачи

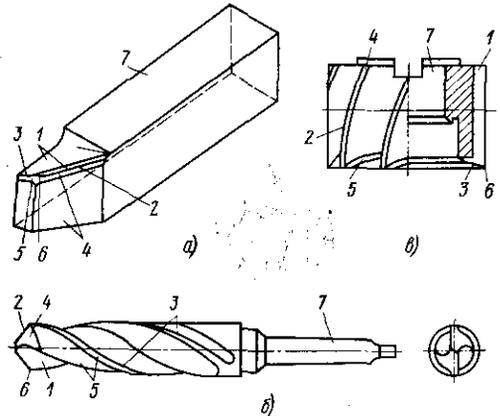


Рис. 2. Геометрические и конструктивные элементы режущих инструментов: а — токарного резца; б — сверла; в — фрезы: 1 — передняя поверхность лезвия; 2 — главная режущая кромка; 3 — вспомогательная режущая кромка; 4 — главная задняя поверхность лезвия; 5 — вспомогательная задняя поверхность лезвия; 6 — вершина лезвия; 7 — крепежная часть инструмента

Оптимизация процесса резания предполагает назначение величины углов заточки инструмента в зависимости от конкретных свойств обрабатываемого материала с учетом прочностных свойств инструментального материала и специфики относительных рабочих движений заготовки и режущего инструмента.

Различают кинематические углы инструмента (табл. 1), измеряемые в кинематической системе координат (прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости v_c результирующего движения резания), и статические углы инструмента (см. табл. 1), измеряемые в статической системе координат (прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости v главного движения резания).

1. Кинематические и статические углы режущих инструментов (по ГОСТ 25762-83)

Угол	Определение
<i>Кинематические углы (см. рис. 3-5)</i>	
Кинематический главный задний угол α_k	Угол в кинематической главной секущей плоскости $P_{тк}$ между задней поверхностью лезвия и кинематической плоскостью резания *1 $P_{лк}$
Кинематический главный передний угол γ_k	Угол в кинематической главной секущей плоскости $P_{тк}$ между передней поверхностью лезвия и кинематической основной плоскостью *2 P_{vk}
Кинематический угол наклона кромки λ_k	Угол в кинематической плоскости резания $P_{лк}$ между режущей кромкой и кинематической основной плоскостью P_{vk}
Кинематический угол в плане ϕ_k *3	Угол в кинематической основной плоскости P_{vk} между кинематической плоскостью резания $P_{лк}$ и рабочей плоскостью *4 P_s
Кинематический главный угол заострения β_k	Угол в кинематической главной секущей плоскости $P_{тк}$ между передней и задней поверхностями лезвия

Продолжение табл. 1

Угол	Определение
<i>Статические углы (см. рис. 3-5)</i>	
Статический главный задний угол α_c	Угол в статической главной секущей плоскости $P_{тс}$ лезвия между задней поверхностью и статической плоскостью резания *5 $P_{пс}$
Статический главный передний угол γ_c	Угол в статической главной секущей плоскости $P_{тс}$ между передней поверхностью лезвия и статической основной плоскостью $P_{вс}$
Статический угол наклона кромки λ_c	Угол в статической плоскости резания $P_{пс}$ между режущей кромкой и статической основной плоскостью $P_{вс}$
Статический угол в плане ϕ_c *3	Угол в статической основной плоскости $P_{вс}$ между статической плоскостью резания $P_{пс}$ и рабочей плоскостью P_s
Статический главный угол заострения β_c	Угол в статической главной секущей плоскости $P_{тс}$ между передней и задней поверхностями лезвия

*1 Кинематическая плоскость резания $P_{лк}$ — координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная кинематической основной плоскости $P_{тк}$.

*2 Основная плоскость (статическая $P_{вс}$ и кинематическая P_{vk}) — координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно направлению скорости главного или результирующего движения в этой точке (соответственно в статической или кинематической системе координат).

*3 На рис. 3-5 угол ϕ .

*4 Рабочая плоскость P_s — плоскость, в которой расположены направления скоростей главного движения резания и движения подачи.

*5 Статическая плоскость резания $P_{пс}$ — координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная к статической основной плоскости $P_{вс}$.

Примечание. В последующих разделах гл. 3 «Металлорежущие инструменты» для всех видов обработки приведены значения статических углов инструментов, назначаемых с учетом изменений их величин в процессе рабочих движений.

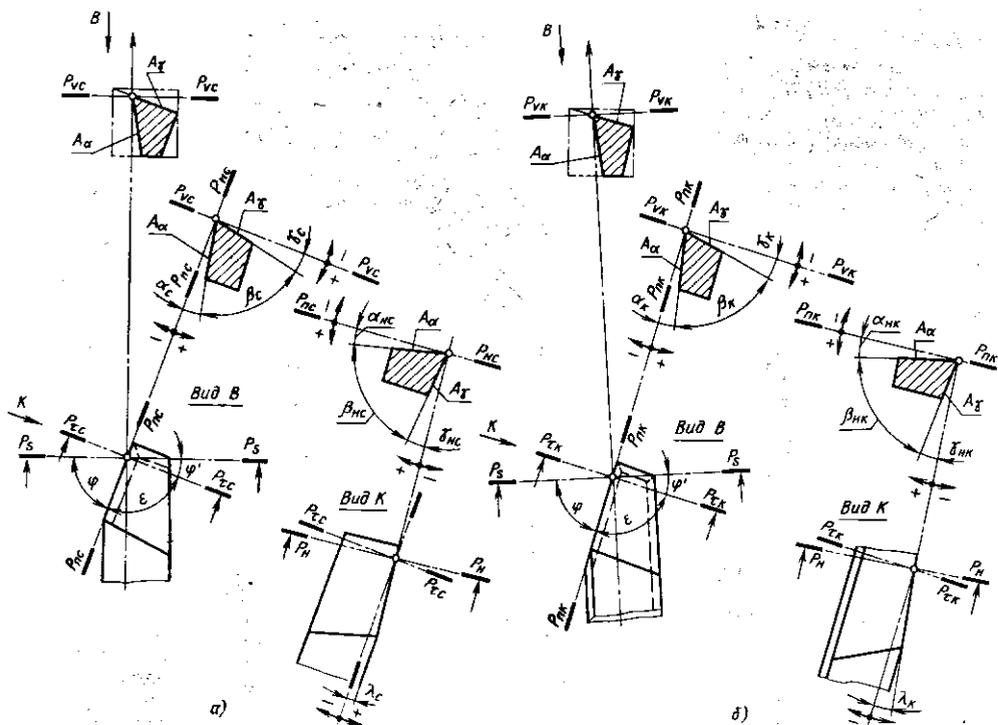


Рис. 3. Углы токарного проходного реза системы координат: а — статической; б — кинематической

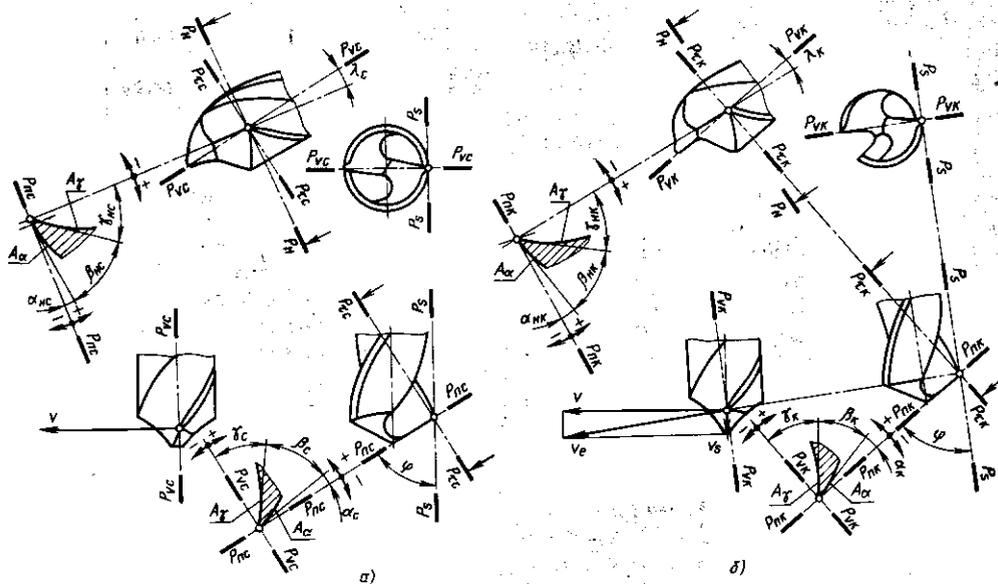


Рис. 4. Углы спирального сверла в системе координат: а — статической; б — кинематической

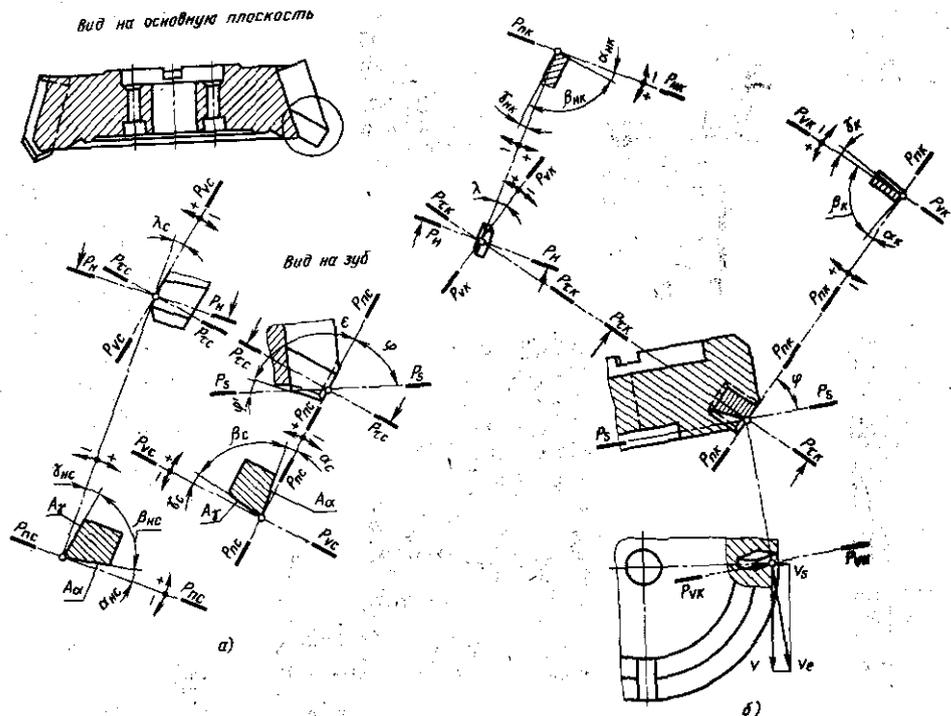


Рис. 5. Углы торцовых фрез: а — со вставными зубьями в статической системе координат; б — со вставными квадратными пластинами в кинематической системе координат

Инструментальные материалы и области их применения

Большинство конструкций металлорежущего инструмента изготавливают составными — рабочая часть из инструментального материала, крепежная из обычных конструкционных сталей (сталь 45, 50, 40Х и т. п.; в случае тяжело нагруженных корпусов — сталь У10 или 9ХС). Исключение составляют мелкоразмерные или слесарные инструменты, изготавливаемые целиком из инструментального материала, а также инструменты, изготавливаемые из углеродистых инструментальных сталей (ГОСТ 1435—74) и легированных инструментальных сталей (ГОСТ 5950—73).

Рабочую часть инструментов в виде пластины или стержней из быстрорежущей стали (ГОСТ 19265—73) соединяют с крепежной частью с помощью сварки. Эксплуатационные и технологические свойства и рекомендуемые области применения наиболее распростра-

ненных быстрорежущих сталей приведены в табл. 2.

Твердые сплавы в виде пластин соединяют с крепежной частью с помощью пайки или специальных высокотемпературных клеев. Многогранные твердосплавные пластины закрепляют прихватами, винтами, клиньями и т. д.

Мелкоразмерные твердосплавные инструменты (концевые и дисковые фрезы, сверла, развертки и т. д.) изготавливают в виде припаяваемых к хвостовикам твердосплавных стержней и коронок или целиком из твердого сплава.

Марки твердых сплавов и рекомендуемые области применения твердосплавного инструмента приведены в табл. 3.

Износ инструментов. Металлорежущие инструменты изнашиваются по передней и задней поверхностям (рис. 6). Вид износа определяется величиной подачи, скоростью резания и свойствами обрабатываемого материала.

2. Выбор марок быстрорежущей стали для различных режущих инструментов

Марка стали	Прочность, износостойкость	Шлифуемость	Изготавливаемый инструмент
P18	Удовлетворительная прочность, повышенная износостойкость при малых и средних скоростях резания, широкий интервал закалочных температур	Удовлетворительная	Режущий инструмент всех видов, в том числе для обработки обычных конструкционных материалов в условиях динамических нагрузок
P9	Удовлетворительная прочность, повышенная износостойкость при средних и повышенных скоростях резания, более узкий интервал оптимальных закалочных температур, повышенная пластичность при температурах горячей деформации	Пониженная по сравнению со сталью P18	Простой формы с малым объемом шлифованных поверхностей (резцы, сверла, зенкеры и др.), для обработки обычных конструкционных материалов
P6M5	Повышенная прочность, более узкий, чем у стали P18, интервал оптимальных закалочных температур, повышенная склонность к обезуглероживанию и выгоранию молибдена	Удовлетворительная	То же, что и стали P18
P14Ф4, P9Ф5	Повышенная износостойкость при низких и средних скоростях резания	Низкая; рекомендуется применение эльборовых шлифовальных кругов	Для снятия стружки небольшого сечения; для обработки материалов, обладающих абразивными свойствами в условиях нормального разогрева режущей кромки
P18K5Ф2, P9M4K8, P6M5K5	Повышенные вторичная твердость и износостойкость	Пониженная, но лучше, чем шлифуемость стали P14Ф4; рекомендуется применение эльборовых шлифовальных кругов	Для обработки высокопрочных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного нагрева режущей кромки
P10K5Ф5	Повышенная вторичная твердость, высокая износостойкость	Низкая; рекомендуется применение эльборовых шлифовальных кругов	Простой формы с малым объемом шлифованных поверхностей (резцы, сверла, зенкеры, и др.), для обработки высокопрочных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов, материалов, обладающих абразивными свойствами в условиях повышенного разогрева режущей кромки

Продолжение табл. 2

Марка стали	Прочность, износостойкость	Шлифуемость	Изготавливаемый инструмент
P9K5	Повышенная вторичная твердость	Пониженная, близкая к стали P9	Для обработки сталей и сплавов повышенной твердости и вязкости; пригодна для работы с ударом
P9K10	Повышенная вторичная твердость (пониженная ударная вязкость)		С малым объемом шлифованных поверхностей, для обработки коррозионно-стойких, жаропрочных, а также повышенной твердости и вязкости сталей и сплавов

3. Выбор марок твердого сплава при различных видах обработки резанием

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродистой и легированной стали	труднообрабатываемых материалов	коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
						HB 240	HB 400-700		
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 T7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8B BK8		BK8 BK8B	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8		BK4	BK4 BK8 BK6	BK6M BK4	BK4 BK6	
Черновое точение по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	T15K6 T14K8	T5K10 BK4 BK8	BK6M BK4		BK8	BK4 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK4
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK4	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK3 BK3M BK4	
Точное точение при прерывистом резании	T30K4 T15K6	—	BK6M	T14K8 T5K10 BK4	BK4	BK3 BK3M BK4	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4

Продолжение табл. 3

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке										
	углеродистой и легированной стали	труднообрабатываемых материалов	коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов		
						HB 240	HB 400-700				
Точное точение при непрерывном резании	T30K4	—	BK6M BK3M	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK3 BK3M	BK6M BK3M BK3	BK3 BK3M			
Отрезка и прорезка канавок	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK6M BK4	BK6M BK4	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3M BK4		
Предварительное нарезание резьбы	T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 BK4	BK6M BK4		BK4 BK6M	BK3 BK3M	BK6M BK3M	BK4 BK6 BK6M	BK3 BK3M BK4		
Окончательное нарезание резьбы	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 B14K8	BK6M BK3M		BK3M	BK3M	BK4	BK3	BK3 BK3M	BK3 BK3M	
Строгание и долбление черновое	T15K12B BK8B BK15	T5K12	T15K12 BK8 BK15		BK8 BK8B	BK4	BK6 BK8	BK6M	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	
Строгание и долбление получистовое и чистовое	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	TT7K12	T5K12 BK8B BK15	BK4 BK6							
Черновое фрезерование	T15K6 T14K8 T5K10	T5K10 BK4 BK8	T5K12 T5K10 T14K8	BK4					BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4
Получистовое и чистовое фрезерование	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10	T15K6 T14K8	BK8					BK6 BK4	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M
Сверление неглубоких (нормальных) отверстий	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	T5K12B	T5K12B BK8B	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4			
Сверление глубоких отверстий	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12B BK8		TT7K12 BK8B BK8						BK8		
Кольцевое сверление глубоких отверстий	T15K6 T14K8 T5K10	—									

Продолжение табл. 3

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродистой и легированной стали	труднообрабатываемых материалов	коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
						HB 240	HB 400-700		
Рассверливание неглубоких (нормальных) предварительно просверленных отверстий	T14K8 T5K10 T15K6	BK4 BK8	BK8	T14K8 T5K10 BK8	T14K8 T5K10 BK8	BK4 BK8	BK3 BK3M BK4	BK6M BK3 BK4 BK3M	BK3 BK3M
Рассверливание неглубоких (нормальных) отверстий в литых, кованных или штампованных деталях	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 T7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8B BK8	—	—	BK4 BK6 BK8	—	BK4 BK6 BK8	—
Рассверливание глубоких предварительно просверленных отверстий	T15K6 T14K8	BK4 BK8	T14K8 T5K10 BK8	—	—	BK3 BK3M BK4	BK6M BK4	BK3 BK3M BK4	—
Рассверливание глубоких отверстий в литых, кованных и штампованных деталях, а также отверстий с неравномерным припуском на обработку и прерывистым резанием.	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 T7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8 BK4	—	—	BK8M BK8 BK4	—	BK4 BK8 BK8M	—
Черновое зенкерование	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK6M BK4	—	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6
Получистовое и чистовое зенкерование	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10 BK6M	BK6M	—	BK4 BK8	BK3 BK3M BK4	BK4	BK3 BK3M BK4	—
Предварительное и окончательное развертывание	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK6M BK4	T30K4 BK3M BK6M	BK4 BK6M BK3M	BK3 BK3M BK6M	BK6M BK3M	BK3 BK3M BK4	—

Износ по задней поверхности характерен для малых подач (до 0,1 мм), низких скоростей и обработки хрупких материалов. По мере увеличения скорости резания и подачи по-

является износ передней поверхности в виде лунки. Износ по задней поверхности — основная причина потери инструментом его режущих свойств. Критериями износа по задней

Продолжение табл. 4

Резцы		H	B	L	m	a	r
С пластинами из твердого сплава							
		16	10	100	8	8	0,5
		16	12	100	7	10	1
		20	12	120	7	10	1
		20	16	120	8	14	1
		25	16	140	8	14	1
		25	20	140	10	18	1,5
		32	20	170	10	18	1,5
		40	25	200	12	25	2
		50	32	240	14	25	2

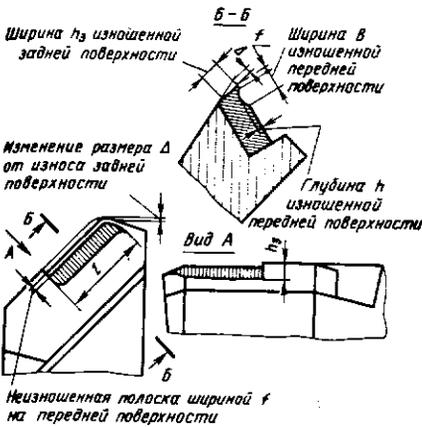


Рис. 6. Схема износа резца

поверхности считают наибольшую ширину h_3 площадки износа. По величине h_3 определяют нормы износа инструмента. Обработка чистовыми и мерными инструментами прекращается, если обработанная поверхность перестает удовлетворять требованиям по точности и шероховатости, т. е. при технологическом критерии износа.

Величины допускаемого износа и нормы расхода основных видов металлорежущих инструментов приведены в общесоюзных общемашиностроительных нормативах режимов резания, разработанных ГСПКТБ «Оргприминструмент».

РЕЗЦЫ

Резцы из быстрорежущей стали и оснащенные пластинами из твердого сплава

4. Токарные проходные отогнутые резцы (правые и левые)

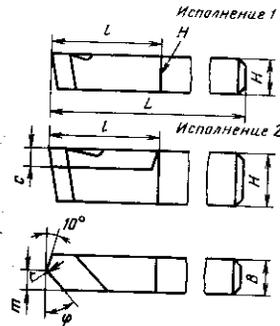
Размеры, мм

Резцы	H	B	L	m	a	r
	С пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18868-73)					
	16	10	100	6	10	0,5
	20	12	120	7	12	1
	25	16	140	8	16	1
	32	20	170	10	20	1
	40	25	200	12	25	1,5

5. Токарные проходные прямые резцы (правые и левые)

Размеры, мм

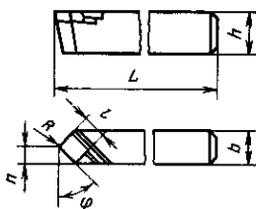
С пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18869-73)



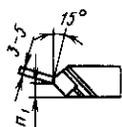
H	B	L	l	m			c	r
				φ=45°	φ=60°	φ=75°		
10	10	60	30	-	-	3	-	0,5
16	10	100	40	6	4,5	-	-	0,5
16	16	80	30	9	7	-	-	1,0
20	12	120	40	7	6	-	6	1,0
20	20	120	40	12	9	-	6	1,0
25	16	140	50	9	7	-	8	1,0
32	20	170	60	12	9	-	10	1,0

Продолжение табл. 5

С пластинами из твердого сплава
(по ГОСТ 18878-73)

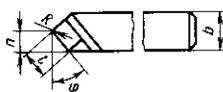
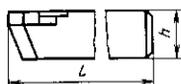


Вариант с переходной режущей кромкой



h	b	L	n		n ₁		l	R
			φ = 45°	φ = 60°	φ = 45°	φ = 60°		
16	10	100	6	4,5	5	4	8	0,5
20	12	120	7	6	5,5	5,5	10	1,0
20	16	120	9	7	8	6,5	12	1,0
25	16	140	9	7	8	6,5	12	1,0
32	20	170	12	9	10,5	8,5	16	1,5
32	25	170	14	11	12,5	10,5	20	2,0
40	25	200	14	—	12,5	—	20	2,0

С пластинами из твердого сплава, с углом
врезки пластины в стержень 0°
(по ГОСТ 18878-73)

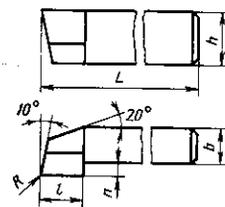


h	b	L	n		l	R
			φ = 45°	φ = 60°		
16	10	100	6	4,5	8	0,5
20	12	120	7	6	10	1,0
20	16	120	9	7	12	1,0
25	16	140	9	7	12	1,0
32	20	170	12	9	16	1,5
32	25	170	14	11	20	2,0
40	25	200	14	11	20	2,0

6. Токарные проходные упорные отогнутые
резцы с углом в плане 90° (правые и левые)

Размеры, мм

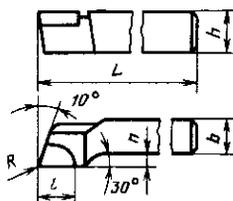
Резцы	С пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18870-73)					
	h	b	L	n	l	R
	16	10	100	4	12	0,5
	20	12	120	5	16	1,0
	25	16	140	6	20	1,0
	32	20	170	7	25	1,0
	40	25	200	9	30	1,5



С пластинами из
быстрорежущей
стали (по
ГОСТ 18870-73)

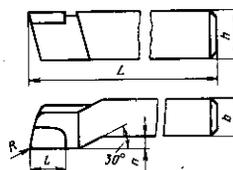
16	10	100	4	12	0,5
20	12	120	5	16	1,0
25	16	140	6	20	1,0
32	20	170	7	25	1,0
40	25	200	9	30	1,5

С пластинами из
твердого сплава (по
ГОСТ 18879-73)



16	10	100	4	10	0,5
16	12	100	5	12	0,5
20	16	120	6	16	1,0
25	16	140	7	16	1,0
25	20	140	8	20	1,5
32	20	170	8	20	1,5
40	25	200	10	25	2,0

С пластинами из
твердого сплава с уг-
лом врезки пластины
в стержень 0° (по
ГОСТ 18879-73)

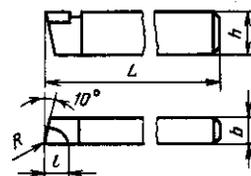


16	10	100	4	10	0,5
16	12	100	5	12	0,5
20	16	120	6	16	1,0
25	16	140	7	16	1,0
25	20	140	8	20	1,5
32	20	170	8	20	1,5
40	25	200	10	25	2,0

7. Проходные упорные прямые резцы с пластинами из твердого сплава с углом в плане 90° (по ГОСТ 18879-73)

Размеры, мм

Резцы	С пластинами из твердого сплава с углом в плане 90° (по ГОСТ 18879-73)				
	h	b	L	l	R
	20	12	100	12	1,0
	25	16	120	15	1,0
	32	20	140	20	1,5



8. Токарные подрезные отогнутые резцы (правые и левые)

Размеры, мм

Резцы	H	B	L	m	a	r
	16	10	100	4	10	0,5
	20	12	120	5	12	1,0
	25	16	140	6	16	1,0
	32	20	170	8	20	1,0
	40	25	200	10	25	1,5

С пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18871-73)

Резцы	H	B	L	m	a	r
	16	12	100	5	12	1,0
	20	12	120	7	12	1,0
	20	16	120	8	15	1,0
	25	16	140	10	15	1,0
	25	20	140	11	20	1,5
32	20	170	11	20	1,5	
40	25	200	13	25	2,0	

С пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18880-73)

Продолжение табл. 9

Резцы	h	b	L	n	l	R
	20	16	190	9	12	1,5
	25	20	220	12	16	2,0
	32	25	280	14	2,5	
	40	32	340	18	25	3,0

Проходные изогнутые с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18891-73)

Резцы	h	b	L	n	l	R
	20	16	170	8	12	1,5
	25	20	200	10	16	2,0
	32	25	250	12,5	20	2,5
	40	32	300	15	25	3,0

Подрезные прямые (правые и левые) с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18893-73)

9. Стругальные резцы

Размеры, мм

Резцы	h	b	L	n	l	R
	20	16	170	9	12	1,5
	25	20	200	12	16	2,0
	32	25	250	14	20	2,5
	40	32	300	18	25	3,0

Проходные прямые с углом $\phi = 45^\circ$ с пластинами из твердого сплава (правые и левые) (по ГОСТ 18891-73)

10. Токарные отрезные резцы

Размеры, мм

Из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18874-73)

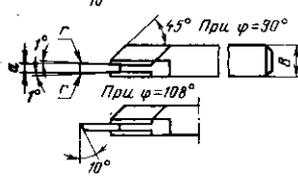
Резцы	h	b	L	n	l	R
	25	16	220	9	50	
	32	20	280	12	63	
	40	25	340	14	80	

Проходные изогнутые с пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18887-73)

Резцы	h	b	L	n	l	R
	20	16	170	9	12	1,5
	25	20	200	12	16	2,0

Исполнение 1

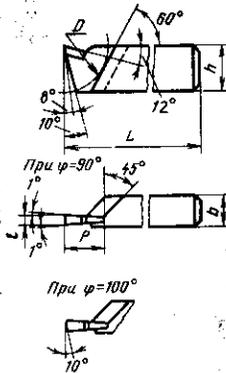
Исполнение 2



Продолжение табл. 10

H	B	L	l	a	r	Наибольший диаметр обработки D
16* ¹	10	100	30	3	0,2	30
20* ²	12	120	50	3	0,2	30
				4		35
25* ²	16	140	60	3	0,2	30
				5		50
32* ²	20	170	60	4	0,2	35
				6		60

С пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18884-73)



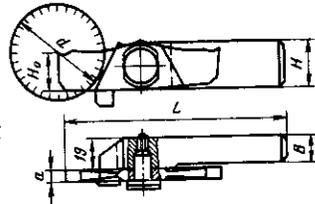
h	b	L	P	l	Наибольший диаметр обработки D
16	10	100	20	3	30
20	12	120	25	4	35
25	16	140	35	5	50
32	20	170	38	6	60
40	25	200	45	8	70

*¹ Резцы исполнения 1.
*² Резцы исполнения 2.

11. Отрезные сборные резцы (правые и левые)

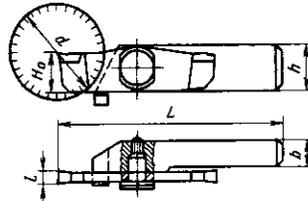
Размеры, мм

Из быстрорежущей стали



H	B	H_0	L	a	d^*
30	18	20	130	4	40
		25	140	5	60
		30	175	5	75

С пластинами из твердого сплава

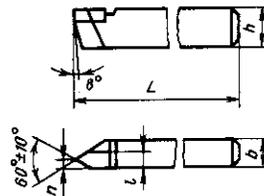


h	b	H_0	L	l	d^*
30	18	20	130	4	40
		25	140	5	60
		30	175	5	75

* Наибольший диаметр обработки.

12. Токарные резьбовые резцы с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18885-73)

Размеры, мм

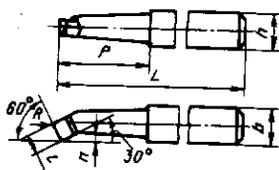


h	b	L	n	l	Шаг резьбы
20	12	120	3	6	0,8-3
25	16	140	4	8	1,25-5
32	20	170	5	10	2-6

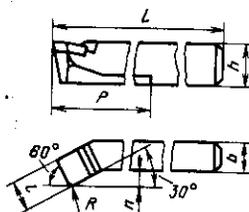
13. Токарные расточные резцы с углом в плане $\phi = 60^\circ$ с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18882-73)

Размеры, мм

Исполнение 1



Исполнение 2



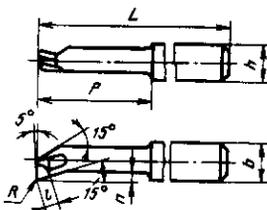
<i>h</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>l</i>
16	16	120	25	3,5	8	16	12	170	80	6	12
		140	40								
			35								
		170	60								
20	20	140	40	5,5	10	20	16	200	100	8	14
		170	70								
			50								
		200	80								
25	25	200	70	8,0	14	25	20	240	120	10	18
		240	100								
				32	25						

Примечание. Для резцов исполнений 1 и 2 $R = 1$ мм.

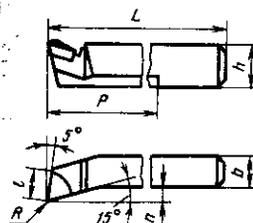
14. Токарные расточные резцы с углом в плане $\phi = 95^\circ$ (по ГОСТ 18883-73)

Размеры, мм

Исполнение 1



Исполнение 2



Продолжение табл. 14

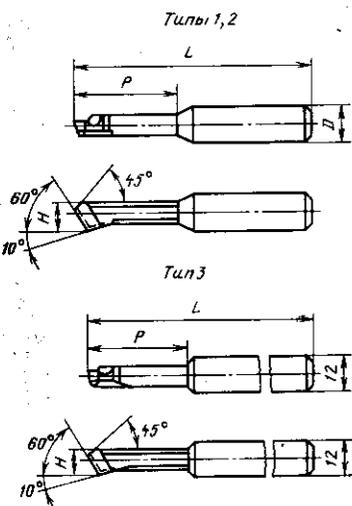
Исполнение 1						Исполнение 2					
<i>h</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>l</i>
16	16	120	25	3,5	8	16	12	170	80	6	12
		140	30								
		170	60	4,5							
20	20	140	40	6	10	20	16	200	100	8	16
		170	70		12						
		200	80								
25	25	200	70	8,0	16	25	20	240	120	10	20
		240	100			32					

Примечание. Для резцов исполнений 1 и 2 $R = 1$ мм.

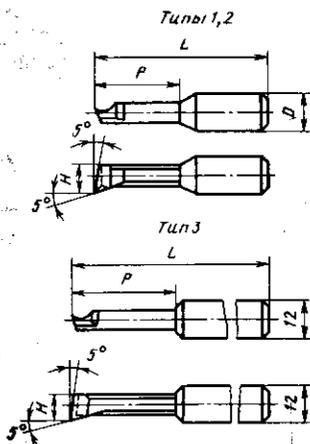
15. Расточные цельные резцы из твердого сплава со стальным хвостовиком

Размеры, мм

Для сквозных отверстий
(по ГОСТ 18062-72)



Для глухих отверстий
(по ГОСТ 18063-72)



Продолжение табл. 15

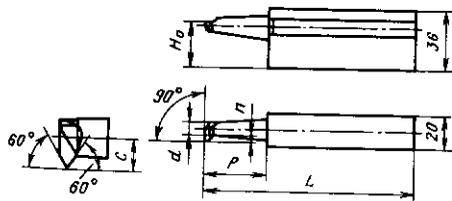
Тип 1					Тип 2					Тип 3								
H	D	L	P	D** _{min}	H	D	L	P	D** _{min}	H	L	P	D** _{min}					
2,8	6*	40	10	3	2,8	10	70	20	3	2,8	120	20	3					
		50	20															
3,8		40	10	4	3,8								4	3,8			4	
		50	20															
4,7	10	45	15	5	5,5					90			30	6	5,5	130	30	6
		60	30															
5,5		45	15	6	7,5	15	100	40	8	7,5	140	40	8					
		65	35															
6,5	12	45	15	7														
		65	35															
7,5		50	20	8														
		70	40															

* Для глухих отверстий D = 2,8 мм.

** Минимальный диаметр растачиваемого отверстия.

16. Расточные резцы с напаянной пластиной из твердого сплава и пружинящей оправкой (по ГОСТ 18063-72)

Размеры, мм

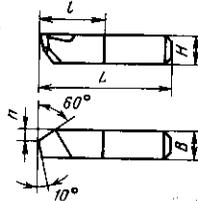


d	L	H ₀	P	n	c	D* _{min}
6	130	26	25; 35	6	7,2	12
8	140	26,5	30; 40	7,5	9,5	14
10	150	27	35; 50	10,0	11	16

D*_{min} — минимальный диаметр растачиваемого отверстия.

17. Расточные державочные резцы с углом в плане φ = 60° для прямого крепления

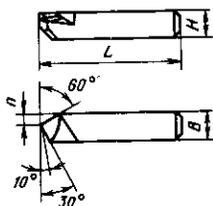
Размеры, мм



Из быстрорежущей стали, тип 1 (по ГОСТ 10044-73)

H	B	L	n
6	6	20; 25; 32	2
8	8	25; 32; 40	3
10	10	32; 40; 50	4
12	12	40; 50; 63	5
16*	16	63; 80;	6

Продолжение табл. 17

С пластинами из твердого сплава, тип 1
(по ГОСТ 9795-73)

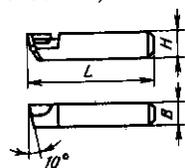
H	B	L	n
10	10	32; 40; 50	5
12	12	40; 50; 63;	5
16	16	63; 80	6
20	20	70; 80; 100	7
25	25	100; 127	7

* l = 30 мм.

18. Расточные державочные упорные резцы
с углом в плане $\phi=90^\circ$ для прямого крепления

Размеры, мм

Резцы	H	B	L
Из быстрорежущей стали, тип 2 (по ГОСТ 10044-73)	6	6	20; 25; 32
	8	8	
	10	10	40; 50
	12	12	
	16*	16	63, 80
	6	6	25
С пластинами из твердого сплава, тип 2 (по ГОСТ 9795-73)	8	8	25; 32; 40
	10	10	32; 40; 50
	12	12	40; 50; 63
	16	16	63; 80
	20	20	80; 100
	25	25	100; 125
	32	32	125; 140
	40	40	160; 180

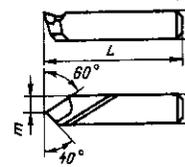
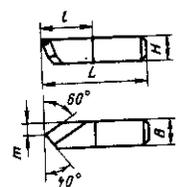
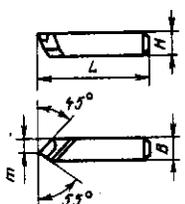
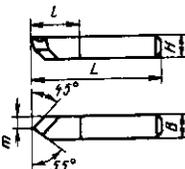


* l = 30 мм.

19. Расточные державочные резцы для косо-
крепления

Размеры, мм

Резцы	H	B	L	m
Из быстрорежущей стали, тип 3 (по ГОСТ 10044-73)	6	6	20; 25; 32	3,5
	8	8	20; 25; 32; 40	5,0
	10	10	32; 40; 50	6
	12	12	40; 50; 63	7
	16*	16	63; 80	9
	С пластинами из твер- дого сплава, тип 3 (по ГОСТ 9795-73)	6	6	25; 32
8		8	25; 32; 40	5,0
10		10	32; 40; 50	7,0
12		12	40; 50; 63	7,0
16		16	63; 80	9,0
Из быстрорежущей стали, тип 4 (по ГОСТ 10044-73)		8	8	20; 25; 32; 40
	10	10	32; 40; 50	5,0
	12	12	40	6,0
	12*	12	50; 63	6,0
	16*	16	63; 80	8,0
	С пластинами из твер- дого сплава, тип 4 (по ГОСТ 9795-84)	8	8	25; 32; 40
10		10	32; 40; 50	5,0
12		12	40; 50; 63	5,0
16		16	63; 80	8,0
20		20	80; 100	8,0
25		25	100; 125	11,0
32		32	140; 160	14,0
40		40	180; 200	18,0



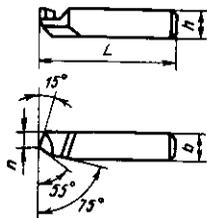
* l = 30 мм.

20. Расточные державочные резцы с пластинами для косо́го крепления (по ГОСТ 9795-84)

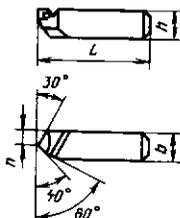
Продолжение табл. 21

Размеры, мм

Тип 5, крепление под углом 45°



Тип 6, крепление под углом 60°

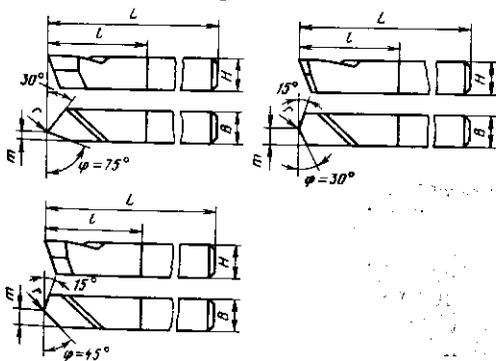


h	b	L	n	h	b	L	n
12	12	40; 50; 63	8	16	16	63; 80	8
16	16	63; 80	10	20	20	80; 100	10
				25	25	100; 125	12

21. Специальные автоматные резцы из быстрорежущей стали (правые и левые)

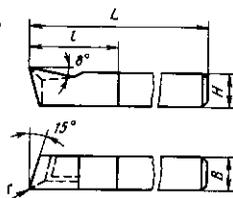
Размеры, мм

Проходные



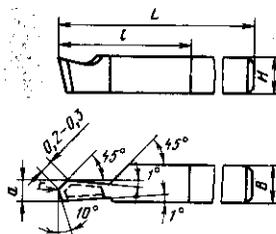
H	B	L	m			r	l
			φ = 75°	φ = 45°	φ = 30°		
8	8	50	2	4	5	0,5	—
10	10	60	3	5; 6	6	0,5	—
12	12	70	3	6; 8	8	0,5	—
14	14	70	—	9	—	0,5	—
16	16	80	4	8; 10	11	1,0	—
20	20	100	5	10	14	1,0	50

Подрезные



H	B	L	r	l
8	8	30; 50; 70; 120; 150	0,3	—
10	10	60; 65	0,5	—
		100; 110		50
12	12	65; 70	0,6	—
		100; 120; 175		50
16	16	80	0,8	—
20	20	100	0,8	50

Отрезные

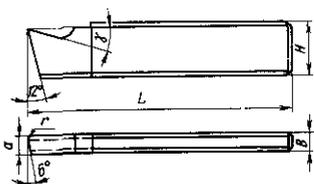


H	B	L	a	r	l
8	8	50	1,5	1,0	—
		70	2,0	1,0	
		120	2,0	1,0	
		150	1,5	1,5	
10	10	80	2,0	1,0	50
		100	1,5		
		110	2,5		
		175	2,0		
		175	2,5		

Продолжение табл. 21

H	B	L	a	r	l
12	12	65	3,0	1,0	—
		70	1,5	1,5	
		100	2,0	1,0	
		120	2,5	1,5	—
		175	2,0	1,5	60
		200	2,0	1,0	
14	14	200	2,5	1,5	70
		200	3,0	1,0	
14	14	100	3,0	1,0	50

Отрезные пластинчатые*



H	B	L	a	γ°
12	3	85; 100	3	8
18	4	125; 150	4	10
12	5	125; 150	5	12
20	5	125; 150	5	12
25	5	125; 150	5	12
25	6	125; 150	6	12

* r = 0,2 мм.

22. Токарные чистовые широкие резцы с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18881-73)

Размеры, мм

Резец	h	b	L	l
	16	10	100	10
	25	16	140	16
	32	20	170	20

Твердосплавные и минералокерамические резцы с механическим креплением многогранных пластин

Применение многогранных твердосплавных неперетачиваемых пластин на резцах обеспечивает:

повышение стойкости на 20–25°, по сравнению с напаянными резцами;

возможность повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;

сокращение затрат на инструмент в 2–3 раза; потерь вольфрама и кобальта в 4–4,5 раза; вспомогательного времени на смену и переточку резцов;

упрощение инструментального хозяйства; уменьшение расхода абразивов.

Многогранные пластины различных форм имеют плоскую переднюю поверхность с выкружкой или вышлифованные лунки для частных случаев обработки. Ряд конструкций резцов может оснащаться многогранными пластинами из минералокерамики (в случае крепления пластин без отверстия с плоской передней поверхностью). Форма и размеры пластин из минералокерамики аналогичны форме и размерам пластин из твердого сплава.

23. Токарные сборные проходные резцы с механическим креплением твердосплавных пластин клином

Размеры, мм

Резцы	h	b	h ₀	L	f	Диаметр описанной окружности
	16	16	16	120	20	14
	20	16	20	120	20	14
	20	20	20	120	25	18

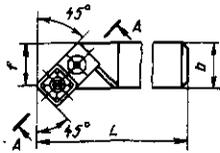
С трехгранными пластинами

Резцы	h	b	h ₀	L	f	Диаметр описанной окружности
	16	16	16	120	20	14
	20	16	20	120	20	14
	20	20	20	120	25	18
	25	20	25	140	25	18
	25	25	25	140	32	22
	32	25	32	170	32	22
	32	32	32	170	40	26
	40	32	40	200	40	26

Продолжение табл. 23

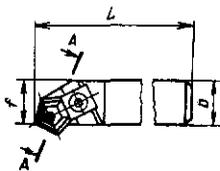
Резцы	h	b	h_0	L	f	Диаметр описанной окружности
-------	-----	-----	-------	-----	-----	------------------------------

С четырехгранными пластинами



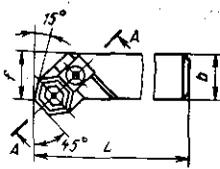
16	16	16	120	16	14
20	16	20	120	16	14
20	20	20	120	20	18
25	20	25	140	20	18
25	25	25	140	25	18
32	25	32	170	25	22

С пятигранными пластинами



20	20	20	120	20	18
25	20	25	140	20	18
32	25	32	170	25	22
40	32	40	200	32	26

С шестигранными пластинами



20	20	20	120	20	18
25	20	25	140	20	18
25	25	25	140	25	22
32	25	32	170	25	26
40	32	40	200	32	26

Примечание. Сечения А-А для приведенных в табл. 23 резцов аналогичны.

24. Токарные расточные резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин клином

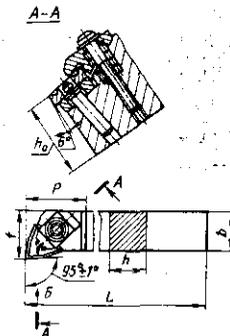
Размеры, мм

Резцы	h	h_0	Длина резца	Минимальный диаметр растачиваемого отверстия
	35	25	200; 240; 320	75
	45	32	200; 240; 400	
	50	40	400	87

25. Токарные проходные резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин клин-прихватом

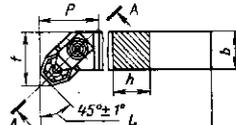
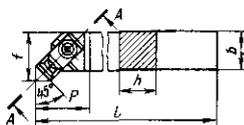
Размеры, мм

Резцы	h	h	h_0	f	L	P
С трехгранными пластинами	16	16	16	20	100	25
	20	16	20	20	125	25
	20	20	20	25	125	32
	25	20	25	25	150	32
	25	25	25	32	150	32; 36
	32	25	32	32	170	32
	32	32	32	40	170	36
	40	32	40	40	200	45; 36
	40	40	40	50	200	45
	50	40	50	50	250	45



Продолжение табл. 25

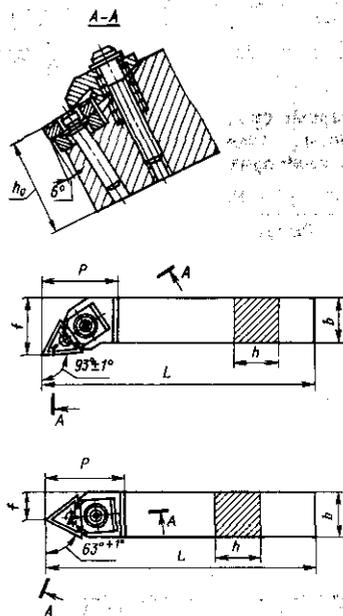
Резцы	h	b	h_0	f	L	P	Резцы	h	b	h_0	f	L	P		
С четырехгранными пластинами	16	16	16	20	100	25	С шестигранными пластинами	25	25	25	32	150	32		
	20	16	20	20	125	25		32	25	32	32	170	32		
	20	20	20	25	125	32		32	32	32	40	170	36;		
	25	20	20	25	150	32							38		
	25	25	25	32	150	36							200	36;	
	32	25	32	32	170	36							38		
	32	32	32	40	170	36;							200	38	
						45								250	38
						45									50
						50		50							50



Примечание. Сечения А-А для всех резцов, приведенных в табл. 25, аналогичны.

26. Токарные сборные контурные резцы с механическим креплением клин-прихватом трехгранных пластин из твердого сплава

Размеры, мм

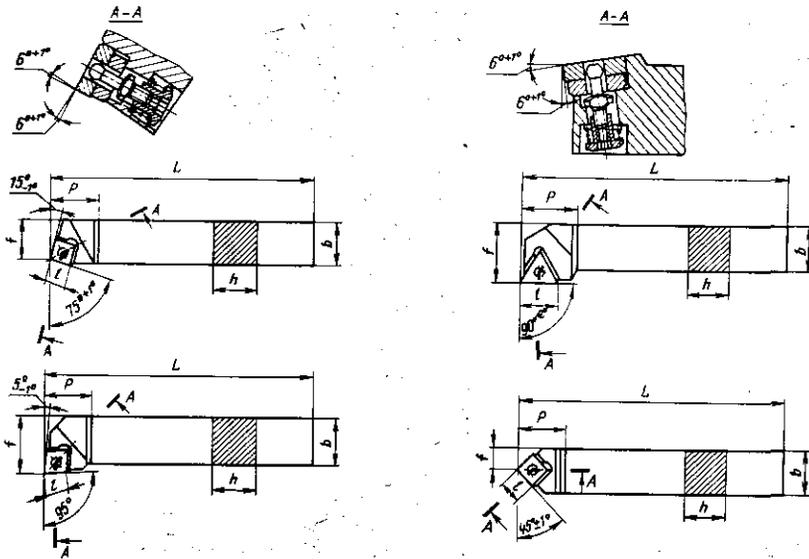


h	b	h_0	f^*	f^{**}	L	P^*	P^{**}
16	16	16	20	9	100	30	32
20	16	20	20	9	125	30	32
20	20	20	25	10	125	30	32
25	20	25	25	10	150	30	32
25	25	25	32	12,5	150	30	32; 36
32	25	32	32	12,5	170	30; 36	32; 36
32	32	32	40	16	170	36; 40	42
40	32	40	40	16	200	36	36; 42
40	40	40	50	20	200	40	42
50	40	50	50	20	250	40	42

* Для резцов с главным углом в плане $\varphi = 93^\circ$.** Для резцов с главным углом в плане $\varphi = 63^\circ$.

27. Токарные сборные проходные резцы с механическим креплением многогранных пластин из твердого сплава качающимся штифтом

Размеры, мм



h	b	L	f				P				l			
			при ϕ , равном											
			75*1	95*2	90*3	45*1	75	95	90	45	75	95	90	45
16	16	100	13	—	20	8	32	—	32	32	9	—	16	9
20	16	125	13	25	25	8	32	—	32	32	9	—	16	9
20	20	125	17	25	25	10	36	36	32	36	12	12	16	12
25	20	125	17	25	25	10	36	36	32	36	12	12	16	12
25	25	150	22	32	32	12,5	36	36; 45	32; 36	36	12	12; 16	16; 22	12
32	25	170	22	32	32	12,5	36	36; 45	32; 36	36	12	12; 16	16; 22	12
32	32	170	27	40	40	16	45	45	36	45	19	19	22	19
40	32	200	27	40	40	16	45	45	36	45	19	19	22	19
40	40	200	41	50	50	—	36	45	36; 40	—	22	19	22; 27	—
50	40	250	41	50	50	—	36	45	36; 40	—	22	19	22; 27	—

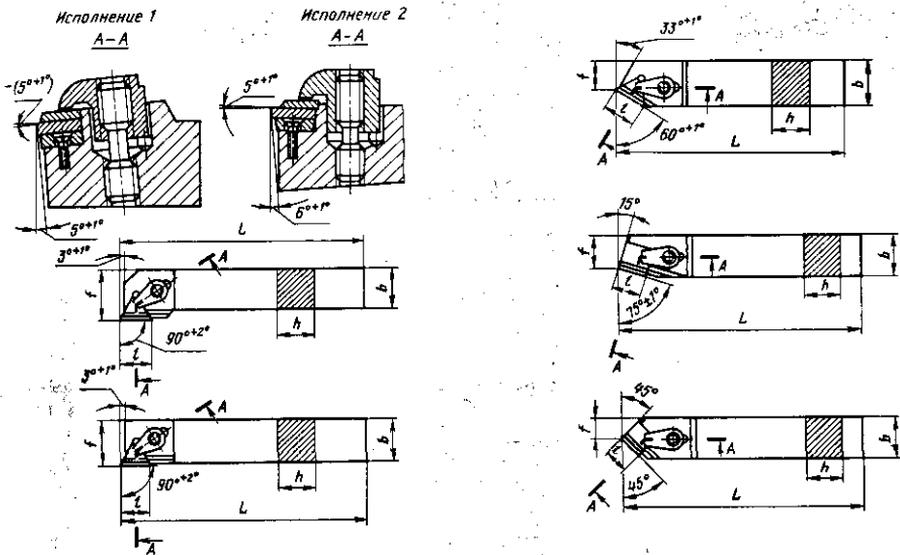
*1 Четырехгранные пластины.

*2 Ромбические пластины.

*3 Трехгранные пластины.

28. Токарные сборные проходные резцы с механическим креплением многогранных пластин из твердого сплава без отверстия

Размеры, мм

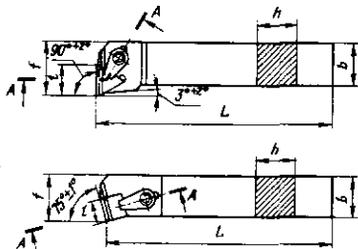
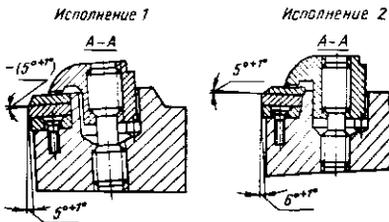


h	b	L	f при φ°, равном					/*2	/*3
			90*1	90	60	75	45		
12	12	80	16	12,5	13	—	6	11	9
16	16	100	20	16,5	13	13	8	11; 16	9
20	20	125	25	20,5	17	17	10	16	12
25	25	150	32	25,5	22	22	12,5	16	12
32	25	170	32	25,5	22	22	12,5	16	12
32	32	170	40	33	27	27	16	22	19
40	40	200	50	41	35	35	—	22; 27	19
50	50	250	60	—	—	43	—	—	25

*1 Отогнутый резец.
*2 Резцы с трехгранными пластинами.
*3 Резцы с четырехгранными пластинами.

29. Токарные сборные подрезные резцы с механическим креплением пластин из твердого сплава без отверстия

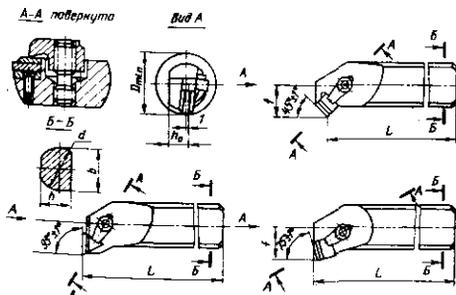
Размеры, мм



Трехгранные пластины					Четырехгранные пластины				
h	b	L	l	f	h	b	L	l	f
12	12	80	11	16	16	16	100	9	20
20	12	125	11	16	25	16	150	9	20
16	16	100	11	20	20	20	125	12	25
25	16	150	11	20	32	20	170	12	25
20	20	125	16	25	25	25	150	12	32
32	20	170	16	25	32	25	170	18	32
25	25	150	16	32	32	32	170	18	40
32	25	170	16	32	40	32	200	18	40
32	32	170	22	40	—	—	—	—	—
40	32	200	22	40	—	—	—	—	—

30. Токарные сборные расточные резцы с механическим креплением многогранных пластин без отверстия

Размеры, мм

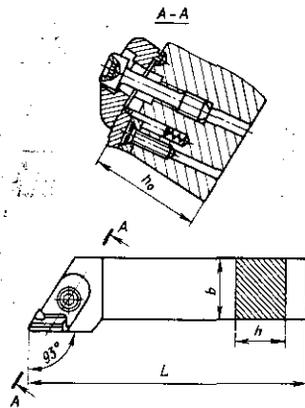


Продолжение табл. 30

Минимальный диаметр растачиваемого отверстия D_{min}	h	h ₀	b	L	f
32	22	14	30	200; 250	22
50	37	25	48	250; 350	35

31. Резцы для контурного точения с параллелограммной пластиной из твердого сплава с углом $\phi = 93^\circ$

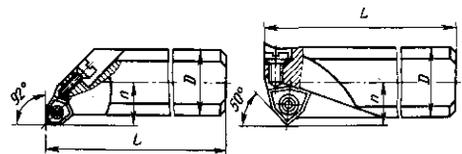
Размеры, мм



h	b	L	h ₀
25	25	150	25
32	32	170	32

32. Токарные расточные резцы с механическим креплением трехгранных твердосплавных пластин винтом

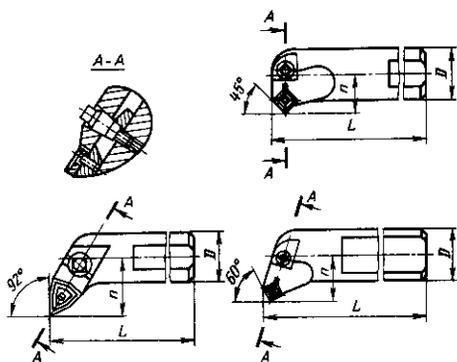
Размеры, мм



D	L	n	Минимальный диаметр растачиваемого отверстия
16	170; 200	12	22
20	170; 200	15	28

33. Токарные расточные резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин

Размеры, мм



D	L	n	Минимальный диаметр растачиваемого отверстия
26	170; 200; 240	20	35
32	170; 240; 340	25	50

34. Токарные проходные резцы отогнутые, оснащенные пластинами из композита

Размеры, мм

Резцы	H	B	L	φ
С двухслойной пластиной	20 25	12 16	125 140	90
С цилиндрической вставкой	16 20	16 20	100 125	45

Продолжение табл. 34

Резцы	H	B	L	φ
	8	8	32	45; 60
	10	10	40	
	10	10	65	
	12	12	70	

Резцы с лезвиями из композита

Сверхтвердые инструментальные материалы предназначены для чистовой обработки материалов с высокими скоростями резания (скорость резания св. 500 м/мин), а также материалов с большой твердостью ($HRC \geq 60$). Наиболее распространенными сверхтвердыми материалами являются материалы на основе кубического нитрида бора.

Изготавливают резцы и фрезы, оснащенные режущими пластинами из композита. причем режущие элементы могут быть как перетачиваемыми, так и в виде многогранных неперетачиваемых пластин.

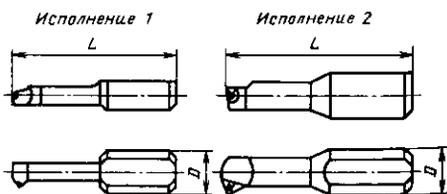
35. Токарные подрезные резцы с механическим креплением цилиндрической вставки, оснащенной режущим элементом из композита

Размеры, мм

Резцы	H	B	L	φ
	16 20	16 20	100 125	93

36. Расточные резцы круглого сечения с режущим элементом из композита

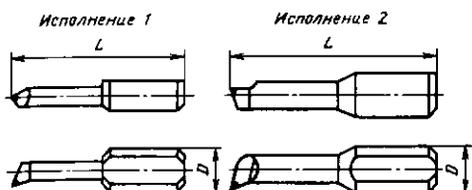
Для сквозных отверстий



Продолжение табл. 36

<i>D</i> , мм	8	10
<i>L</i> , мм	40; 50	40; 50

Для глухих отверстий



<i>D</i> , мм	12	14
<i>L</i> , мм	50	50

37. Токарные расточные резцы с механическим креплением цилиндрической вставки, оснащенной режущим элементом из композита

Размеры, мм

Резцы	<i>D</i>	<i>L</i>	φ°
	20	180	45
	25	200	

Резцы	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	φ°
	16	16	125	45
	25	20	170	

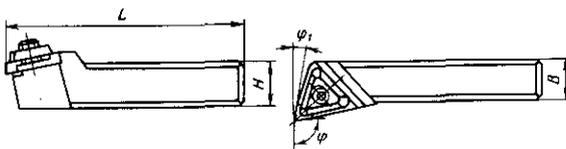
38. Расточные державочные резцы круглого сечения, оснащенные композитом

Резцы	<i>D</i> , мм	<i>L</i> , мм
$\varphi = 10; 15; 35; 40; 50^\circ$ 	8	16
	8	18
	8	20
	10	25
	12	25
$\varphi = 35; 45^\circ$ $\gamma = 0^\circ$ 	16	30
		34
		60
		80
$\varphi = 10; 15; 35; 40; 50^\circ$ 	8	16
		18
		20
	10	25
$\varphi = 10; 15; 35; 40; 50^\circ$ 	16	30

39. Токарные резцы с механическим креплением пластин из композита

Размеры, мм

Проходные



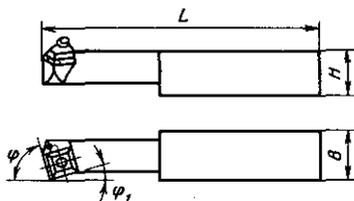
H	B	L	Пластины							
			четырёх- гранные		круглые		трех- гранные		ромби- ческие	
			ϕ°	ϕ_1°	ϕ°	ϕ_1°	ϕ°	ϕ_1°	ϕ°	ϕ_1°
20	20	125	75	15	—	—	93	27	95;	5;
25	25	150							75	25
25*	20*	125*								
32	25	170								

* Для резцов с круглыми пластинами.

Продолжение табл. 39

Расточные	D	L	Пластины					
			круглые		трех- гранные		ромби- ческие	
			ϕ°	ϕ_1°	ϕ°	ϕ_1°	ϕ°	ϕ_1°
	20	180	—	—	93	27	95	5
	25	200						

Расточные с четырехгранными пластинами



H	B	L	ϕ°	ϕ_1°
25	20	170	75	15

СВЕРЛА, ЗЕНКЕРЫ, РАЗВЕРТКИ

Сверла

40. Основные типы сверл

Размеры, мм

Наименование	Стандарт или ТУ	Диаметр сверла d	Длина сверла L	Длина рабочей части l
Сверла спиральные из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком:				
короткая серия	ГОСТ 4010-77	0,5-20	20-131	3-60
средняя серия	ГОСТ 10902-77	0,3-20	19-205	3-140
длинная серия	ГОСТ 886-77	1,0-20	56-254	33-166
длинная серия (с коротким хвостовиком)	ГОСТ 12122-77	1,0-9,5	48-155	25-110
сверхдлинная серия:	ТУ 2-035-600-77			
исполнение 1		6-10	290-400	100-300
исполнение 2		6-10	320-450	120-300
исполнение 3		6-10	350-500	150-350
малоразмерные:	ГОСТ 8034-76			
короткая серия		0,1-1,5	14-32	0,6-9,0
средняя серия		0,1-1,5	14-32	1,2-9,0
специальные:	ТУ 2-035-402-75			
исполнение 1		2-9	120-280	50-110
исполнение 2		2-9	140-300	55-120
для станков с ЧПУ:	ОСТ 2 И20-1-80			
средняя серия		3-20	61-205	33-140
короткая серия		0,5-20	20-131	3-60
Сверла спиральные из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком:				
нормальным	ГОСТ 10903-77	5-80	133-514	52-260
усиленным	ГОСТ 10903-77	12-76	199-514	101-260
удлиненные	ГОСТ 2092-77	6-30	225-395	145-275
длинные	ГОСТ 12121-77	6-30	160-350	80-230
для станков с ЧПУ	ОСТ 2 И20-2-80	6-30	133-296	57-175
с термомеханическим упрочнением	ТУ 2-035-779-80	32-60	334-427	185-240
с удлиненной рабочей частью и с подводом СОЖ	ТУ 2-035-721-80	10-55	210-600	130-415
Сверла из быстрорежущей стали специализированные и специальные:				
спиральные с износостойким покрытием нитридом титана	ТУ 2-035-813-81	5-20		
ступенчатые для одновременного снятия фаски и сверления под резьбу (для автоматических линий):				
с цилиндрическим хвостовиком (рис. 7, б)	ОСТ 2 И21-1-76	Под резьбу М6-М10	-	-
с коническим хвостовиком (рис. 7, а)	ОСТ 2 И21-2-76	Под резьбу М6-М27	-	-
с отверстиями для охлаждения (рис. 8)	ТУ 2-035-447-76	18-35	258-350	150-190

Продолжение табл. 40

Наименование	Стандарт или ТУ	Диаметр сверла d	Длина сверла L	Длина рабочей части l
Сверла спиральные из быстрорежущей стали для труднообрабатываемых материалов:				
с коническим хвостовиком:				
средняя серия	ГОСТ 20697-75	6-20	140-240	60-140
короткая серия	ГОСТ 20696-75	6-20	105-180	30-180
с цилиндрическим хвостовиком, средняя серия	ГОСТ 20695-75	3-10	60-135	32-90
для обработки глубоких отверстий	ТУ 2-035-731-80	4,5-10	139-205	87-140
Сверла спиральные для обработки пластмасс:				
с цилиндрическим хвостовиком	ГОСТ 21416-75	0,8-12	10-51	30-102
с коническим хвостовиком	ГОСТ 21417-75	6-12	60-100	140-180
Сверла спиральные для обработки легких сплавов:				
с цилиндрическим хвостовиком:				
средняя серия	ГОСТ 19543-74	1-12	34-150	12-100
длинная серия	ГОСТ 19544-74	1,95-12	85-205	55-140
левые	ГОСТ 19545-74	1-20	34-205	12-145
с коническим хвостовиком	ГОСТ 19546-74	6-30	140-325	60-175
удлиненные с коническим хвостовиком	ГОСТ 19547-74	6-30	225-420	145-275
Сверла шнековые:				
с цилиндрическим хвостовиком, с износостойким покрытием нитридом титана (рис. 9, а)	ТУ 2-035-948-84	5-10	130-185	85-120
с коническим хвостовиком (рис. 9, б)	ТУ 2-035-426-75	10-14	250-265	170-185
Сверла спиральные конические конусностью 1:50:				
с цилиндрическим хвостовиком (рис. 10, а)	ГОСТ 18201-72	3-10	80-300	50-230
с коническим хвостовиком (рис. 10, б)	ГОСТ 18202-72	12-32	290-545	190-395
Сверла сборные перовые:				
с цилиндрическим регулируемым хвостовиком (для станков с ЧПУ сверлильно-фрезерной группы), рис. 11, а	ГОСТ 25524-82	25-80	-	-
с коническим хвостовиком (конус Морзе), рис. 11, б	ТУ 2-035-741-81	25-130	-	-
Державки регулируемые для крепления пластин перовых сверл	ГОСТ 25525-82	25-80	-	-
Пластины сменные режущие из быстрорежущей стали для сборных перовых сверл ($2\phi=90; 118; 132; 180^\circ$), рис. 11, в	ГОСТ 25526-82	25-130	-	-
Сверла центровочные:				
комбинированные (типы А, В, С и R)	ГОСТ 14952-75	-	-	-
спиральные с цилиндрическим хвостовиком для зацентровки под сверление	ОСТ 2 И20-5-80	5, 10, 16 и 20	-	-
комбинированные односторонние (типы А, В и R)	ТУ 2-035-428-75	-	-	-

Продолжение табл. 40

Наименование	Стандарт или ТУ	Диаметр сверла d	Длина сверла L	Длина рабочей части l
комбинированные с износостойким покрытием (типы А, В, С и R)	ТУ 2-035-835-81	—	—	—
двусторонние (для железнодорожных рельс)	ТУ 2-035-501-76	19-36	—	—
Сверла-зенкеры комбинированные	ТУ 2-035-525-76	50-80	470-642	—
Сверла кольцевые со вставными ножами из быстрорежущей стали, в том числе с износостойким покрытием (рис. 12)	ТУ 2-035-524-76	70-200	225-625	—
Сверла твердосплавные и оснащенные пластинами из твердого сплава:				
спиральные с цилиндрическим хвостовиком:	ГОСТ 22735-77			
укороченная серия		5-16	70-138	36-80
нормальная серия		5-16	85-178	62-120
спиральные цельные укороченные	ГОСТ 17273-71	1,5-6,5	35-65	5-25
спиральные цельные с цилиндрическим хвостовиком, короткая серия	ГОСТ 17274-71	1-12	32-100	6-50
спиральные цельные, средняя серия	ГОСТ 17275-71	3-12	55-120	24-75
спиральные с цилиндрическим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов, короткая серия	ГОСТ 20694-75	3-10	45-90	16-45
спиральные с вышлифованными канавками с утолщенным хвостовиком	ТУ 2-035-740-80	0,6-1,1	22	6-9
спиральные с коническим хвостовиком:	ГОСТ 22736-77			
укороченная серия		10-30	140-275	60-125
нормальная серия		10-30	168-324	87-175
спиральные цельные с коническим хвостовиком:	ГОСТ 17276-71			
исполнение 1		6-12	120-170	42-75
исполнение 2		6-12	120-170	36-65
специальное с коническим хвостовиком для рельсов	ТУ 2-035-523-76			
спиральные для сверления отверстий в печатных платах:				
короткая серия	ГОСТ 22093-76	0,4-2,5	30	3-12
длинная серия	ГОСТ 22094-76	0,4-2,5	38	8-15
комбинированные для печатных плат	ГОСТ 20686-75	0,8-2,5	32-38	—
спиральные для сверления отверстий в печатных платах на станках с ЧПУ (рис. 13):	ТУ 2-035-853-81			
короткая серия		0,4-2	30	3-12
длинная серия		0,4-2	38	8-15
одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ (рис. 14)	ТУ 2-035-655-79	4-20	250-2000	—
ружейные одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ	ТУ 2-035-722-80	7,5-30	140-1700	—
одностороннего резания с внутренним отводом стружки (рис. 15, а)	ТУ 2-035-859-81	20-60	—	—

Продолжение табл. 40

Наименование	Стандарт или ТУ	Диаметр сверла d	Длина сверла L	Длина рабочей части l
с эжекторным отводом стружки (рис. 15, б)	ТУ 2-035-857-81	20-60	270; 400; 630; 1070	-
с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин (рис. 16)	ТУ 2-035-720-80	20; 25; 30; 38; 40; 50; 55	-	-
спиральные для обработки термореактивных пластмасс:				
с цилиндрическим хвостовиком	ГОСТ 21418-75	5-12	70-129	36-70
с коническим хвостовиком	ГОСТ 21419-75	6-12	140-160	60-80
перовые с цилиндрическим хвостовиком для обработки пластмасс типа пресс-порошка	ГОСТ 21420-75	0,8-12	32-95	8-48

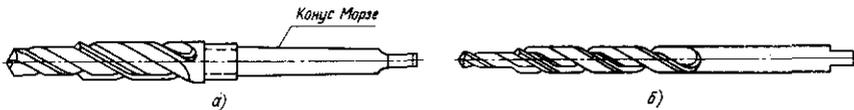


Рис. 7. Ступенчатые сверла

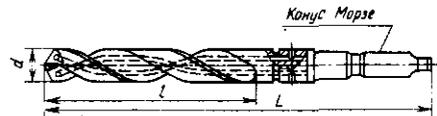


Рис. 8. Сверло с отверстиями для охлаждения

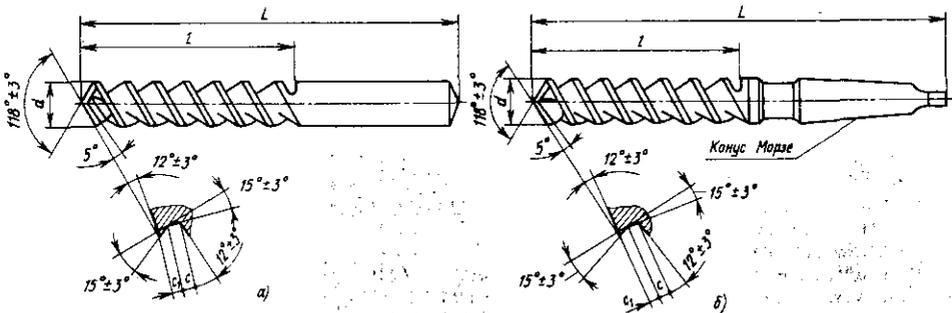


Рис. 9. Шнековые сверла

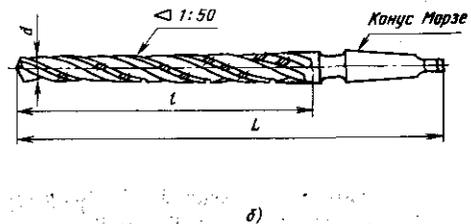
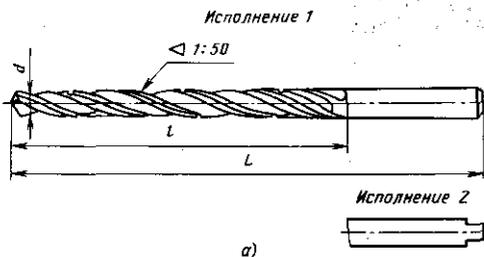


Рис. 10. Спиральные конические сверла

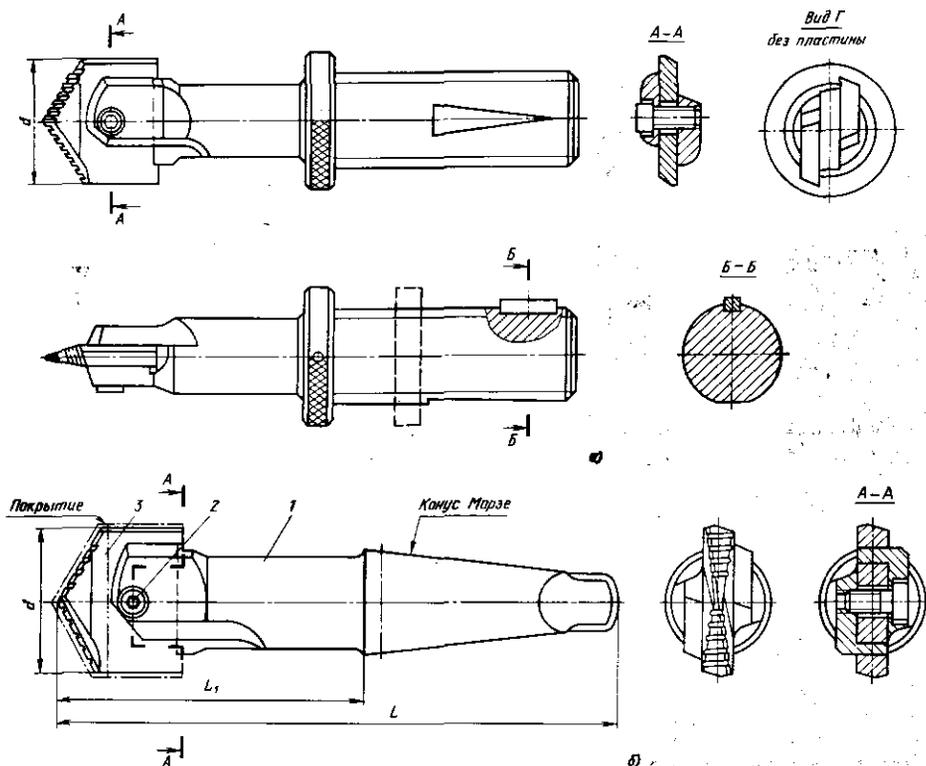


Рис. 11. Сборные первые сверла: 1 — державка; 2 — фиксирующий винт; 3 — пластина

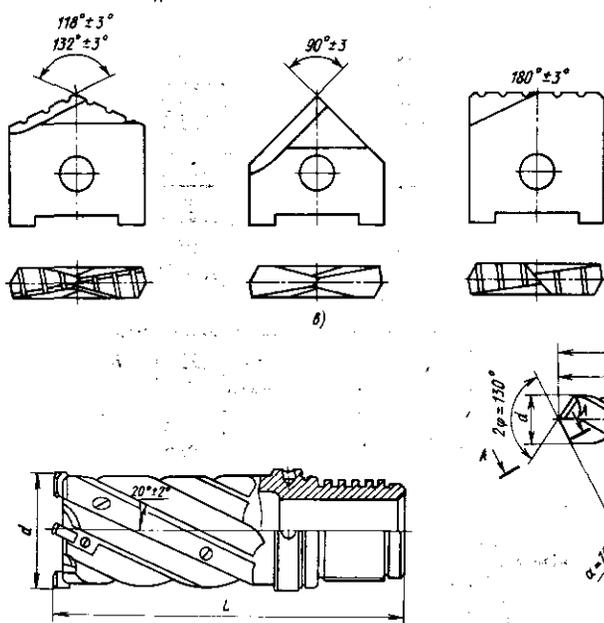


Рис. 12. Кольцевое сверло

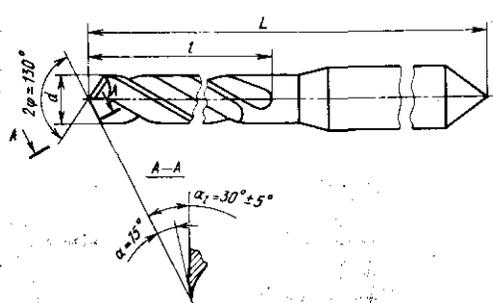


Рис. 13. Сверло для обработки отверстий в печатных платах (исполнение 1)

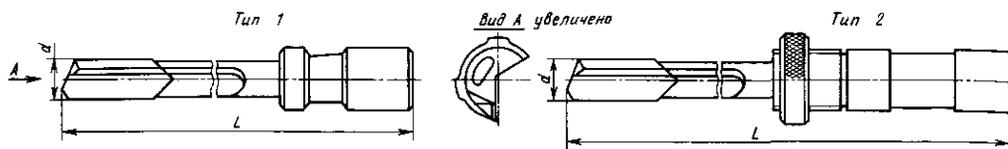


Рис. 14. Сверло одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ

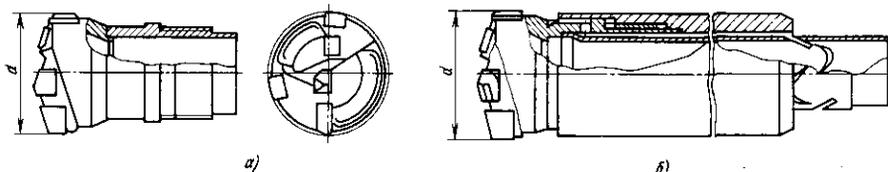
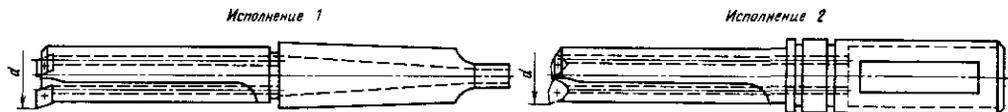


Рис. 15. Сверла одностороннего резания с внутренним отводом СОЖ и стружки

Рис. 16. Сверло с многогранными сменными пластинами для обработки коротких отверстий (до $2,5d$)

41. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 886–77; ГОСТ 4010–77; ГОСТ 10902–77; ГОСТ 12122–77

Размеры, мм

d	ГОСТ 886–77		ГОСТ 4010–77		ГОСТ 10902–77		ГОСТ 12122–77	
	L	l	L	l	L	l	L	l
0,30					19	3		
0,32; 0,35; 0,38			–	–	19	4		
0,40; 0,42; 0,45; 0,48					20	5		
0,50			20	3,0	22	6		
0,52		–						
0,55; 0,58; 0,60			–	–	24	7	–	–
0,62; 0,65					26	8		
0,68; 0,70; 0,72					28	9		
0,75			23	4,5				

Продолжение табл. 41.

<i>d</i>	ГОСТ 886-77		ГОСТ 4010-77		ГОСТ 10902-77		ГОСТ 12122-77	
	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
0,78			—	—				
0,80			24	5,0	30	10		
0,82			—	—				
0,85	—	—	24	5,0				
0,88			—	—			—	—
0,90			25	5,5				
0,92			—	—	32	11		
0,95			25	5,5				
0,98			—	—				
1,00	56	33	26	6,0	34	12	48	25
1,05	—	—						
1,10	60	37	28	7,0	36	14	50	28
1,15	—	—						
1,20	65	41						
1,25	—	—	30	8,0	38	16	52	30
1,30	65	41						
1,35	—	—						
1,40	70	45						
1,45	—	—	32	9	40	18	55	32
1,50	70	45						
1,55	—	—						
1,60	76	50	34	10	43	20	60	35
1,65	—	—	34	10	43	20	60	35

Продолжение табл. 41

d	ГОСТ 886-77		ГОСТ 4010-77		ГОСТ 10902-77		ГОСТ 12122-77	
	L	l	L	l	L	l	L	l
1,70	76	50	34	10	43	20	60	35
1,75	—	—	36	11	46	22	62	38
1,80	80	53						
1,85	—	—						
1,90	80	53	38	12	49	24	65	40
1,95; 2,00; 2,05; 2,10	85	56						
2,15; 2,20; 2,25; 2,30; 2,35	90	59	40	13	53	27	70	45
2,40; 2,45; 2,50; 2,55; 2,60; 2,65	95	62	43	14	57	30		
2,70; 2,75; 2,80; 2,85; 2,90; 2,95; 3,00	100	66	46	16	61	33	75	48
3,10	106	69	49	18	65	36	80	50
3,15							(80)	(50)
3,20; 3,30							80	50
3,35							(80)	(50)
3,40; 3,50; 3,60; 3,70	112	73	52	20	70	39	85	55
3,80; 3,90; 4,00; 4,10; 4,20	119	78	55	22	75	43	90	60
4,25							(90)	(60)
4,30; 4,40; 4,50; 4,60; 4,70	126	82	58	24	80	47	100	65
4,80; 4,90; 5,00; 5,10; 5,20; 5,30	132	87	62	26	86	52	105	70
5,40; 5,50; 5,60; 5,70; 5,80; 5,90	139	91	66	28	93	57	115	80
6,00								
6,10; 6,20; 6,30; 6,40; 6,50; 6,60					148	97	70	31
6,70	148	97	70	31	101	63	130	90

Продолжение табл. 41

d	ГОСТ 886-77		ГОСТ 4010-77		ГОСТ 10902-77		ГОСТ 12122-77	
	L	I	L	I	L	I	L	I
6,80; 6,90; 7,00; 7,10; 7,20; 7,30; 7,40; 7,50	156	102	74	34	109	69	130	90
7,60; 7,70; 7,80; 7,90; 8,00; 8,10; 8,20; 8,30; 8,40; 8,50	165	109	79	37	117	75	140	100
8,60; 8,70; 8,80; 8,90; 9,00; 9,10; 9,20; 9,30; 9,40; 9,50	175	115	84	40	125	81	155	110
9,60; 9,70; 9,80; 9,90; 10,00	184	121	89	43	133	87		
10,10; 10,20; 10,30; 10,40; 10,50; 10,60	184	121	89	43	133	87		
10,70; 10,80; 10,90; 11,00; 11,10; 11,20; 11,30; 11,40; 11,50	195	128	95	47	142	94		
11,60			-	-				
11,70; 11,80			95	47				
11,90; 12,00; 12,10; 12,20; 12,30; 12,40; 12,50; 12,60; 12,70; 12,80	205	134	102	51	151	101		
12,90			-	-				
13,00; 13,10; 13,20			102	51				
13,30	214	140	107	54	160	108		
13,40			-	-				
13,50			107	54				
13,60			-	-				
13,70; 13,75; 13,80; 13,90; 14,00			107	54				
14,25; 14,50; 14,75; 15,00	220	144	111	56	169	114		
15,25; 15,40; 15,50	227	149	115	58	178	120		
15,70	-	-			-	-		
15,75			-	-				
16,00	227	149	115	58	178	120		

Продолжение табл. 41

<i>d</i>	ГОСТ 886-77		ГОСТ 4010-77		ГОСТ 10902-77		ГОСТ 12122-77	
	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
16,25; 16,50; 16,75; 17,00	235	154	119	60	185	125	—	—
17,25; 17,40; 17,50; 17,75; 18,00	241	158	123	62	195	130		
18,25; 18,50; 18,75; 19,0	247	162	127	64	200	135		
19,25; 19,40; 19,50; 19,75; 20,00	254	166	131	66	205	140		

Примечания: 1. *d* — диаметр сверла; *L* — длина сверла; *l* — длина рабочей части.
2. Сверла, параметры которых указаны в скобках, изготавливают по согласованию с заказчиком.

42. Сверла спиральные с коническим хвостовиком по ГОСТ 2092-77, ГОСТ 10903-77; ГОСТ 12121-77

Размеры, мм

<i>d</i>	ГОСТ 2092-77		ГОСТ 10903-77			ГОСТ 12121-77			
	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>L*</i>	<i>l</i>	<i>L**</i>	<i>L</i>	<i>l</i>		
5,00; 5,20	—	—	133	52	—	—	—		
5,50; 5,80			138	57					
6,00	225	145	—	—	—	160	80		
6,10	230	150				—	—	165	85
6,20						144	63		
6,30						—	—		
6,40; 6,50; 6,60						144	63		
6,70						—	—		
6,80	235	155	150	69	170	90			
6,90			—	—					
7,00			150	69					
7,10	235	—	—	—	—	170	90		
7,20			150	69					
7,30			—	—					
7,40	—	—	150	69	—	180	100		
7,50	235	155	—	—					
7,60	235	155	156	75	—	180	100		
7,70	240	160	—	—					
7,80			156	75					
7,90			—	—					
8,00			156	75					

Продолжение табл. 42

d	ГОСТ 2092-77		ГОСТ 10903-77			ГОСТ 12121-77		
	L	l	L*	l	L**	L	l	
8,10	240	160	—	—	—	180	100	
8,20			156	75				
8,30			—	—				
8,40; 8,50			156	75				
8,60; 8,70			—	—				
8,80	245	165	162	81	—	190	110	
8,90			—	—				
9,00			162	81				
9,10	—	—	—	—	—	190	110	
9,20	245	165	162	81				
9,30; 9,40			—	—				
9,50			162	81				
9,60; 9,70	250	170	—	—				—
9,80			168	87				
9,90			—	—				
10,0			168	87				
10,10			—	—				
10,20	250	170	168	87	—	200	120	
10,30; 10,40			—	—				
10,50			168	87				
10,60			—	—				
10,70	255	175	—	—	—	210	130	
10,80			175	94				
10,90			—	—				
11,00			175	94				
11,10			—	—				
11,20			175	94				
11,30; 11,40	255	175	—	—	—	210	130	
11,50			175	94				
11,60			—	—				
11,70	255	175	—	—	—	210	130	
11,80			175	94				
11,90	260	180	—	—	—	220	140	
12,00			182	101				199
12,10			—	—				—
12,20			182	101				199
12,30; 12,40			—	—				—
12,50	182	101	199					

Продолжение табл. 42

d	ГОСТ 2092-77		ГОСТ 10903-77			ГОСТ 12121-77						
	L	l	L*	l	L**	L	l					
12,60; 12,70	260	180	—	—	—	220	140					
12,80			182	101	199							
12,90	—	—	—	—	—	220	140					
13,00	260	180	182	101	199							
13,10			—	—	—							
13,20			182	101	199							
13,30	265	185	—	—	—	230	150					
13,40	—	—	—	—	—							
13,50	265	185	189	108	206							
13,60	—	—	—	—	—							
13,70	265	185	—	—	—							
13,75	—	—	189	108	206							
13,80	265	185	—	—	—	230	150					
13,90	—	—	—	—	—							
14,00	265	185	189	108	206							
14,25; 14,50; 14,75; 15,00	290	190	212	120	—	255	155					
15,25						260	160					
15,40						(260)	(160)					
15,50; 15,75; 16,00						295	195	218	—	—	260	160
16,25; 16,50; 16,75; 17,00	300	200	223	125	—	265	165					
17,25						270	170					
17,40; 17,50						305	205	228	130	—	(270)	(170)
17,75						270	170					
18,00	305	205	228	130	—	270	170					
18,25; 18,50; 18,75; 19,00	310	210	233	135	256	275	175					
19,25						280	180					
19,40						320	220	238	140	261	(280)	(180)
19,50; 19,75; 20,00						280	180					
20,25; 20,50; 20,75	330	230	243	145	266	285	185					
20,90						(285)	(185)					
21,00						285	185					
21,25; 21,50	335	235	248	150	271	290	190					
21,75								—	—			
22,00; 22,25	335	235	—	—	—	—	—					
22,50; 22,75; 23,00	340	240	253	155	276	295	195					
23,25; 23,50			276			320	200					
23,75; 23,90; 24,00; 24,25; 24,50; 24,75; 25,00	365	245	281	160	—	325	203					

Продолжение табл. 42

d	ГОСТ 2092-77		ГОСТ 10903-77			ГОСТ 12121-77						
	L	l	L*	l	L**	L	l					
25,25; 25,50; 25,75; 26,00; 26,25; 26,50	375	255	286	165	—	335	215					
26,75; 27,00; 27,25; 27,50; 27,75; 28,00	385	265	291	170	319	345	225					
28,25; 28,50; 28,75; 29,00; 29,25; 29,50	395	275	296	175	324	350	230					
29,75	—	—										
30,00	395	275	301	180	329	—	—					
30,25; 30,50; 30,75; 31,00; 31,25; 31,50	—	—										
31,75								306	334			
32,00; 32,25; 32,50; 33,00; 33,25; 33,50								334	185			
34,00; 34,50; 35,00; 35,25; 35,50								339	190			
35,75; 36,00; 36,25; 36,50; 37,00; 37,50								344	195			
38,00; 38,25; 38,50; 39,00; 39,25; 39,50; 40,00								349	200			
40,50; 41,00								354	205	392		
41,25; 41,50; 42,00; 42,50								—	—	354	205	392
43,00; 43,25; 43,50; 44,00; 44,50; 45,00										359	210	397
45,25; 45,50; 46,00; 46,50; 47,00; 47,50			364	215	402							
48,00; 48,50; 49,00; 49,50; 50,00	369	220	407									
50,50	374	—	412									
51,00; 51,50; 52,00; 53,00	412	225	—									
54,00; 55,00; 56,00	417	230										
57,00; 58,00; 59,00	422	235										
60,00; 61,00; 62,00; 63,00	427	240										
64,00; 65,00; 66,00; 67,00	432	245		499								
68,00; 69,00; 70,00; 71,00	437	250		504								
72,00; 73,00; 74,00; 75,00	442	255		509								
76,00	447	—		514								
77,00; 78,00; 79,00; 80,00	514	260		—								

Диаметры сверл	Конус Морзе	Диаметры сверл	Конус Морзе	Диаметры сверл	Конус Морзе
ГОСТ 2092-77 и ГОСТ 12121-77: 6-14 14,25-23 23,25-30	1 2 3	5-14	1	ГОСТ 10903-77 (с усиленным хвостовиком): 12-14 18,25-23 26,75-31,75 40,50-50,50 64-75	2 3 4 5 6
		14,25-23	2		
		23,25-31,75	3		
		32-50,50	4		
		51-76	5		
ГОСТ 10903-77 (с нормальным хвостовиком):		76-80	6		

* Длина сверла с нормальным хвостовиком.
** Длина сверла с усиленным хвостовиком.

Примечание. См. примечания к табл. 41.

Геометрические параметры сверл. Формы заточки и размеры элементов лезвий сверл указаны на рис. 17 и в табл. 43-45.

Формы заточки сверл для станков с ЧПУ по ОСТ 2 И20-1-80, ОСТ 2 И20-2-80 и ТУ 2-035-936-83, обеспечивающие повышенные результаты по точности центрирования заходного отверстия, приведены на рис. 18.

Для двухплоскостной заточки (рис. 18, а) размеры $P = r$ принимают в зависимости от диаметра сверла:

d , мм	5-8	8-12	12-14
$P = r$, мм	0,6	0,8	1,0

Для заточки винтовой поверхности с выпуклой сердцевиной (рис. 18, б) размер $n \leq 0,02d$.

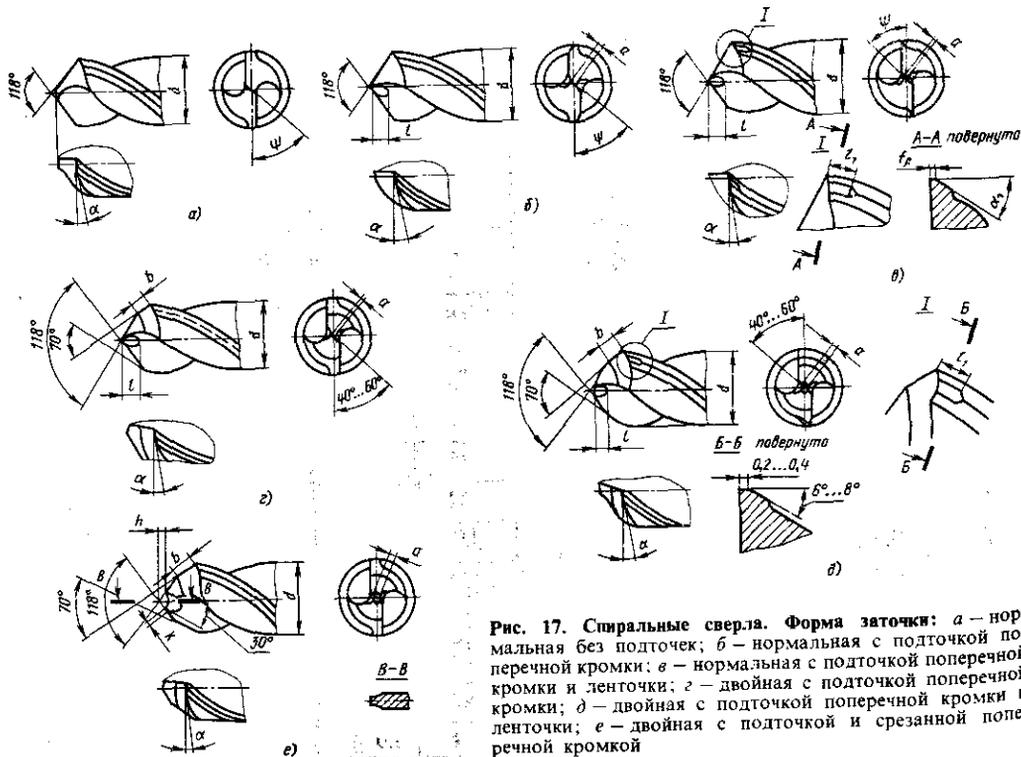


Рис. 17. Спиральные сверла. Форма заточки: а - нормальная без подточек; б - нормальная с подточкой поперечной кромки; в - нормальная с подточкой поперечной кромки и ленточки; г - двойная с подточкой поперечной кромки; д - двойная с подточкой поперечной кромки и ленточки; е - двойная с подточкой и срезанной поперечной кромкой

45. Параметры лезвий сверл при двойной заточке (см. рис. 17, z-e)

Размеры, мм

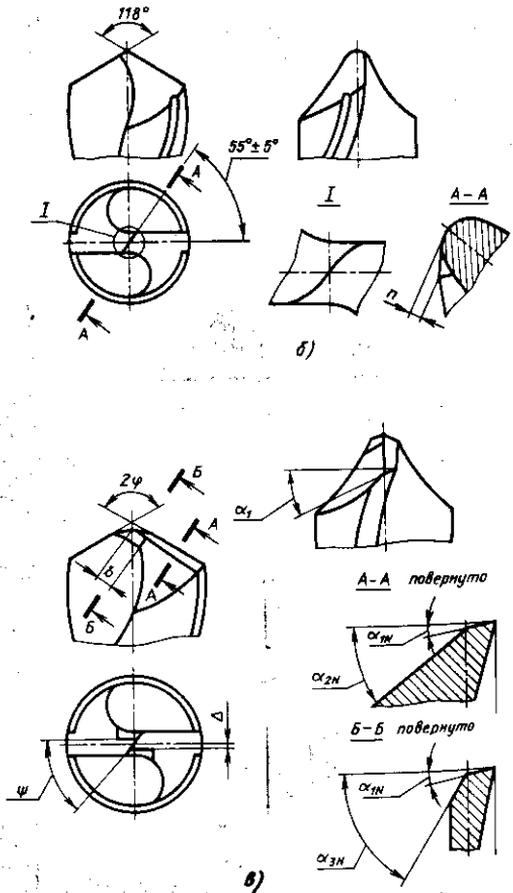
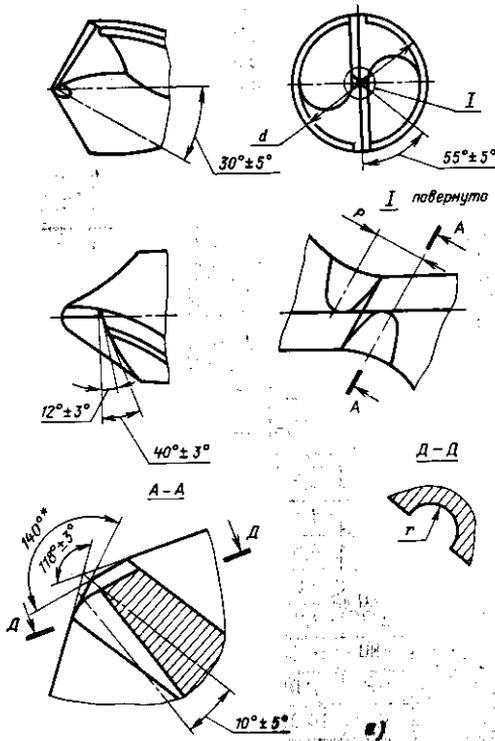
d	Заточка		Поперечная кромка			Пере-мычка		l ₁
	Задний угол α°	b	a	l	h	k		
Св. 12,0 до 16,0	12	2,5	1,5	3	1,5	2,3	1,5	
» 16,0 » 20,0		3,5	2,0	4	2,0	2,9	2,5	
» 20,0 » 25,0		4,5	2,5	5	2,5	3,6		
» 25,0 » 31,5		5,5	3,0	6	3,3	4,5	3,0	
» 31,5 » 40,0		7,0	3,5	7	3,5			
» 40,0 » 50,0		9,0	5,0	9			4,0	
» 50,0 » 63,0	11	11,0	6,0	11	4,0	5,3		
» 63,0 » 71,0		13,0	7,0	13			4,0	
» 71,0 » 80,0		15,0	8,0	15				

Для трехплоскостной заточки (рис. 18, в) соответствующие параметры приведены в табл. 46, размер *b* принимают равным 0,85*K*, где *K* – толщина сердцевины сверла.

46. Параметры трехплоскостной заточки (см. рис. 18, в)

Диаметр сверла d, мм	Δ, мм, не более	2φ° (пред. откл. ± 3°)	α ₁ ° (пред. откл. ± 3°)	ψ° (пред. откл. ± 5°)	α _{1N} °	α _{2N} °	α _{3N} °
5 – 7,5	0,15		16		9		46
7,5 – 18	0,25	118	12	40	6	25	48
18 – 32	0,35		11		5		49

Рис. 18. Формы заточки сверл для станков с ЧПУ



Зенкеры и зенковки

47. Основные типы стандартных зенкеров и зенковок

Размеры, мм

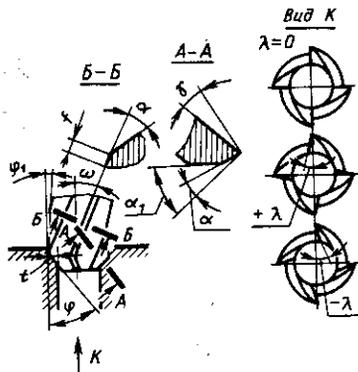
Инструмент	ГОСТ	D	L	l	d
Зенкеры цельные: с коническим хвостовиком насадные	12489-71	10-40 32-80	160-350 30-52	80-200 10-18	- 13-32
Зенкеры, оснащенные пластинами из твердого сплава: с коническим хвостовиком насадные	3231-71	14-50 32-80	180-355 40-65	85-210 -	- -
Зенкеры насадные со вставными но- жами из быстрорежущей стали	2255-71	50-100	60-76	-	22-40
Зенкеры со вставными ножами, ос- нащенными пластинами из твердого сплава: с коническим хвостовиком насадные	12510-71	30-50 50-100	262-308 58-74	- -	- 22-40
Зенкеры, оснащенные твердосплавны- ми пластинами, для обработки дета- лей из коррозионно-стойких и жаро- прочных сталей и сплавов: с коническим хвостовиком насадные	21540-76	12-50 32-80	182-369 50-90	101-220 14-22	- 16-40
Зенкеры со вставными ножами, ос- нащенные твердосплавными пласти- нами, для обработки деталей из кор- розионно-стойких и жаропрочных ста- лей и сплавов: с коническим хвостовиком насадные	21541-76	30-50 50-80	262-308 58-69	- -	- 22-32
Зенкеры цельные твердосплавные для обработки деталей из коррозионно- стойких и жаропрочных сталей и сплавов: с цилиндрическим хвостовиком	21543-76	3-10	61-133	12-20	-
с коническим хвостовиком	21544-76	7,8-12	156-182	18-22	-
Зенкеры для обработки деталей из легких сплавов: с цилиндрическим хвостовиком: $\varphi = 30^\circ$ $\varphi = 90^\circ$	21579-76, 21580-76	3-9	61-125	33-81	-
с коническим хвостовиком: $\varphi = 30^\circ$ $\varphi = 90^\circ$	21581-76, 21582-76	10-35	168-339	87-190	-
Зенкеры с коническим хвостовиком, оснащенные твердосплавными пла- стинами, для обработки деталей из легких сплавов	21583-76	18-35	228-339	130-190	-
Зенкеры насадные для обработки де- талей из легких сплавов	21584-76	36-80	50-80	-	16-32
Зенкеры насадные, оснащенные твер- досплавными пластинами, для обра- ботки деталей из легких сплавов	21585-76	36-80	50-80	-	16-32

Инструмент	ОСТ, нормаль	D	L	l	d
Зенковки цилиндрические для обработки опорных поверхностей под крепежные детали:	—				
с цилиндрическим хвостовиком		2,3—14	40—100	6—20	—
с коническим хвостовиком		11—40	125—250	—	—
насадные		34—63	40—50	—	—
с байонетным креплением		11—63	—	—	—
Зенковки цилиндрические с пластинами из твердого сплава для обработки опорных поверхностей под крепежные детали:	—				
с коническим хвостовиком		15—40	140—250	—	—
насадные		34—63	40—50	—	—
с байонетным креплением		15—63	60—110	—	—
Цапфы направляющие к зенковкам	—	4,3—48	—	—	—
Оправки к насадным зенковкам со сменными направляющими цапфами	—	32—50	—	—	—
Зенковки цилиндрические со сменной направляющей цапфой (для станков с ЧПУ):	ОСТ2 И2-2—80				
с цилиндрическим хвостовиком		15—24	125	22—30	—
с коническим хвостовиком		15—40	132—190	22—40	—
Зенковки-подрезы обратные из быстрорежущей стали:	МН 727—60				
односторонние		25—100	—	—	—
двусторонние		22—50	—	—	—
Зенковки-подрезы обратные, оснащенные пластинами из твердого сплава	МН 729—60	25—50	—	—	—

Примечания: 1. Обозначения: D — диаметр инструмента; L — общая длина; l — длина рабочей части; d — диаметр посадочного отверстия насадных инструментов.

2. Ножи для зенкеров выполняют по ГОСТ 16857—71 с пластинами из твердого сплава, по ГОСТ 16858—71 — из быстрорежущей стали.

48. Геометрические параметры зенкеров



Продолжение табл. 48

Обрабатываемый материал	γ° при режущей части из		α°	φ°	φ_1°	ω°	f , мм
	быстрорежущей стали	твердого сплава					
Сталь и стальные отливки: <i>HB</i> ≤ 180 <i>HB</i> 180–225 <i>HB</i> 225–270 <i>HB</i> > 270	15–20	–	8–10	60	30	25–30	0,8–2
	12–15	0				10–20	
	5–10	0–(–5)					
	–	–10					
Сталь: коррозионно-стойкая, жаропрочная, жаростойкая закаленная с <i>HRC</i> 51	0–3	–	6–15	30–45	15–20	15–20	0,5–1
	–	–15	10	60	15	10–20	0,8–2
Жаропрочные сплавы	10	–	8–10	30	–	20	0,5–1
Титановые сплавы	4–6	–	9–11	45	–		0,3–0,5
Чугун: <i>HB</i> ≤ 150 <i>HB</i> 150–200 <i>HB</i> > 200	10–12	8	8–10	30–60	30	10	0,8–2
–	5						
–	0						
Алюминиевые и медные сплавы	25–30	10–20	10	60	–	10–20	0,5–1
		–		45–60		20–25	
Магниеые сплавы							

Примечания: 1. Для увеличения стойкости зенкеров необходимо: делать переходную режущую кромку длиной $l=3l$ под углом φ_0 ; подтачивать ленточки у быстрорежущих зенкеров на длине 1,5–2 мм от вершины зенкера; затачивать заднюю поверхность по двум плоскостям: под углом $\alpha=8\pm 10^\circ$ на длине 0,6–1,5 мм, остальную часть под углом $\alpha_1=15\pm 20^\circ$. При обработке чугуна твердосплавными зенкерами углы $\chi=10\pm 17^\circ$ и $\alpha_1=20\pm 25^\circ$.

2. Отрицательный передний угол у твердосплавных зенкеров образуется созданием фаски шириной 1,5–3 мм на передней поверхности.

3. Угол наклона лезвия инструмента:

$\lambda=0^\circ$ при обработке стали, чугуна и бронзы;

$\lambda=+3\div+5^\circ$ для создания условий лучшего отвода стружки;

$\lambda=+12\div+20^\circ$ для усиления режущего лезвия на зенкерах, оснащенных твердым сплавом.

4. Для твердых материалов надо брать меньшие, для мягких – большие значения углов α , ω и λ .

5. Для сборных зенкеров с ножами из быстрорежущей стали и оснащенных твердым сплавом рекомендуются: $\gamma=3^\circ$; $\chi=6\div 8^\circ$; $\alpha_1=15\pm 20^\circ$; для быстрорежущих зенкеров $\varphi=45\div 60^\circ$ и $\omega=20^\circ$; для твердосплавных $\varphi=60^\circ$; $\varphi_0=30^\circ$ и $\omega=12\div 15^\circ$.

6. Для зенкерования отверстий с прерывистыми стенками $\omega=20\div 30^\circ$ (независимо от обрабатываемого материала).

Рабочую часть зенкеров и зенковок изготовляют из быстрорежущей стали (*HRC* 63–66) по ГОСТ 19265–73. Допускается изготовлять из стали 9ХС по ГОСТ 5950–73. Для оснащения рабочей части твердосплавных зенкеров и зенковок применяют твердосплавные пластины.

Пластины изготовляют из сплавов марок ВК6, ВК8, ВК8В, Т5К10, Т15К6, ВК6М

Т14К8 по ГОСТ 3882–74 (состав и свойства сплавов по ГОСТ 4872–75).

В зависимости от допуска на исполнительный диаметр отверстия различают зенкеры № 1 и 2. Зенкер № 1 рекомендуется для обработки отверстий под последующее развертывание, а зенкер № 2 – под окончательную обработку отверстий с полем допуска *H11*.

Развертки

49. Основные типы и размеры (мм) разверток

Развертки	ГОСТ	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
Машинные цельные: с цилиндрическим хвостовиком	1672-80	2-16	49-170	11-52
с коническим хвостовиком		5,5-50	138-344	26-50
насадные, $d=13 \div 22$	11172-70 883-80	25-50	45-63	32-42
Машинные с удлиненной рабочей частью		7-32	134-380	54-210
Машинные со вставными ножами из быстрорежущей стали:	11175-80	32-50	292-344	38-45
с коническим хвостовиком		40-100	63-90	40-56
насадные, $d=16 \div 40$	11176-71	10-32	140-240	16-18
Машинные, оснащенные пластинами из твердого сплава:		32-50	40-55	32
с коническим хвостовиком	11176-71	52-300	55-100	25-58
насадные, $d=16 \div 22$		10-40	181,5-322	114-195
Сборные насадные с привернутыми ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава, $d=22 \div 80$	-	10-40	181,5-322	114-195
Машинные регулируемые, оснащенные твердым сплавом, с коническим хвостовиком	16087-70	6,5-12,0	120-150	18-22
Машинные цельные с коническим хвостовиком из твердого сплава		16086-70		
Машинные цельные с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава:	16086-70	1-10	60-100	12-20
с прямым зубом		3-10	60-100	12-20
с наклонным зубом 10°	19267-73	6-9,5	90-100	25-30
Машинные цилиндрические хвостовые для обработки деталей из легких сплавов:		10-32	140-240	16-25
с цилиндрическим хвостовиком	19268-73	6-9,5	90-100	18-20
с коническим хвостовиком	19269-73			
твердосплавные с цилиндрическим хвостовиком	19270-73	10-32	140-240	16-22
твердосплавные с коническим хвостовиком				
Машинные насадные для обработки деталей из легких сплавов:	20388-74 } 20389-74 } 20390-74 } 20391-74 }	25-80	45-90	32-63
цельные прямозубые				
цельные с винтовыми канавками (12°)				
цельные с торцовыми зубьями				
оснащенные твердосплавными пластинами	20392-74	40-80	54-84	28-36
со вставными ножами из быстрорежущей стали				
Котельные машинные	18121-72	23-40	280-375	66-92
Ручные цилиндрические	7722-77	1,0-71	38-406	18-203
Машинные, оснащенные твердосплавными пластинами, для обработки деталей из коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов:	21525-76 21526-76	10-32	140-296	16-22
с коническим хвостовиком		32-50	50-63	32
насадные	11184-71	13-60	120-270	-
Конические:				
конусностью 1:30 с цилиндрическим хвостовиком	11182-71	13-100	160-460	-
конусностью 1:30 с коническим хвостовиком				

Продолжение табл. 49

Развертки	ГОСТ	D	L	l
Конические:				
конусностью 1:50 с коническим хвостовиком	10081-84	5-50	-	-
под конус Морзе 0-6 с цилиндрическим хвостовиком	11182-71	-	-	-
под укороченный конус Морзе 0a-5b	11181-71	-	-	-
под конус Морзе 0-6 с коническим хвостовиком	10079-71	-	-	-
под метрические конусы:				
конусностью 1:20 с цилиндрическим хвостовиком	11183-71	№ 4; 6; 80; 100	-	-
конусностью 1:7 с коническим хвостовиком	10080-71	18-65; 80; 100	-	-
под коническую резьбу конусностью 1:16	6226-71	-	-	-

Обозначения: D — диаметр развертки; L — общая длина развертки; l — длина рабочей части развертки; d — диаметр посадочного отверстия насадной развертки.

Геометрические параметры разверток из быстрорежущей стали и оснащенных пластинами из твердого сплава в зависимости от их назначения приведены в табл. 50-53.

В частных случаях углы разверток назначают с учетом условий резания.

Передний угол $\gamma = 5 \div 10^\circ$ для черновых разверток и разверток для обработки особо вязких металлов (коррозионно-стойкая сталь и др.); $12-15^\circ$ для котельных разверток; для твердосплавных разверток отрицательный передний угол создается на длине фаски $f_\phi = 0,2 \div 0,3$ мм (для развертывания закаленной стали $f_\phi = 2 \div 3$ мм), а на остальной части $\gamma = 0^\circ$.

Задний угол α . Большие значения (см. табл. 53) — для черновых разверток и разверток малого диаметра, меньшие — для чистовых. У регулируемых твердосплавных и котельных разверток заднюю поверхность затачивают по двум углам: $\alpha = 5 \div 8^\circ$ на длине 0,5-1,5 мм; на остальной части $\alpha_1 = 10 \div 20^\circ$. На калибрующем участке оставляют цилиндрическую ленточку: для машинных разверток 0,05-0,3 мм (при обработке вязких металлов 0,05-0,08 мм), для ручных 0,15-0,18 мм, для котельных 0,2-0,3 мм. Угол α на калибрующем участке такой же, что и на режущей кромке.

Угол в плане ϕ . Для обработки сквозных отверстий: у ручных разверток $\phi = 0,5 \div 1,5^\circ$; у машинных разверток для обработки вязких металлов $\phi = 12 \div 15^\circ$; для обработки хруп-

ких, твердых и труднообрабатываемых металлов и сплавов $\phi = 3 \div 5^\circ$; у котельных разверток $\phi = 1,5 \div 3^\circ$.

Для обработки глухих отверстий при обработке всех материалов: у ручных разверток $\phi = 45^\circ$; у машинных $\phi = 60^\circ$; у твердосплавных разверток обычно $\phi = 15^\circ$ с заточкой фаски на торце под углом 45° . Для уменьшения параметров шероховатости обработанной поверхности режущую кромку твердосплавных разверток изготавливают с тремя лезвиями под углами 45, 15 и $2-5^\circ$ (на длине 0,8-2 мм). Закаленную сталь обрабатывают твердосплавными развертками с $\phi = 15^\circ$, с переходным режущим лезвием длиной 1,5-2 мм с углом $\phi_1 = 1^\circ 30' \div 2^\circ$.

У регулируемых разверток $\phi = 45^\circ$ для обработки стали и $\phi = 5^\circ$ для обработки чугуна.

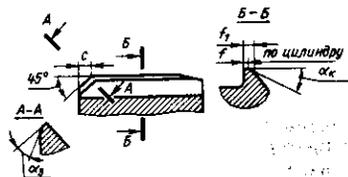
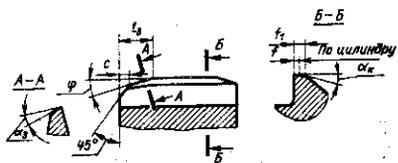
Угол наклона винтовой канавки ω . Стандартные развертки имеют прямые канавки ($\omega = 0^\circ$). Для получения отверстий повышенной точности и качества обработанной поверхности, а также для развертывания отверстий с продольными пазами применяют винтовые развертки: для обработки серого чугуна и твердой стали $\omega = 7 \div 8^\circ$; для ковкого чугуна и стали средней твердости $\omega = 12 \div 20^\circ$; для алюминиевых и других легких сплавов $\omega = 35 \div 45^\circ$; для котельных разверток $\omega = 25 \div 30^\circ$; для регулируемых разверток $\omega = 3^\circ$.

50. Элементы лезвий цилиндрических разверток

Размеры, мм

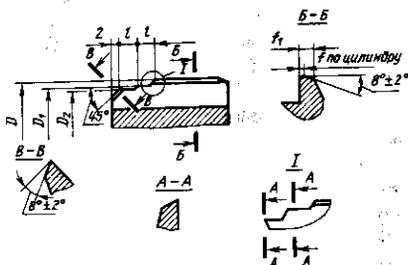
Исполнение 1 — заборная часть с углом в плане $\varphi = 15^\circ$ или $\varphi = 5^\circ$

Исполнение 2 — заборная часть с углом в плане $\varphi = 45^\circ$



$D_{\text{ном}}$	l_3		с для исполнения		f_1	f	α_3	α_k	Примечание
	$\varphi = 5^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	1	2					
Св. 3—4 до 6	2,0	1,0	—	1,0	0,25—0,45 0,4—0,6	0,10	10	15	Для обработки отверстий с полем допуска по 8-му качеству и выше рекомендуется заточка, при которой оставляется ленточка шириной 0,05—0,10 мм. Шлифование режущего и калибрующего участков и переходного участка в виде переходной режущей кромки под углом 1—2° производится с одного установка
Св. 6 до 9 » 9 » 17 » 17 » 24 » 24 » 28			1,0	1,0	1,5	1,5			
Св. 28 до 34 » 34 » 40 » 40 » 45 » 45 » 50	4,5	2,5	2,0	2,0	1,2—1,6 1,3—1,8 1,5—2,0 1,6—2,1 1,8—2,4	0,30 0,35			

Исполнение 3 — заборная часть ступенчатая (кольцевая)

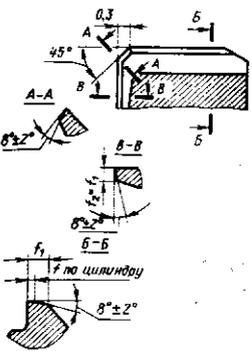


D	l	f	f_1
Св. 10 до 17	2	0,15	0,6—0,9
		0,20	0,8—1,2
» 17 » 24 » 24 » 30 » 30 » 34 » 34 » 40 » 40 » 45 » 45 » 50	3	0,20	1,0—1,4
		0,30	1,2—1,6
		0,30	1,3—1,8
		0,30	1,5—2,0
		0,35	1,6—2,1
		0,35	1,8—2,4

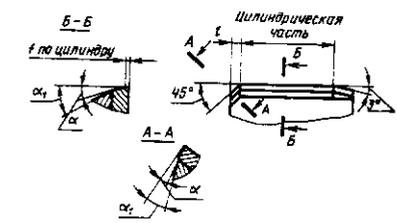
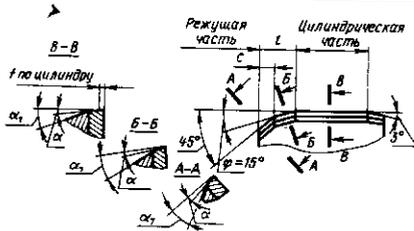
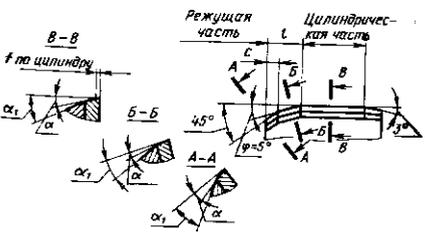
Примечания: 1. Развертки с кольцевой заточкой применяют при снятии увеличенного припуска.
2. Развертки выполняют с $D_1 = D - 0,2$ мм; $D_2 = D_1 - 0,5$ мм.

Продолжение табл. 50

Элементы лезвий цилиндрических разверток с торцовыми зубьями (для обработки глухих отверстий)

	$D_{\text{ном}}$	f	f_1	$D_{\text{ном}}$	f	f_1
	10	0,15	0,6–0,9	Св. 30 до 34	0,30	1,3–1,8
Св. 10 до 17	0,20	0,8–1,2	» 34 » 40	0,30	1,5–2,0	
» 17 » 24	0,20	1,0–1,4	» 40 » 45	0,35	1,6–2,1	
» 24 » 30	0,30	1,2–1,6	» 45 » 50	0,35	1,8–2,4	

51. Форма заточки машинных цельных разверток, оснащенных пластинами из твердого сплава

Форма заточки	Эскиз	Область применения
I		Развертывание сквозных и глухих отверстий 8–9-го квалитетов и грубее в вязких и хрупких материалах
II		Развертывание сквозных отверстий повышенного качества поверхности и точности 7–9-го квалитетов в вязких материалах
III		Развертывание сквозных отверстий повышенного качества поверхности и точности 7–9-го квалитетов в хрупких материалах

52. Геометрические параметры разверток (см. эскизы в табл. 51)

$D_{ном}$	l для материала		f	α°	α_1°	c	Тип пластины по ГОСТ 25425-82
	вязкого, $\phi = 15^\circ$	крупкого, $\phi = 5^\circ$					
10-10,5 11-15	2,5	4,5	0,15-1,25	15	25	1	26090
16-19 20-22				10			26090
24-25 26-30				10			26100
32-50	3,5	6,5	0,2-0,4		20	2	26110

53. Углы элементов лезвия разверток

Обрабатываемый материал	Материал режущего участка				Угол наклона зуба, α_1°
	Быстро-режущая сталь	Твердый сплав	Быстро-режущая сталь	Твердый сплав	
	Передний угол γ°		Задний угол α°		
Сталь: незакаленная закаленная, HRC 50	0	0 ÷ -5	6-12	6-8	10-20
	-	-10 ÷ -15	-	6	
коррозионно-стойкая, жаропрочная и жаростойкая Жаропрочные сплавы Титановые сплавы	0	-	5-8	-	10-15
		0	8-10	10	
Чугун	0 ÷ -5	6-8	6-8	10-17	15-20
Алюминиевые и медные сплавы Магниеые сплавы	-	10-12	-	-	

Износ и заточка разверток. В процессе эксплуатации развертки изнашиваются как по задней и передней поверхностям лезвия, так и по ленточкам (рис. 19).

По мере увеличения износа снижаются точность обработанных отверстий и увеличиваются параметры шероховатости поверхности. Поэтому не рекомендуется работать развертками, у которых износ достиг предельно допустимой

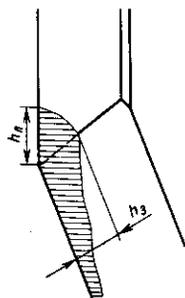


Рис. 19. Форма износа режущих кромок при развёртывании: h_1 — износ ленточки; h_2 — износ по задней поверхности режущей кромки

величины; их нужно перетачивать. Ориентировочная величина допустимого износа по задней поверхности для быстрорежущих разверток составляет $h_2 = 0,5 \div 0,6$ мм.

Для разверток, оснащенных твердым сплавом, критерием затупления при обработке чугуна является износ ленточек $h_1 = 0,5 \div 0,8$ мм, а при обработке закаленной стали — износ по задней поверхности $h_2 = 0,3 \div 0,35$. Следует также учитывать затупление и износ разверток по диаметру калибрующего участка, чтобы при развёртывании диаметр отверстия был больше нижнего предельного отклонения.

Качественная заточка разверток в сочетании с оптимальными геометрическими параметрами режущей кромки предопределяет эксплуатационные свойства развертки (точность размеров обрабатываемого отверстия и качество его поверхности), а также ее стойкость.

Комбинированные инструменты

Комбинированные инструменты разделяют на две группы: инструменты для обработки предварительно обработанных отверстий и инструменты для обработки отверстий в сплошном материале. Инструменты обеих групп можно классифицировать:

по профилю обрабатываемых отверстий: по типу комбинирования — однотипные и разнотипные;

по способу комбинирования режущих зубьев — с профильными зубьями, с зубьями, расположенными по отдельным ступеням, с чередующимися и смешанными зубьями;

по конструктивным признакам — цельные и разъемные;

по характеру работы ступеней — с последовательной работой, с одновременной работой и частичным совмещением переходов обработки;

по способу направления инструмента — по кондукторным втулкам (неподвижным и вра-

шающимся), по ранее обработанному отверстию и т. д.

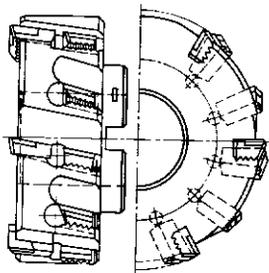
В зависимости от назначения и формы отверстий комбинированные инструменты, составленные из сверл, зенкеров и разверток, разделяют на инструменты: для обработки одного отверстия: для обработки отверстий «в линию»; для черновой и чистовой обработки; для обработки отверстий и плоскостей.

Конструкция комбинированного инструмента будет зависеть от формы и размеров отверстия, расположения и числа отверстий при обработке «в линию», требуемой точности и параметров шероховатости обработанной поверхности и величины припуска на обработку.

Типовые конструкции комбинированного инструмента приведены в табл. 54.

Форма отверстий, обрабатываемых комбинированными инструментами, основные сочетания различных форм отверстий и плоскостей, обрабатываемых комбинированными инструментами, приведены в табл. 55.

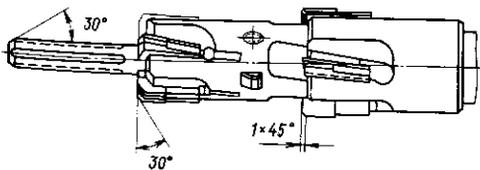
54. Типовые конструкции комбинированного инструмента для обработки отверстий



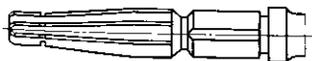
Зенкер-развертка со вставными ножами, с последовательной работой ступеней



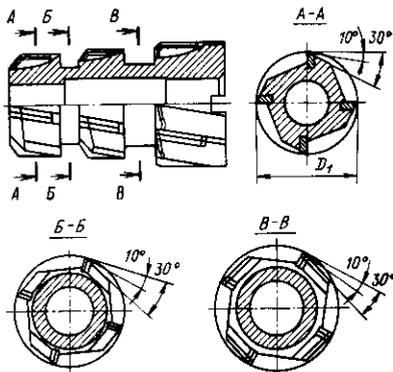
Развертка двухступенчатая, цельная, с одновременной работой ступеней с передней и задней направляющими



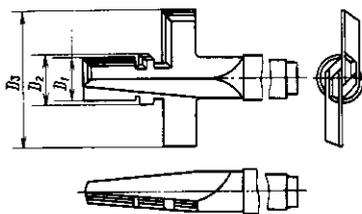
Зенкер двухступенчатый, со вставными ножами, с одновременной работой ступеней с передней направляющей



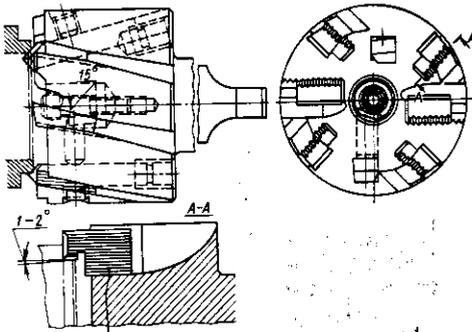
Развертка ступенчатая, цельная с профильными зубьями



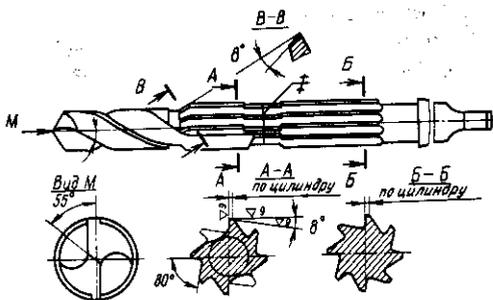
Зенкер трехступенчатый, с пластинами из твердого сплава с одновременной работой ступеней



Зенкер трехступенчатый, перовой, цельный, с одновременной работой ступеней

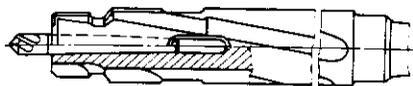


Зенкер со вставными ножами, с чередующимися зубьями, с одновременной работой ступеней

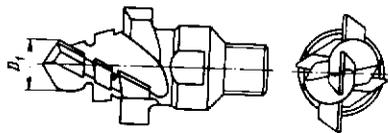


Сверло-развертка с задней направляющей частью (по кондукторной втулке), с последовательной работой ступеней

Продолжение табл. 54



Сверло-зенкер двухступенчатый, составной конструкции: разъемная часть — сверло и неразъемная — зенкер, с последовательной работой ступеней



Сверло-зенкер двухступенчатый, цельный, с последовательной работой ступеней

55. Варианты сочетания поверхностей, обрабатываемых комбинированным инструментом

Отдельные цилиндрические, конические	Цилиндрические, конические	Цилиндрические и плоские	Цилиндрические, конические и плоские
<i>При наличии предварительно подготовленного отверстия</i>			
<i>В сплошном материале</i>			

ПРОТЯЖКИ И ПРОШИВКИ

Внутренние протяжки. Предназначены для обработки круглых, квадратных, многогранных и шлицевых отверстий, а также шпоночных и других фигурных пазов в отверстиях. Данные об основных типах стандартных протяжек для внутреннего протягивания приведены в табл. 56. Конструктивные параметры — на рис. 20. Данные о нестан-

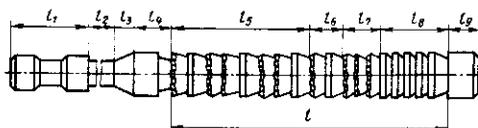


Рис. 20. Основные параметры внутренних протяжек: l — рабочая длина; l_1 — передний хвостовик; l_2 — шейка; l_3 — направляющий конус; l_4 — передняя направляющая часть; l_5 — черновая часть; l_6 — переходная часть; l_7 — чистовая часть; l_8 — калибрующая часть; l_9 — задняя направляющая часть

дартных протяжках для внутреннего протягивания приведены в табл. 57.

Наружные протяжки. Предназначены для обработки наружных поверхностей, пазов, уступов. Наружное протягивание применяют вместо фрезерования, строгания, шлифования и других операций. Протяжки для наружного протягивания являются специальным видом инструмента и не стандартизованы.

При наружном протягивании объединяют в одну операцию обработку возможно большего числа сопряженных поверхностей деталей; для этого протяжки соединяют в блоки. В блоке секции протяжек размещают параллельно, последовательно или по смешанной схеме.

Производительность и себестоимость операции протягивания зависит не только от схемы срезания припуска и геометрических параметров зубьев протяжки, но и от конструкции протяжного блока.

От конструкции протяжного блока зависит точность и качество обработки, способ перетачивания зубьев и экономичность использования инструментального материала. Поэтому при проектировании блока решают следующие задачи: расчленяют сложный профиль детали на элементарные участки, обрабатываемые набором секций простых технологичных протяжек; выбирают последовательность расположения протяжек и схему срезания припуска; назначают систему подналадки протяжек (на станке или вне станка); выбирают способ регулирования черновых и чистовых протяжек; определяют направления сил, действующих в процессе протягивания на деталь (для нежестких деталей); выбирают способ крепления протяжек на державке, обеспечивающий рациональный отвод стружки и быструю замену инструмента.

Данные о секционных протяжках для наружного протягивания приведены в табл. 58.

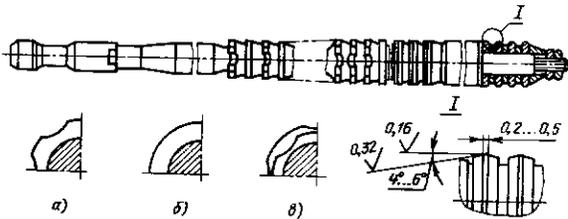
56. Основные типы стандартных протяжек для внутреннего протягивания

Протяжки	ГОСТ	Назначение
Круглые переменного резания диаметром 10–13 мм	20364–74	Для обработки отверстий с полями допусков $H7, H8, H9$. Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra = 0,63 \pm 2,5$ мкм
Круглые переменного резания диаметром 14–90 мм	20365–74	То же
Для квадратных отверстий со стороной квадрата, мм: 10–12 св. 14 до 60 » 26 » 41	26478–85 26479–85 26480–85	Для обработки квадратных отверстий с полями допусков $H11, D11$ и $B12$. Параметр шероховатости обработанной поверхности $Rz \leq 20$ мкм
Шлицевые для отверстий с пробочным профилем с центрированием по наружному диаметру 20–88 мм, комбинированные, переменного резания (одно- и двухпроходные, число шлицев 6, 8, 10)	24818–81 + 24823–81	Для обработки шлицевых отверстий с пробочным профилем по ГОСТ 1139–80 с полями допусков на наружный диаметр $H7, H8$ и на ширину впадины $F8, F10, J_3, 10$. Параметр шероховатости обработанной поверхности, мкм: наружного и внутреннего диаметров $Ra \leq 2,5$
Шлицевые для отверстий с пробочным профилем с центрированием по внутреннему диаметру, комбинированные, переменного резания (одно- и двухпроходные, число шлицев 6, 8, 10)	25969–83 + + 25974–83	Для обработки шлицевых отверстий с пробочным профилем по ГОСТ 1139–80 с полями допусков на внутренний диаметр $H7, H8$ и ширину впадины $F8, H8, D9, D10, J_3, 10$. Параметр шероховатости обработанной поверхности, мкм: наружного и внутреннего диаметров $Ra \leq 2,5$; боковых сторон $Ra \leq 5$
Для шлицевых отверстий с эвольвентным профилем и центрированием по наружному диаметру 12–90 мм, модулем 1–5 мм (одно- и двухпроходные)	25157–82 + 25161–82	Для обработки шлицевых отверстий с эвольвентным профилем по ГОСТ 6033–80 и ГОСТ 6033–80 с полями допусков на наружный диаметр $H7, H8$ и на ширину впадины $9H$ и $11H$. Параметр шероховатости обработанной поверхности, мкм: наружного диаметра $Rz \leq 10$; боковых сторон $Rz \leq 20$

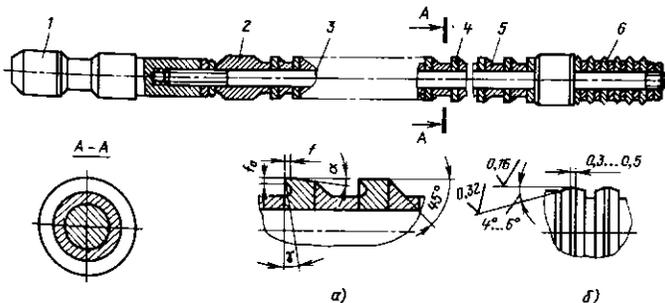
Продолжение табл. 56

Протяжки	ГОСТ	Назначение
Шпоночные для пазов шириной 6–50 мм по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 10748–79	18217–80	Для обработки пазов с полями допусков на ширину $J_9, D10$. Параметр шероховатости обработанной поверхности, мкм: боковых поверхностей $Ra \leq 5$; дна паза $Ra \leq 10$
Шпоночные для пазов шириной 3–10 мм по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 10748–79	18218–80	То же
Шпоночные с фасочными зубьями для пазов шириной 3–10 мм по ГОСТ 23366–78, ГОСТ 10748–79	18219–80	Для обработки пазов с полями допусков на ширину $J_9, D10$. Параметр шероховатости обработанной поверхности, мкм: боковых поверхностей $Ra \leq 5$; дна паза $Ra \leq 10$
Шпоночные для пазов шириной 6–50 мм по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 10748–79	18220–80	То же. Параметр шероховатости, мкм: боковых поверхностей $Ra \leq 2,5$; дна паза $Ra \leq 10$

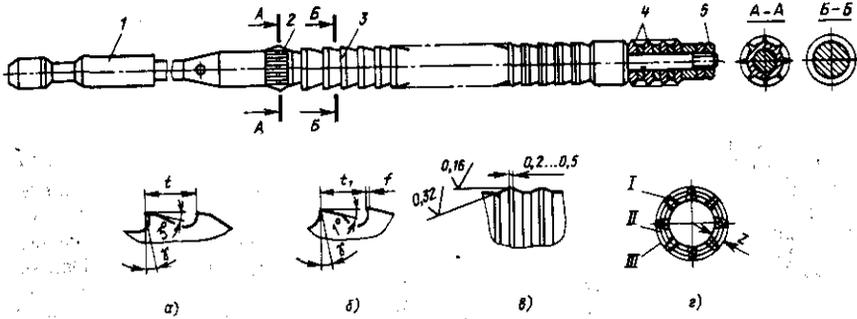
57. Типовые нестандартные протяжки и прошивки для внутреннего протягивания



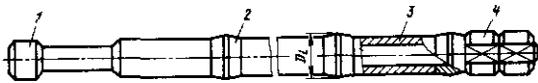
Круглые сборные протяжки с твердосплавными выглаживающими зубьями (кольцами): а – профиль нечетных черновых зубьев; б – профиль четных черновых и калибрующих зубьев; в – профиль переходных несекционных и чистовых зубьев. Предназначены для обработки цилиндрических отверстий диаметром $H7, H9$. Имеют повышенную в 2–2,5 раза работоспособность по сравнению со стандартными протяжками



Круглые сборные протяжки с твердосплавными режущими и выглаживающими зубьями (кольцами): 1 – хвостовик; 2 – передняя направляющая; 3 – оправка; 4 – режущие зубья; 5 – дистанционные втулки; 6 – выглаживающие зубья (кольца); а – профиль черновых и калибрующих зубьев; б – профиль выглаживающих зубьев. Предназначены для обработки чугуна и цветных металлов



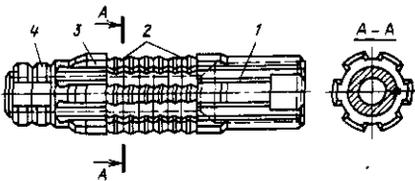
Круглые деформирующе-режущие сборные протяжки с выглаживающими зубьями: 1 — хвостовик; 2 — деформирующий элемент для стружкоделения; 3 — режущая часть; 4 — выглаживающие зубья (кольца); 5 — гайки; а — профиль черновых и переходных зубьев; б — профиль чистовых и калибрующих зубьев; в — выглаживающие зубья; г — схема обработки; Z — припуск; I — деформирование; II — резание; III — выглаживание. Имеют повышенную в 2–4 раза работоспособность по сравнению с работоспособностью протяжек с профильной схемой резания



Круглые сборные протяжки с твердосплавными деформирующими зубьями: 1 — стержень (оправка); 2 — твердосплавные деформирующие зубья (кольца); 3 — дистанционные втулки; 4 — гайки. Предназначены для обработки отверстий деталей типа втулок методом пластического деформирования.

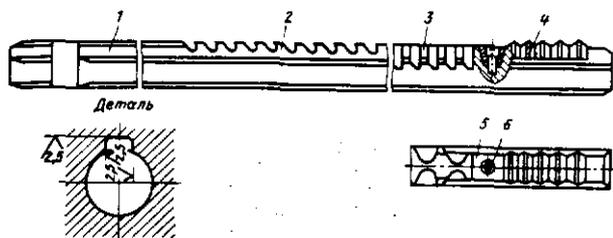
D_i	19,2	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	21,0	20,2	20,3
i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Обрабатываемая деталь — сталь 35, HV 180, скорость резания 1 м/мин, сила протягивания 15 000 Н

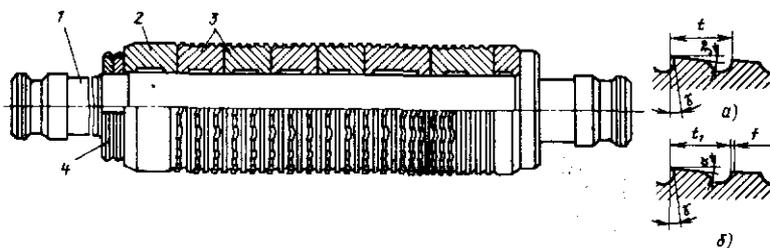


Шлицевые сборные прошивки с твердосплавными выглаживающими зубьями для отверстий с прямобочным профилем и центрированием по наружному диаметру: 1 — оправка; 2 — выглаживающие шлицевые кольца; 3 — направляющая часть; 4 — гайки. Предназначены для калибровки шлицевых отверстий, в том числе и после термической обработки, с полями допусков на наружный диаметр $H7$, $H8$ и на ширину впадины $F8$, J_8 ; $F10$; J_3 , 10

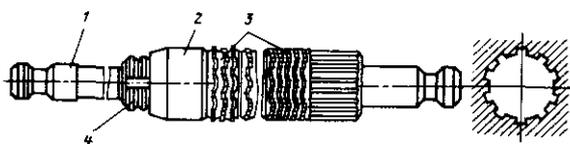
Продолжение табл. 57



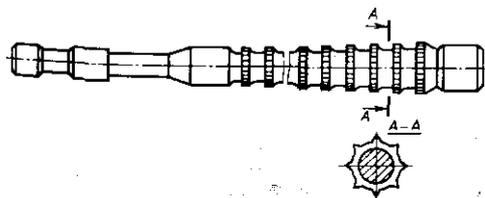
Шпоночные сборные протяжки с выглаживающими твердосплавными элементами: 1 — хвостовик; 2 — режущая часть; 3 — калибрующая часть с боковыми зубьями; 4 — выглаживающая часть, содержащая твердосплавные выглаживающие элементы; 5 — клин; 6 — крепежный винт. Предназначены для обработки точных пазов. Имеют повышенную в 2–2,5 раза работоспособность по сравнению со стандартными протяжками



Круглые сборные протяжки переменного резания для обработки отверстий с полями допусков $H7$ и $H9$, диаметром 95–200 мм: 1 — оправка с хвостовиками; 2 — направляющая втулка; 3 — секции, включающие черновую, чистовую и калибрующую части; 4 — крепежные гайки; а — профиль черновых и переходных зубьев; б — профиль чистовых и калибрующих зубьев

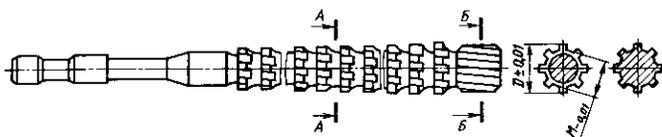


Шлицевые протяжки для отверстий с прямоугольным профилем с центрированием по наружному или внутреннему диаметру, сборные комбинированные переменного резания (диаметром 95–160 мм): 1 — оправка с хвостовиками; 2 — направляющая втулка; 3 — секции (шлицевые втулки), включающие черновую, чистовую и калибрующие части; 4 — крепежные гайки

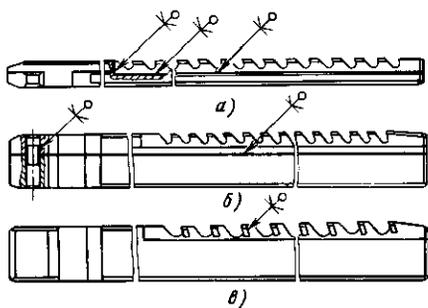


Острошлицевые протяжки. Предназначены для обработки отверстий с треугольным профилем шлицев, диаметром 12–200 мм с числом шлицев по окружности до 72

Продолжение табл. 57



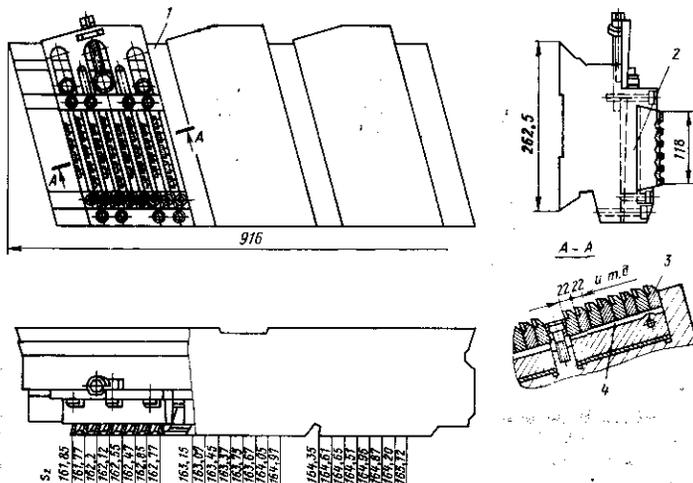
Шлицевые спиральные протяжки. Предназначены для протягивания отверстий как с прямобоковыми спиральными шлицами, так и с трапециевидными, с углом наклона спирали до 20°, диаметром 20—50 мм, с числом заходов 2—8



Клеесборные шпоночные протяжки: а — режущие секции вклеены в П-образном пазу корпуса; б — режущая секция скреплена с корпусом посредством клея и штифта; в — режущие пластины закреплены в пазах корпуса прессованием и последующим склеиванием

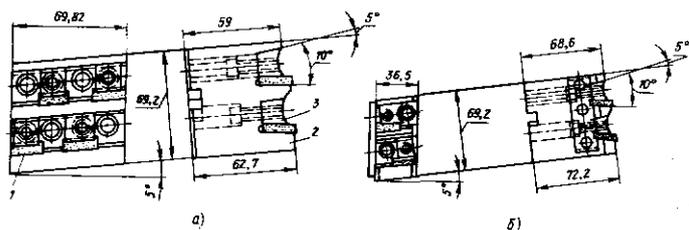
Примечание. Геометрические параметры см. табл. 59.

58. Типовые нестандартные секционные протяжки для наружного протягивания

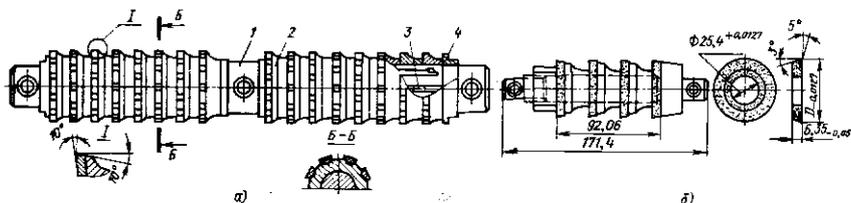


Твердосплавный протяжной блок для обработки корпусной детали: 1 — общая наладка; 2 — кассета; 3 — секции протяжки (ножи); 4 — мерные подкладки для выставления ножей на подъем; S_1 — подъем на зуб

Продолжение табл. 58

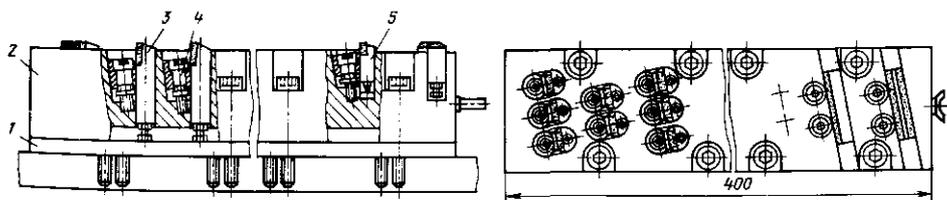


Плоские протяжки с механическим креплением неперегачиваемых пластин из твердого сплава для обработки деталей из чугуна и цветных металлов: *а* — унифицированная секция, набирается в блок для обработки плоскостей; *1* — неперегачиваемая пластина; *2* — корпус; *3* — клин с крепежным винтом; *б* — унифицированная секция, набирается в блок для обработки уступов

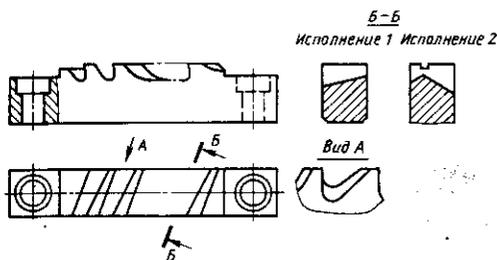


Круглые сборные протяжки для протягивания полуцилиндрических наружных поверхностей корпусных деталей из чугуна и цветных металлов: *а* — черновая секция; *1* — корпус; *2* — зубья; *3* — шпонка; *4* — гайка; *б* — чистовая секция

№ зуба	1	2	3	4
Диаметр кольца <i>D</i> , мм	51,87	51,97	52,07	52,07
Допуск, мм	-0,0127			



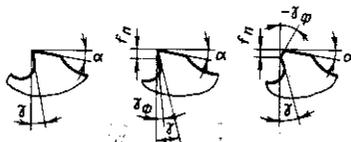
Протяжка, оснащенная взаимозаменяемыми твердосплавными вставками, регулируемые в направлении по высоте: *1* — опорная плита; *2* — корпус; *3* — режущая вставка; *4* — клин с крепежным винтом; *5* — чистовой нож



Плоская протяжка со свободным выходом стружки по направляющим канавкам. Предназначена для обработки деталей длиной до 300 мм. Исполнение 1 — с односторонним выходом стружки, исполнение 2 — с двусторонним выходом стружки

Примечание. Геометрические параметры см. табл. 59.

59. Передний угол γ протяжек



Обрабатываемый материал	γ°	Обрабатываемый материал	γ°
Сталь с <i>HV</i> :		Алюминий и сплавы на его основе, красная медь, баббит	20
≤ 197	20—16	Титановые сплавы	10
198—229	15	Латунь, бронза с <i>HV</i> :	
> 229	10	≤ 100	10
Серый чугун с <i>HV</i> :		> 100	5
≤ 180	10	Порошковые материалы	15
> 180	6		
Ковкий чугун	10		

Примечания: 1. Для протяжек с односторонним расположением зубьев (шпоночных, плоских, пазовых и т. п.) передний угол не следует увеличивать более 15° во избежание втягивания протяжки в обрабатываемую поверхность.

2. При обработке стальных деталей круглыми протяжками диаметром до 20 мм допускается уменьшение угла γ до $8-10^\circ$.

3. Для увеличения работоспособности протяжек на чистовых и калибрующих зубьях рекомендуется дополнительная фаска $f_{11} = 0,5 \pm 1$ мм, для ковкого чугуна $\gamma_\phi = 5^\circ$, для серого чугуна, бронзы и латуни $\gamma_\phi = -5^\circ$.

60. Величина заднего угла α° протяжек (см. эскиз в табл. 59)

Протяжки	Зубья		
	черновые и переходные (пред. откл. ± 30)	чистовые (пред. откл. ± 30)	калибрующие (пред. откл. ± 15)
Внутренние: круглые, шлицевые, шпоночные	3	2	1
Наружные: регулируемые нерегулируемые	8-10 3-5	8-10 2	- 1-2

Примечания: 1. Для сохранения размера при переточках на задних поверхностях калибрующих зубьев протяжек для внутреннего протягивания выполняется равномерная цилиндрическая ленточка шириной 0,2-0,6 мм.

2. На черновых, переходных и чистовых зубьях допускается цилиндрическая ленточка не более 0,05 мм.

61. Величины передних и задних углов протяжек из быстрорежущей стали для протягивания жаропрочных и титановых сплавов

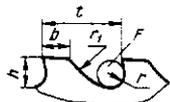
Протяжки	γ°	α_p°	α_k°
Внутренние	15	$\frac{4-5}{4-5}$	$\frac{2-3}{2-3}$
Наружные регулируемые	8-10	$\frac{8-10}{8-10}$	$\frac{6-10}{8-10}$

Примечания: 1. Обозначения: α_p - задний угол режущих зубьев; α_k - задний угол калибрующих зубьев.

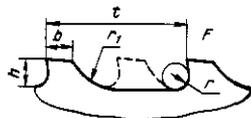
2. В числителе приведены величины углов протяжек для протягивания жаропрочных и в знаменателе - титановых сплавов.

62. Рекомендуемые форма и размеры (мм) профиля черновых зубьев протяжек

Профиль с нормальной канавкой



Профиль с удлиненной канавкой



t	h	r	b	r_1	$F, \text{мм}^2$	t	h	r	b	r_1	$F, \text{мм}^2$
4.0	1,6	0,8	1,5	2,5	1,77	6.0	1,8*	0,9	2,7	2,8	2,54
	1,8	0,9	1,2	2,8	2,54		2,0	1,0	3,0	3,0	3,14
4.5	1,6	0,8	2,0	2,5	1,77	7.0	2,0*	1,0	3,5	3,0	3,14
	1,8	0,9	1,7	2,8	2,54		2,5	1,3	3,0	4,0	4,90
5.0	2,0	1,0	1,5	3,0	3,14	8.0	3,0	1,5	2,3	5,0	7,10
	1,6*	0,8	2,2	2,5	1,77		3,6	1,8	4,0	5,5	9,60
5.5	1,8	0,9	2,2	2,8	2,54	9.0	2,5*	1,3	4,0	4,0	4,9
	2,0	1,0	2,0	3,0	3,14		3,0	1,5	4,3	5,0	7,1
							3,6	1,8	3,5	5,5	6,6

ПРОФили

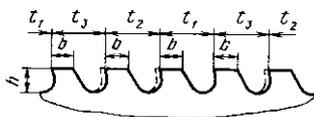
Продолжение табл. 62

t	h	r	b	r_1	$F, \text{мм}^2$	t	h	r	b	r_1	$F, \text{мм}^2$
10	3,0*	1,5	4,3	5,0	7,1	20	7	3,5	9,0	11	38,5
	3,6	1,8	4,5	5,5	9,6		8	4,0	8,0	12	50,3
	4,0	2,0	3,5	6,0	12,6		9	4,5	6,0	14	63,6
11	3,6*	1,8	4,5	5,5	9,6	21	7*	3,5	9,0	11	38,5
	4,0	2,0	4,5	6,0	12,6		8	4,0	9,0	12	50,3
	4,5	2,3	4,0	7,0	15,9		9	4,5	7,0	14	63,6
12	4,0	2,0	5,5	6,0	12,6	22	7	3,5	9,0	11	38,5
	4,5	2,3	5,0	7,0	15,9		8	4,0	9,0	12	50,3
	5,0	2,5	4,0	8,0	19,6		9	4,5	8,0	14	63,6
13	4,0*	2,0	5,5	6,0	12,6	24	8*	4,0	9,0	12	50,3
	4,5	2,3	6,0	7,0	15,9		9	4,5	10,0	14	63,6
	5,0	2,5	5,0	8,0	19,6		10	5,0	6,5	16	78,5
14	4,5*	2,3	6,0	7,0	15,9	25	8*	4,0	10,0	12	50,3
	5,0	2,5	6,0	8,0	19,6		9*	4,5	10,0	14	63,6
	6,0	3,0	4,5	10,0	28,3		10	5,0	9,5	16	78,5
15	4,5*	2,3	6,0	7,0	15,9	26	8*	4,0	10,5	12	50,3
	5,0	2,5	7,0	8,0	19,6		9*	4,5	10,0	14	63,6
	6,0	3,0	5,5	10,0	28,3		10	5,0	10,5	16	78,5
16	5,0*	2,5	7,0	8,0	19,6	28	9*	4,5	10,5	14	63,6
	6,0	3,0	6,5	10,0	28,3		10*	5,0	10,5	16	78,5
	7,0	3,5	5,0	11,0	38,5		12	6,0	9,5	18	113,1
17	5,0*	2,5	7,0	8,0	19,6	30	9*	4,5	12,0	14	63,6
	6,0	3,0	7,5	10,0	28,3		10*	5,0	12,0	16	78,5
	7,0	3,5	6,0	11,0	38,5		12	6,0	11,5	20	113,1
18	6,0	3,0	8,5	10,0	28,3	32	9*	4,5	12	14	63,6
	7,0	3,5	7,0	11,0	38,5		10*	5,0	12	16	78,5
	8,0	4,0	6,0	12,0	50,3		12	6,0	12	20	113,1
19	6*	3,0	8,5	10	28,3						
	7	3,5	8,0	11	38,5						
	8	4,0	7,0	12	50,3						

* Для профиля с удлиненной канавкой.

Примечание. Шаги чистовых и калибрующих зубьев (t_1, t_2, t_3) неравномерные (см. табл. 63).

63. Рекомендуемые форма и размеры (мм) профиля чистовых и калибрующих зубьев протяжек



Номинальный шаг t	t_1						
4	4	9	6	16	11	24	17
4,5	4	10	7	17	12	25	18
5	4	11	7	18	13	26	19
5,5	4	12	8	19	14	28	20
6	4,5	13	9	20	14	30	20
7	5	14	10	21	15	32	22
8	5,5	15	11	22	16		

Примечания: 1. Размеры профиля чистовых и калибрующих зубьев h , b устанавливают в зависимости от шага t_1 (для всех трех шагов одинаковые). Форма профиля зубьев протяжек для шагов t_2 и t_3 удлиненная.

2. При номинальном шаге $t=6 \div 32$ мм $t_3=t_1+1$; $t_2=t_1+0,5$; при $t=12 \div 19$ мм $t_3=t_1+2$.

64. Поддачи на зуб s_z , мм, для протяжек, работающих по профильной и генераторной схемам резания

Внутреннее протягивание

Протяжки	Обрабатываемый материал			
	Сталь	Чугун	Алюминий и сплавы на его основе	Бронза, латунь
Круглые	0,015–0,06	0,03–0,1	0,02–0,05	0,05–0,12
Шлицевые с прямоугольными, треугольными и эвольвентными шлицами	0,03–0,16	0,05–0,12	0,04–0,1	0,06–0,12
Шпоночные	0,05–0,12	0,05–0,2	0,05–0,08	0,08–0,2
Квадратные и шестигранные	0,02–0,15	0,05–0,2	0,03–0,15	0,05–0,2

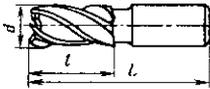
Наружное протягивание

Протяжки	Схема резания	Сталь с $\sigma_B < 500$ и $\sigma_B > 900$ МПа	Сталь с $\sigma_B = 500 \div 900$ МПа	Серый и ковкий чугун, бронза	Алюминий и сплавы на его основе
Плоские, угловые и канавочные Цилиндрические и фасонные	Профильная	До 0,1	0,05–0,20	0,05–0,2	0,03–0,2
	Генераторная	0,1–0,2	0,3–0,8	0,3–0,8	До 0,30
	Профильная	До 0,08	До 0,1	0,05–0,15	0,03–0,1
	Генераторная	0,05–0,1	0,1–0,2	0,15–0,3	До 0,15

ФРЕЗЫ

65. Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025–71)

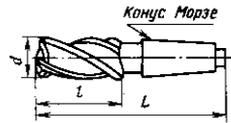
Размеры, мм



d	L	l	Число зубьев фрез типа	
			1	2
2,0	39	7	3	2
2,5	40	8		
3,0	40	8	4	3
3,5	42	10		
4,0	43	11		
5,0	47	13		
6,0	57	13		
7,0	60	16		
8,0	63	19		
9,0	69	19		
10,0	72	22	5	4
11,0	79	22		
12,0	83	26	6	4
14,0	83	26		
16,0	92	32	6	4
18,0	92	32		
20,0	104	38		
22,0	104	38		
25,0	121	45		
28,0	121	45		

66. Концевые фрезы с коническим хвостовиком (по ГОСТ 17026–71)

Размеры, мм



d	L	l	Число зубьев фрез типа		Конус Морзе
			1	2	
10	92	22	4	3	1
11					
12	96	26	4	3	2
12	111				
14	96				
14	111	32	5	4	2
16	117				
18	123	38	5	4	2
20					
20					
22					
22	140	45	8	5	3
22	140				
25	147	53	6	4	4
28					
32	155	63	6	4	5
32	173				
36	155	75	8	5	4
36	178				
40	188	90	8	5	5
40	221				
45	188	90	8	5	5
45	221				
50	200	90	8	5	5
50	233				
56	200	90	8	5	5
56	233				
63	248	90	8	5	5
63	248				

Технические требования по ГОСТ 17024–82. Фрезы (см. табл. 65, 66) изготавливают двух типов: 1 – фрезы с нормальным зубом; 2 – фрезы с крупным зубом.

Фрезы каждого типа изготавливают в двух исполнениях: А – фрезы с цилиндрической ленточкой шириной не более 0,05 мм; Б – фрезы, заточенные наостро.

Угол наклона стружечных канавок: фрез типа 1 30–35°; фрез типа 2 35–45°.

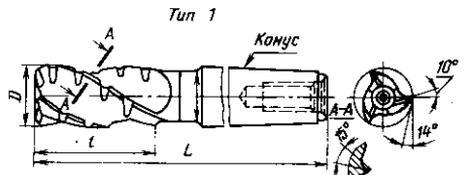
Для повышения виброустойчивости фрезы выполняют с неравномерным окружным шагом зубьев.

Предельные отклонения фрез не должны быть более:

- а) наружного диаметра: нормальной точности f₈14; повышенной точности f₇9;
- б) диаметра цилиндрического хвостовика h8.

67. Концевые обдирочные фрезы с коническим хвостовиком (по ГОСТ 15086–69)

Размеры, мм

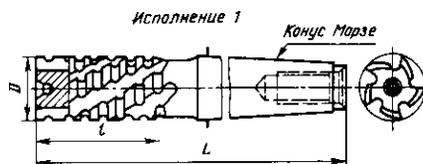


Продолжение табл. 67

D	L	l	Число зубьев	Конус Морзе
25	120	50	3	B24
	150	50		3
	150	80		B24
	180	80		3
32	130	55	4	B32
	180	55		4
	160	85		B32
	210	85		4
	205	130		B32
	255	130		4
40	140	65	4	B32
	190	65		4
	175	100		B32
	225	100		4
	235	160		B32
	285	160		4
50	160	70	4	B45
	225	70		5
	210	120		B45
	275	120		5
	270	180		B45
	335	180		5
63	235	80	5	5
	280	125		5
	290	80		6
	355	200		5
	355	125		6
	410	200		6
80	300	90	7	6
	350	140		80 (мет- риче- ский)
	430	220		
	315	90		
	365	140		
	445	220		

68. Концевые обдирочные фрезы с затылованными зубьями и коническим хвостовиком (по ГОСТ 4675 - 71)

Размеры, мм



D	L	l	Число зубьев	Конус Морзе
25	150	50	5	3
	180	80		
32	180	55	5	4
	210	85		
	255	130		
40	190	65	6	5
	225	100		
	285	160		
50	225	70	6	5
	270	115		
	335	180		
63	235	80	8	6
	280	125		
	355	200		
80	300	90	10	6
	350	140		
	435	224		

Фрезы изготавливают праворежущими с направлением винтовых стружечных канавок: левым — для фрез без торцовых зубьев (исполнение 1); правым — для фрез с торцовыми зубьями (исполнение 2). Затылование задней поверхности зубьев фрез повышает их прочность и дает возможность увеличивать подачу на зуб по сравнению с острозаточенными.

69. Концевые фрезы с коническим хвостовиком, оснащенные прямыми пластинами из твердого сплава (по ТУ 2-035-591 - 77)

Размеры, мм



Фрезы изготавливают двух типов: 1 — с торцовыми зубьями; 2 — без торцовых зубьев.

Фрезы изготавливают праворежущими с направлением винтовых стружечных канавок: правым — для фрез с торцовыми зубьями; левым — для фрез без торцовых зубьев. Фрезы имеют винтовые стружечные канавки с углом наклона $\alpha = 35^\circ$ и неравномерный окружной шаг зубьев.

Фрезы предназначены для черного фрезерования открытых широких поверхностей на заготовках, имеющих большие припуски под механическую обработку. Для увеличения виброустойчивости и улучшения отвода стружки на винтовых режущих кромках выполнены стружкоразделительные канавки.

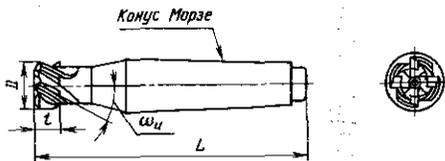
Продолжение табл. 69

D	L	l	Число зубьев	Конус Морзе
16	105	16	4	2
20	125	20	5	3
25	125	20	5	3
32	150	20	5	4
40	150	25	6	4
50	190	32	6	5

Фрезы оснащают пластинами из твердых сплавов Г15К10, ВК8, ВК6.

70. Концевые фрезы, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами

Размеры, мм



Технические требования по ГОСТ 20539-75

D	l	L	Число зубьев	ω	Диаметр хвостовика	Конус Морзе
10	14	70	2	20	10,0	—
12,5	14	80	2	24	12,5	—
16	13	90	3	30	16,0	—
20	12	90	4	36	20,0	—

С цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 20536-75

10	14	70	2	20	10,0	—
12,5	14	80	2	24	12,5	—
16	13	90	3	30	16,0	—
20	12	90	4	36	20,0	—

С коническим хвостовиком по ГОСТ 20537-75

12,5	14	115	2	24	—	2
16	13	120	3	30	—	2
20	12	135	4	36	—	3
25	20	160	4	36	—	4
32	19	160	4	40	—	4
40	24	190	6	34	—	5
50	22	190	6	40	—	5

71. Концевые твердосплавные фрезы (по ГОСТ 18372-73)

Размеры, мм



D	l	L
3,0; 3,5	8	28
4,0; 4,5	10	32
5,0; 5,5	12	36
6,0; 6,5; 7,0; 7,5	16	40
8,0; 8,5; 9,0; 9,5	20	45
10,0; 10,5; 11,0; 11,5	20	50
12,0	25	60

Примечание. Фрезы диаметром 3,0-5,5 мм изготавливают с числом зубьев 3 и 4; фрезы диаметром 6,0-12,0 - с числом зубьев 3-5.

Концевые твердосплавные цельные фрезы нормальной и повышенной точности предназначены для работы по труднообрабатываемым материалам.

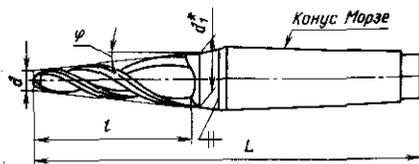
Предельные отклонения размеров фрез не должны превышать: а) наружного диаметра фрез: нормальной точности J₁₂; повышенной точности J₉; б) хвостовой части фрез h₈.

Угол наклона стружечных канавок ω : для фрез с числом зубьев 3 $\omega = 30 \div 40^\circ$; для фрез с числом зубьев 4 и 5 $\omega = 30 \div 35^\circ$. Фрезы выполняют с неравномерным окружным шагом зубьев. Материал фрез - твердые сплавы марок ВК6М, ВК8, ВК10М по ГОСТ 3882-74.

72. Концевые конические фрезы с коническим хвостовиком (по ГОСТ 18151-72)

Размеры, мм

Технические требования по ГОСТ 18152-72



Продолжение табл. 72

$d(j,12)$	d_1	l	L	Число зубьев	Конус Морзе	
$\varphi = 3^\circ$						
4	9,24	50	130	2; 3	2	
	11,34	70	150			
	14,48	100	180			
6	11,24	50	130			
	13,34	70	150; 155			
	16,48	100	185			
10	17,34	70	170	3		
	20,48	100	200	3		
	24,68	140	270	4		
16	23,34	70	200	3; 4	4	
	26,48	100	230			
	30,68	140	270			
25	35,48	100	260	3; 4	5	
	39,68	140	300			
$\varphi = 5^\circ$						
3	11,7	50	135	2; 3	2	
	15,26	70	155			
4	12,75	50	135			2
	16,26	70	155			2
	21,50	100	200			3
6	14,75	50	135			2; 3
	18,25	70	170	3		
	23,50	100	230	4		
	30,50	140	270	4		
10	22,25	70	170	3; 4	3	
	27,50	100	230		4	
16	28,26	70	200	3; 4	4	
	33,50	100	250		5	
	40,50	140	300		5	
25	42,50	100	260	3; 4	5	
	49,50	140	300			

$\varphi = 7^\circ$					
3	15,30	50	135	2; 3	2
	20,22	70	170		3
4	16,30	50	135		2
	21,20	70	170		3
	28,60	100	230		4
6	23,20	70	170		2; 3
	30,60	100	260	5	
	40,40	140	300	5	
10	27,20	70	200	3; 4	4
	34,60	100	260		5
	49,36	160	320		5
16	33,22	70	230	3; 4	5

Продолжение табл. 72

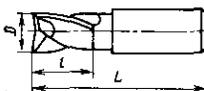
$d(j,12)$	d_1	l	L	Число зубьев	Конус Морзе		
16	40,60	100	260	3; 4	5		
	50,40	140	300				
25	59,40	140	360		6		
$\varphi = 10^\circ$							
3	20,60	50	150	2; 3	3		
	27,60	70	195		4		
4	21,60	50	150		3		
	28,60	70	200		4		
	39,20	100	260		5		
6	30,60	70	200		2; 3	4	
	41,20	100	260	5			
	55,30	140	300	5			
10	34,60	70	230	3; 4	5		
	45,20	100	260				
	66,40	160	320				
16	40,60	70	230			3; 4	5
	51,20	100	250				
	65,40	140	300				
25	60,20	100	260	3; 4	5		
	74,40	140	360				

73. Шпоночные фрезы (по ГОСТ 9140-78)

Размеры, мм

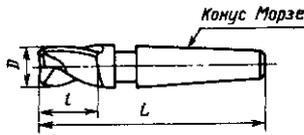
Тип 1 — с цилиндрическим хвостовиком

	$D(e8)$	L	l
	2	36	4
	3	37	5
	4	39	7
	5	42	8
	6	52	8
	7	54	10
	8	55	11
	10	63	13
	12	73	16
	14	73	16
	16	79	19
	18	79	19
	20	88	22
	22	88	22
	25	102	26



Продолжение табл. 73

Тип 2 — с коническим хвостовиком

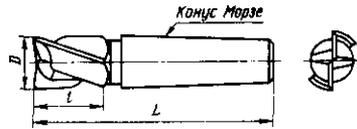


D(e8)	L	l	Конус Морзе
10	83	13	1
12; 14	86; 101	16	1; 2
16; 18	101; 104	19	2
20; 22	107; 124	22	2; 3
25; 28	128	26	3
32; 36	134; 157	32	3; 4
40	163	38	4

Фрезы предназначены для фрезерования шпоночных пазов на шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей. Угол наклона винтовых стружечных канавок $\omega = 20^\circ$.

Продолжение табл. 74

Тип II



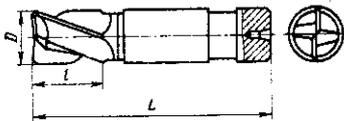
Ширина шпоночного паза	D	L	l
С коническим хвостовиком			
16	15,7	104	19
18	17,7	104	19
20	19,7	107	22
22	21,7	107	22
25	24,7	128	26
28	27,7	128	26
32	31,7	134	32
36	35,7	134	32
40	39,7	163	38
45	44,6	163	40
50	49,6	172	45

Фрезы предназначены для фрезерования шпоночных пазов на шпоночно-фрезерных станках рамочным способом.

74. Шпоночные немерные фрезы (по ТУ 2-035-858-82)

Размеры, мм

Тип I



Ширина шпоночного паза	D	L	l
------------------------	---	---	---

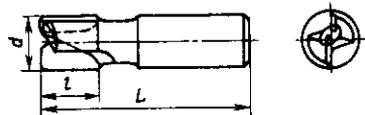
С цилиндрическим хвостовиком

6	5,75	52	8
8	7,75	55	11
10	9,75	63	13
12	11,7	73	16
14	13,7	73	16
16	15,7	79	19
18	17,7	79	19
20	19,7	88	22
22	21,7	88	22
25	24,7	102	26

75. Шпоночные фрезы, оснащенные твердосплавными пластинами (по ГОСТ 6396-78)

Размеры, мм

Тип I — с цилиндрическим хвостовиком



Тип 2 — с коническим хвостовиком



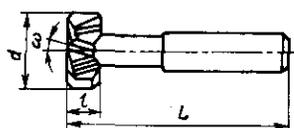
Продолжение табл. 75

77. Фрезы для обработки станочных Т-образных пазов (по ГОСТ 7063-72)

Размеры, мм

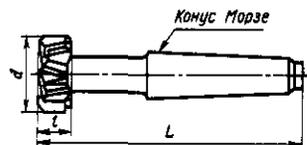
Тип 1			Тип 2			Конус Морзе
d^*	l	L	d^*	l	L	
10	12	62	12	16	86	1
12	16	73			101	1
14	16	73			86	1
16	16	76	14	16	101	2
18	19	79	16	16	101	2
20	19	85	18	19	104	
22	19	85			104	2
25	22	98	20	19	121	3
					104	2
			22	19	121	3
			25	22	124	3
			28			
			32	22	124	3
					147	4
					127	3
			36	25	150	4
			40	25	150	4

Тип 1 — с цилиндрическим хвостовиком



Номинальный размер паза	d^*	l	L	Число зубьев
6	12,5	6	57	
8	16	8	62	
10	18	8	70	
12	21	9	74	
14	25	11	82	8
18	32	14	90	
22	40	18	108	

Тип 2 — с коническим хвостовиком



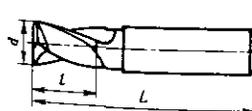
Номинальный размер паза	d^*	l	L	Число зубьев исполнения		Конус Морзе	
				1	2		
6	12,5	6	73			1	
8	16	7	77	6	—		
10	18	8	82		4		
12	21	9	98				
14	25	11	103	8	6	2	
18	32	14	111				
22	40	18	138				3
28	50	22	173				4
36	60	28	188	—	8	5	
42	72	35	229				
48	85	40	240				
54	95	44	251				

* Поле допуска e8.

* Поле допуска h12.

76. Шпоночные цельные твердосплавные фрезы (по ГОСТ 16463-80)

Размеры, мм

	$d(e8)$	l	L
		2	4
	3	5	30
	4	6	32
	5	8	32
	6	10	35
	7	10	35
	8	11	40
	10	13	45
	12	16	50

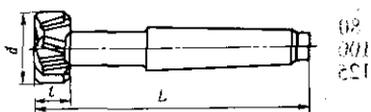
Фрезы предназначены для обработки шпоночных пазов как в материалах общего назначения, так и в труднообрабатываемых материалах.

Фрезы типов 1 и 2 исполнения 1 рекомендуются для работы по чугуно. Фрезы типа 2 исполнения 2 — для работы преимущественно по стали.

Фрезы выполняются с углом наклона стружечных канавок: $\omega = 10^\circ$ — для фрез типа 1; $\omega = 15 \div 25^\circ$ — для фрез типа 2.

78. Фрезы с напаянными твердосплавными пластинами для обработки T-образных пазов (по ГОСТ 10673-75)

Размеры, мм



Номинальный размер паза	d (h12)	l (h12)	L	Число зубьев	Конус Морзе
12	21	9	98	6	2
14	25	11	103		
18	32	14	111		
22	40	18	138		
28	50	22	173	8	5
36	60	28	188		
42	72	35	229		
48	85	40	240		
54	95	44	251		

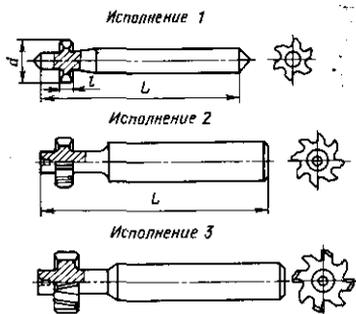
Продолжение табл. 79

Номинальный размер ципонок (диаметр × ширина)	d(h11)	l(e8)	L	Число зубьев
13 × 3,0	14,0	3,0	60	6
16 × 3,0	17,3	3,0		
16 × 4,0	17,3	4,0		
16 × 5,0	17,3	5,0		
19 × 4,0	20,5	4,0		
19 × 5,0	20,5	5,0		
22 × 5,0	23,8	5,0	63	8
22 × 6,0	23,8	6,0		
25 × 6,0	27,0	6,0		
28 × 8,0	30,2	8,0	67	10
32 × 10,0	34,6	10,0	—	

Фрезы изготовляют исполнений: 1 — с прямым зубом и наружными центрами ($d=4 \div 10$ мм); 2 — с прямым зубом и внутренними центрами ($d=13 \div 22$ мм); 3 — с разнонаправленным зубом и внутренними центрами ($d=22 \div 32$ мм).

79. Фрезы для пазов сегментных ципонок (по ГОСТ 6648-79)

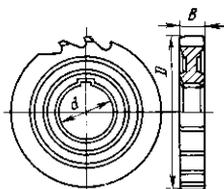
Размеры, мм



Номинальный размер ципонок (диаметр × ширина)	d(h11)	l(e8)	L	Число зубьев
4 × 1,0	4,3	1,0	40	6
7 × 1,5	7,5	1,5		
7 × 2,0	7,5	2,0		
10 × 2,0	10,8	2,0		
10 × 2,5	10,8	2,5		

80. Дисковые пазовые фрезы (по ГОСТ 3964-69)

Размеры, мм



Технические требования по ГОСТ 1695-80

D(j5,16)	B*	d(H7)	Число зубьев
50	3-6	16	14
63	5-8	22	16
80	8-12	27	18
100	10-16	32	20
125	8; 12; 16; 20; 25	32	22

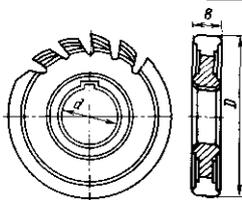
* В указанных пределах брать из ряда: 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16 мм.

Продолжение табл. 80

Предельные отклонения ширины фрез, мм		
В	Предельные отклонения В для паза	
	по Н9	по Р9
От 1 до 3	+0,014 0	-0,017 -0,031
Св. 3 » 6	+0,018 0	-0,024 -0,042
» 6 » 10	+0,022 0	-0,029 -0,051
» 10 » 18	+0,027 0	-0,035 -0,062
» 18 » 25	+0,033 0	-0,040 -0,073

81. Пазовые затылованные фрезы (по ГОСТ 8543-71)

Размеры, мм

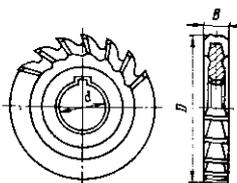


D(j _s 15)	В	d(H7)	Число зубьев
50	4-6	16	12
63	5-8	22	14
80	(7)-12	27	14
100	10-16	32	16

Примечания: 1. Ширину В в указанных пределах брать из ряда: 4; 5; 6; (7); 8; 10; 12; (14); 16 мм. В скобках - нерекондуемые значения.
2. Допускаемые отклонения ширины фрез см. табл. 80.

82. Дисковые трехсторонние фрезы (по ГОСТ 3755-78)

Размеры, мм



Продолжение табл. 82

D(j _s 16)	В*(K11)	d(H7)	Число зубьев
50	4-10	16	14
63	4-16	22	16
80	5-20	27	18
100	6-25	32	20
125	8-28	32	22

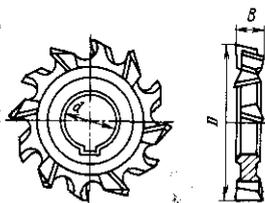
* В указанных пределах брать из ряда: 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28 мм.

Предельные отклонения ширины фрез, мм

В	Предельные отклонения В для паза		
	по Н9	по Р9	по Н9
От 4 до 6	+0,018 0	-0,024 -0,042	-0,012 -0,030
Св. 6 » 10	+0,022 0	-0,029 -0,051	-0,014 -0,036
» 10 » 18	+0,027 0	-0,035 -0,062	-0,016 -0,043
» 18 » 28	+0,033 0	-0,040 -0,073	-0,019 -0,052

83. Дисковые трехсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями (по ГОСТ 9474-73)

Размеры, мм



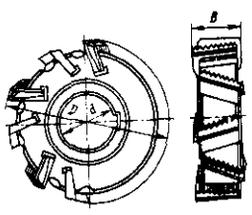
D(j _s)	В*(K11)	d(H7)	Число зубьев для типа	
			1	2
63	6-16	22	16	12
80	8-20	27	18	14
100	10-25	32	20	14
125	12-28	32	22	18

* В указанных пределах брать из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28 мм. Предельные отклонения ширины В см. табл. 82.

84. Трехсторонние фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 1669-78)

Продолжение табл. 84

Размеры, мм



D	B	d(H7)	Число зубьев
315	20	50	30
	25; 32		28
	40		26
	50		22

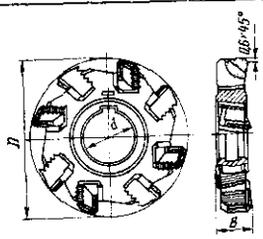
Примечание. Размеры, заключенные в скобки, по возможности не применять.

Технические требования по ГОСТ 1671-77

D	B	d(H7)	Число зубьев
80	12 (14)	27	12
	16; (18); 20; (22); 25		10
100	14; 18 22; 28		12 10
	125	12	16
16		14	
20		12	
25 32		12 10	
160	14	40	20
	18; 22 28; 36		18 16
	200		(12)
16; 20; 25		20	
32		18	
40		16	
250		18	50
	22; 28	24	
	36; 45	20	

85. Дисковые трехсторонние фрезы со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом (по ГОСТ 5348-69)

Размеры, мм



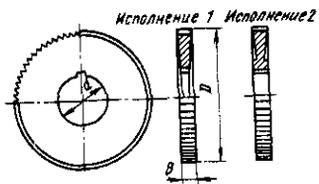
Технические требования по ГОСТ 5808-77

D	B	d(H7)	Число зубьев
100	14; 18; 22	32 (27)	8
125	12; 16; 20; 25	40 (32)	10
160	14; 18; 22; 28	50 (40)	12
200	12; 16; 20; 25; 32	60 (50)	14
250	14; 22; 28; 36		18
315	16; 20; 32; 40		20

Примечание. В скобках приведен второй ряд диаметров отверстия. Фрезы первого ряда диаметров являются предпочтительными.

86. Прорезные (шлифовые) и отрезные фрезы (по ГОСТ 2679-73)

Размеры, мм



Продолжение табл. 86

D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа 1	D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа 1	D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа 1
20	0,20	5	80	25	0,20	8	80	32	0,20	8	100
	0,25		64		0,25		80		0,25		100
	0,30		64		0,30		80		0,30		80
	0,40		64		0,40		64		0,40		80
	0,50		48		0,50		64		0,50		80
	0,60		48		0,60		64		0,60		64
	0,80		48		0,80		48		0,80		64
	1,00		40		1,00		48		1,00		64
	1,20		40		1,20		48		1,20		48
	1,40		40		1,40		48		1,40		48
	1,60		40		1,60		40		1,60		48
	2,00		32		2,00		40		2,00		48
	2,50		32		2,50		40		2,50		40
									2,80		40
				3,00	32	40					
						4,00	40				

Продолжение табл. 86

D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа			D^*	B	d^{**}	Число зубьев для типа		
			1	2	3				1	2	3
40	0,20	10	128			63	0,25	16	160		
	0,25		100				0,30		128		
	0,30		100				0,40		128		
	0,40		100				0,50		128	64	
	0,50		80				0,60		100	48	
	0,60		80				0,80		100	48	
	0,80		80				1,00		100	48	24 (18)
	1,00		64				1,20		80	40	20 (16)
	1,20		64				1,60		80	40	20 (16)
	1,40		64				2,00		80	40	20 (14)
	1,60		64				2,50		64	32	16 (14)
	2,00		48				3,00		64	32	
	2,50		48				4,00		64		16
	2,80		48				5,00		48		
3,00	48			6,00	48						
4,00	40										
5,00	40										
50	0,20	13	128			80	0,30	22	160		
	0,25		128				0,40		160		
	0,30		128				0,50		128		
	0,40		100				0,60		128	64	
	0,50		100	48			0,80		128	64	
	0,60		100	48			1,00		100	48	24 (20)
	0,80		80	40			1,20		100	48	24 (18)
	1,00		80	40	20		1,60		100	48	24 (18)
	1,20		80	40	20		2,00		80	40	20 (16)
	1,60		64	32	16		2,50		80	40	20 (16)
	2,00		64	32	16		3,00		80	40	20 (14)
	2,50		64	32	16		4,00		64	32	
	3,00		48	24			5,00		64		
	4,00		48				6,00		64		
5,00	48										
6,00	40										

Продолжение табл. 86

D*	B	d**	Число зубьев для типа			D*	B	d**	Число зубьев для типа		
			1	2	3				1	2	3
100	0,50	22	160	—	—	200	1,00	32	200	—	—
	0,60		160	80	—		1,20		200	100	—
	0,80		128	64	—		1,60		160	80	—
	1,00		128	64	32 (22)		2,00		160	80	40 (26)
	1,20		128	64	32 (20)		2,50		160	80	40 (26)
	1,60		100	48	24 (20)		3,00		128	64	32 (22)
	2,00		100	48	24 (18)		4,00		128	64	32 (22)
	2,50		100	48	24 (18)		5,00		128	64	32 (20)
	3,00		80	40	20 (16)		6,00		100	48	—
	4,00		80	40	—						
	5,00		80	—	—						
6,00	64	—	—								
125	0,60	27	160	—	—	250	1,60	32	200	100	—
	0,80		160	80	—		2,00		200	100	—
	1,00		160	80	—		2,50		160	180	40 (28)
	1,20		128	64	—		3,00		160	80	40 (26)
	1,60		128	64	32 (22)		4,00		160	80	40 (26)
	2,00		128	64	32 (20)		5,00		128	64	32 (22)
	2,50		100	48	24 (20)		6,00		128	64	32
	3,00		100	48	24 (18)						
	4,00		100	48	24 (18)						
	5,00		80	—	—						
	6,00		80	—	—						
160	1,00	32	160	80	—	315	2,50	40	200	100	48
	1,20		160	80	40 (26)		3,00		160	100	48
	1,60		160	80	32 (22)		4,00		160	80	40
	2,00		128	64	32 (22)		5,00		160	80	40
	2,50		128	64	32 (20)		6,00		160	80	40
	3,00		128	64	24 (20)						
	4,00		100	48	—						
	5,00		100	48	—						
	6,00		100	48	—						

* Поле допуска h16.

** Поле допуска H7.

Примечания: 1. Предельные отклонения ширины фрез, мм: для фрез 1-го и 2-го классов:

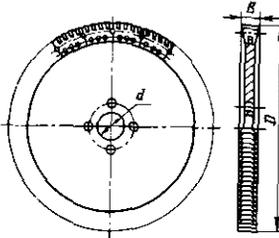
до 1 мм	+0,15
	+0,08
св. 1 до 3 мм	+0,26
	+0,16
св. 3	+0,30
	+0,18

для фрез 3-го класса:

до 3 мм	±0,08
св. 3 мм	±0,10

2. В скобках приведена 2-я градация чисел зубьев.

87. Дискосые сегментные пилы для металла
Размеры, мм

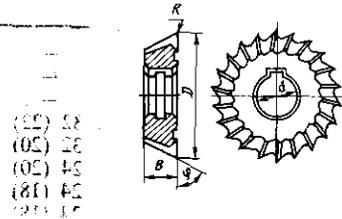


Технические условия по ГОСТ 4047-82

D(j ₃)	d	B	Число зубьев пилы при числе зубьев на каждом сегменте		
			4	6	8
250 275* 315 350*	32 32* 40 32*	5,0	56	84	112
400 410* 500	50 70* 50	6,0	72	108	144
510* 610* 630 710*	70* 80* 80 80*	6,5	80	120	160
800	80	7,0	94	144	192
1000 1010*	100 120*	8,0	120	180	240
1250	100	9,0			
1430*	150*	12,5	144	216	288
1600	120				
2000					
2000*	240*	14,5	176	264	352

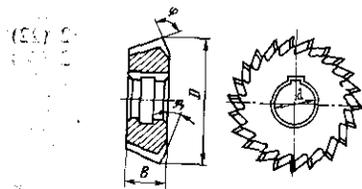
* Второй ряд диаметров.

88. Одноугловые фрезы (по ТУ 2-035-526-76)
Размеры, мм



D	B	d	φ°
40	8	16	45; 50
	10		60; 65; 70
	12		75; 80; 85; 90
50	10	16	45; 50; 110; 120
	12		55; 60; 65; 70; 100; 105
	16		75; 80; 85; 90
63	12	22	45; 50
	16		55; 60; 65; 70; 100
	20		75; 80; 85; 90

89. Двухугловые несимметричные фрезы (по ТУ 2-035-526-76)
Размеры, мм



φ°	D	B	d
50	80	16; 20	22
55	40	6	16
	50	8	
	63 80	10 16; 20	22
60	40	6	16
	50	8	
	63	10	22
	80	16; 20	

Продолжение табл. 89

φ'	D	B	d
65	40	6	16
	50	8	22
	63	10	
	80	16; 20; 25	
70	40	8	16
	50	10	22
	63	12	
	80	16; 20; 25	
75	40	8	16
	50	10	22
	63	12	
	80	16; 20; 25	
80	40	10	16
	50	12	22
	63	16	
	80	16; 20; 25	
85	40	10	16
	50	12	22
	63	16	
	80	16; 20; 25	
90	40	10	16
	50	16	22
	63	20	
	80	25	
100	40	12	16
	50	16	22
	63	20	

Примечание. Для фрез с углом $\varphi = 50 \div 85^\circ$ угол $\varphi_1 = 15^\circ$, с углом $\varphi = 90^\circ$ угол $\varphi_1 = 20^\circ$, с углом $\varphi = 100^\circ$ угол $\varphi_1 = 25^\circ$.

Продолжение табл. 90

R	$D(h15)$	$B(h14)$	$d(H7)$	Число зубьев				
<i>Выпуклые фрезы</i>								
2,5 3,0 4,0	63	5,0 6,0 8,0	22	12				
4,0 5,0 6,0 7,0 8,0		80			8,0 10,0 12,0 14,0 16,0	27		
8,0 9,0 10,0 11,0 12,0					100		16,0 16,0 20,0 22,0 24,0	32
12,0 14,0 16,0 18,0 20,0	125		24,0 28,0 32,0 36,0 40,0					
25,0			130	50,0			40	

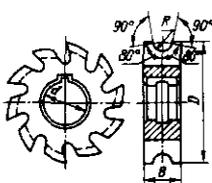
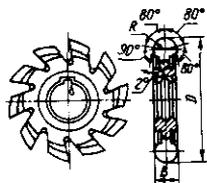
Вогнутые фрезы

90. Полуокруглые фрезы (по ГОСТ 9305-69)

Размеры, мм

Выпуклые фрезы

Вогнутые фрезы

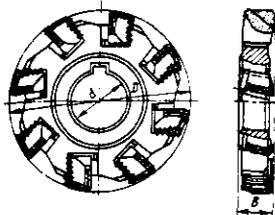


R	$D(h15)$	$B(h14)$	$d(H7)$	Число зубьев
<i>Выпуклые фрезы</i>				
1,6 2,0 2,5	50	3,2 4,0 5,0	22	14

1,5 1,6 2,0 2,5	50	7 8	22	14		
2,5 3,0 4,0		10 12			12	
4,0 5,0 6,0 7,0 8,0		14 18 22 25 28				27
8,0 9,0 10,0 11,0 12,0	100	28 32 35	32			
12,0 12,5 14,0		125		40 45	10	

91. Фрезы дисковые двусторонние со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом (по ГОСТ 6469-69)

Размеры, мм

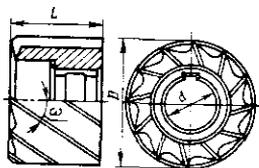


Ножи — по
ГОСТ 14700-69
Технические
требования — по
ГОСТ 5808-77

D	B	d	Число зубьев
100	18	32	8
125	20	40	10
160	22	50	12
200	25	60	14
250	28	60	18
315	32	60	20

92. Торцовые насадные фрезы из быстрорежущей стали (по ГОСТ 9304-69)

Размеры, мм

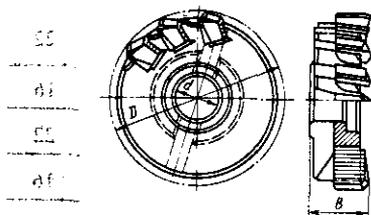


D (j ₆)	L	d (H7)	Число зубьев для фрез типа	
			1	2
40	32	16	10	—
50	36	22	12	—
63	40	27	14	8
80	45	32	16	10
100	50	32	18	12

Фрезы изготовляют двух типов:
тип 1 — фрезы торцовые насадные с мелким зубом:
а) фрезы диаметром 40-50 мм с креплением на продольной шпонке;
б) фрезы диаметром 63-100 мм с креплением на торцовой шпонке;
тип 2 — фрезы торцовые насадные с крупным зубом.
Фрезы с крупным зубом могут быть изготовлены с неравномерным окружным шагом зубьев. Угол наклона стружечных канавок 25-30° для фрез типа 1; 35-40° для фрез типа 2.

93. Торцовые насадные фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 1092-80)

Размеры, мм

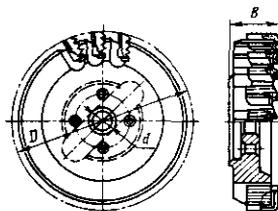


Технические требования — по ГОСТ 1671-77

D	B (h16)	d	Число зубьев
100	40	32	10
125	40	40	14
160	45	50	16
200	45	50	20
250	45	50	26

94. Торцовые насадные фрезы со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 9473-80)

Размеры, мм

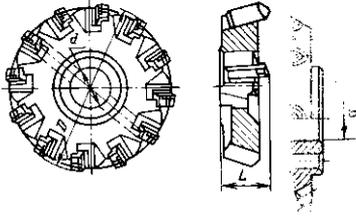


Технические требования — по ГОСТ 24360-80

D	B	d (H7)	Число зубьев
100	39	32	10
125	42	40	12
160	46	50	16
200	46	50	20
250	47	50	24
315	66	60	30
400	66	60	36
500	71	60	44
630	71	60	52

95. Торцовые насадные фрезы со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 24359-80)

Размеры, мм



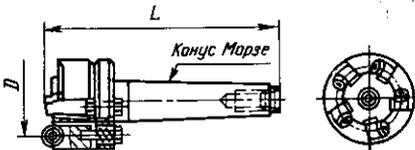
Технические требования — по ГОСТ 24360-80

D	L	d(H7)	Число зубьев
100	50	32	8
125	55	40	8
160	60	50	10
200	60	50	12
250	75	60	14
315	75	60	18
400	85	60	20
500	85	60	26
630	85	60	30

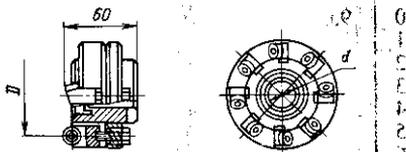
96. Торцовые фрезы с механическим креплением круглых пластин из твердого сплава

Размеры, мм

ГОСТ 22085-76



ГОСТ 22086-76



Продолжение табл. 96

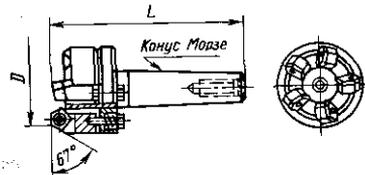
D	L	Число зубьев	Конус Морзе	d
По ГОСТ 22085-76				
50	167	5	4	—
63	197	6	4	—
По ГОСТ 22086-76				
100	32	10	—	32
125	40	12	—	40
160	50	14	—	50
200	50	16	—	50

Фрезы предназначены для обработки различных материалов с припуском до 4 мм. Применение фрез тем эффективнее, чем меньше величина снимаемого припуска. При глубине резания $t=4$ мм пластину можно повернуть 6-7 раз при одностороннем ее использовании и 12-14 раз при двустороннем. Уменьшение глубины резания приводит к увеличению стойкости фрез.

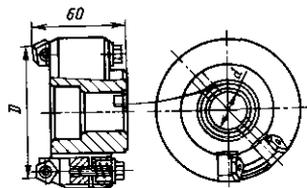
97. Торцовые фрезы с механическим креплением пятигранных твердосплавных пластин

Размеры, мм

Концевые по ГОСТ 22087-76



Насадные по ГОСТ 22085-76



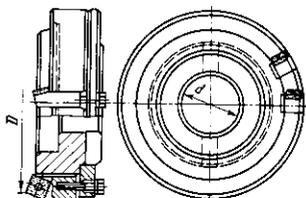
D	L	d	Число зубьев	Конус Морзе
Концевые				
63	172	—	5	4

Продолжение табл. 97

D	L	d	Число зубьев	Конус Морзе
<i>Насадные</i>				
100		32	6	
125	—	40	8	
160		50	10	
200		50	12	

Фрезы предназначены для обработки сталей и других материалов с припуском 9 мм. Главный угол в плане $\varphi = 67^\circ$ и вспомогательный $\varphi_1 = 5^\circ$.

98. Торцовые насадные фрезы с механическим креплением четырехгранных пластин из твердого сплава



D, мм	d, мм	Число зубьев
100	32	10
125	40	12
160	50	16
200	50	20

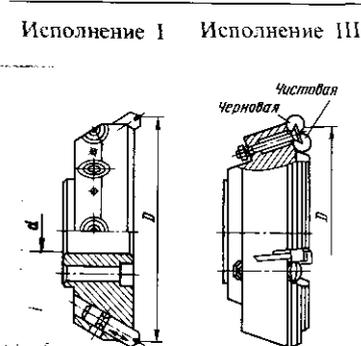
Фрезы предназначены для обработки деталей с неравномерным припуском до 12 мм на фрезерных станках с повышенной жесткостью. Фрезы выполняются с главным углом в плане $\varphi = 75^\circ$.

99. Торцовые фрезы с механическим креплением четырехгранных пластин клином

D, мм	d, мм
125	40
160	50
200	50
250	60
315	60
400	60
500	60

100. Торцовые фрезы, оснащенные пластинами из композита

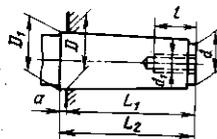
D, мм	Диаметр лобного отвер- стия d, мм
125	40
160	50
200	50
250	60
315	60
400	60



Примечание. Торцовые фрезы изготавливают в трех исполнениях: с перетачиваемыми режущими элементами, с неперетачиваемыми круглыми пластинами одноступенчатые и ступенчатые.

101. Наружные конусы для инструментов без лапок

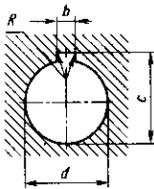
Размеры, мм



Конус Морзе	D		d	L ₁	L ₂	a	d ₁	l
	D ₁	D						
0	9,045	9,2	6,4	50,0	53	3	—	—
1	12,065	12,2	9,4	53,5	57	3,5	M6	16
2	17,780	18,0	14,6	64,0	69	5	M10	24
3	23,825	24,1	19,8	81,0	86	5	M12	28
4	31,267	31,6	25,9	102,5	109	6,5	M16	32
5	44,399	44,7	37,6	129,5	136	6,5	M20	40
6	63,348	63,8	53,9	182,0	190	8	M24	50

102. Крепление инструмента на цилиндрической оправке и осевой шпонке (по ГОСТ 9472-83)

Размеры, мм



d (поля допусков H7 или H6)	b	c (H12)	R	
			max	min
8	2	8,9	0,16	0,08
10	3	11,5	0,16	
13	3	14,6	0,16	
16	4	17,7	0,16	
19	5	21,1	0,25	0,16
22	6	24,1	0,25	
27	7	29,8	0,25	
32	8	34,8	0,25	
40	10	43,5	0,4	0,25
50	12	53,5	0,4	
60	14	64,2	0,4	
70	16	75,0	0,4	
80	18	85,5	0,4	
100	25	107,0	0,6	

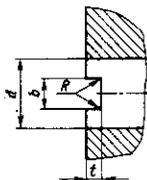
Примечание. Предельные отклонения ширины b не должны быть более:

отверстия C11
оправки короткой (консольной) H9 или P9; N9
оправки длинной (двухопорной) H11 или P9; N9
шпонки h9 или e7

Для отрезных и прорезных фрез, а также для фрез толщиной менее 6 мм допускается изготавливать шпоночный паз по ширине b с полем допуска B12, по высоте c —H14.

103. Крепление инструмента на цилиндрической оправке и торцовой шпонке (по ГОСТ 9472-83)

Размеры, мм



Продолжение табл. 103

d (H7 или H6, h6 или h5*)	b (h11)	t (H13)	R	
			min	max
5	3,3	2,5	0,4	0,6
8	5,4	4,0	0,4	0,6
10	6,4	4,5	0,6	0,8
13	8,4	5,0	0,7	1,0
16	8,4	5,6	0,7	1,0
19	10,4	6,3	0,9	1,2
22	10,4	6,3	0,9	1,2
27	12,4	7,0	0,9	1,2
32	14,4	8,0	1,2	1,6
40	16,4	9,0	1,5	2,0
50	18,4	10,0	1,5	2,0
60	20,5	11,2	1,5	2,0
70	22,5	12,5	2,0	2,5
80	24,5	14,0	2,0	2,5
100	24,5	16,0	2,5	3,0

* Допускается вместо поля допуска h5 применять g5.

ЗУБОРЕЗНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Материалы для зуборезных инструментов. Зуборезный инструмент в основном изготавливают из быстрорежущих сталей по ГОСТ 19265-73, а также из твердых сплавов. Для повышения режущих свойств инструментов целесообразно применять стали с высокой твердостью. Например, износостойкость на истирание будет значительно выше при твердости HRC 66, чем при HRC 64. Разброс твердости не должен превышать две единицы твердости по шкале С Роквелла. К сталям нормальной производительности относят сталь марок P18, P12, P9, P6M3, P6M5. Стали кобальтовой группы P9K5, P9K10, P10K5Ф5, P9M4K8, имеющие повышенную твердость (HRC 64-66), красностойкость и износостойкость (в 2-3 раза) по сравнению со сталью P18, относят к сталям повышенной производительности. Например, червячные фрезы из стали P9K10 работают при скорости резания 60-75 м/мин. Сталь P9Ф5 широко применяют для изготовления дисковых шевров.

Зуборезные инструменты из твердого сплава вольфрамовой группы ВК6М, ВК8 применяют для обработки зубчатых колес из чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов. Стальные зубчатые колеса до модуля примерно 2,5 мм обрабатывают фрезами из сплава титановольфрамовой группы Т5К10.

104. Наборы дисковых модульных фрез (по ГОСТ 10996—64)

Набор	Номер фрезы															
	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	
	Число зубьев колеса															
Из 8 фрез	12—	—	14—	—	17—	—	21—	—	26—	—	35—	—	55—	—	135—	
Из 15 фрез	13	13	16	14	20	17—	25	23—	34	30—	54	42—	134	80—	рейка	
фрез	12	13	14	15—	18	19—	22	25	29	34	41	54	79	134	рейка	

T15K6, T30K4, T30K8, со скоростью резания 200—300 м/мин.

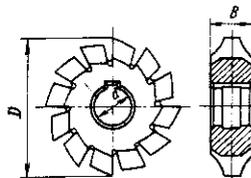
Дисковые модульные фрезы применяют для черного и чистового нарезания прямозубых цилиндрических колес, черного нарезания зубьев косозубых колес, черного, а иногда чистового нарезания прямозубых конических колес, зубчатых реек, шлицевых валов методом копирования. Фрезы изготовляют двух типов: черновые с нешлифованным профилем для черного зубонарезания и чистовые со шлифованным профилем. Фрезы заточенные, профиль зуба выполнен по эвольвенте. На профиле зубьев черновых фрез делают канавки для дробления стружки; передний угол равен 5—10°, задний угол 10—15°. У чистовых фрез передний угол равен нулю. Теоретически для каждого нарезаемого колеса необходимо иметь свою фрезу. Практически, допуская некоторые погрешности профиля, одной фрезой данного модуля можно обрабатывать зубчатые колеса с определенным числом зубьев. Профиль зуба фрезы, входящий в набор, соответствует наименьшему числу зубьев определенного интервала. Например, профиль фрезы № 5 рассчитан по впадине зуба колеса с числом зубьев 26.

По ГОСТ 10996—64 предусмотрено два набора фрез: набор из восьми фрез для нарезания зубчатых колес с модулем до 8 мм; набор из пятнадцати фрез рекомендуется для колес с модулем свыше 8 мм. Номер фрезы из набора выбирают в зависимости от числа зубьев обрабатываемого колеса (табл. 104).

Основные размеры дисковых фрез приведены в табл. 105.

Для черного и чистового нарезания цилиндрических колес 9-й степени точности разработаны высокопроизводительные сборные острозаточенные дисковые фрезы. Для черного нарезания зубчатых колес средних и крупных модулей применяют твердосплавные модульные фрезы, которые позволяют по сравнению с нарезанием червячными

105. Основные размеры (мм) дисковых модульных фрез



Модуль	D	d	z	Ширина B для фрез № 1—8
1,125—1,375	50	19	14	4—5,5
1,5—1,75	55	22	14	5—7
2—2,25	63	22	12	6—8,5
2,5—2,75	70	22	12	7,5—10,5
3—3,75	80	27	12	9—14
4—4,5	90	27	12	11,5—16,5
5—5,5	100	27	12	14,5—20
6—7	110	32	10	17—24,5
8—9	125	32	10	22—28
10—11	140	40	10	27—37
12—14	160	40	10	32—47
16	180	50	10	42—53

Примечание. Большие значения B относятся к меньшим номерам фрез.

фрезами из быстрорежущей стали уменьшить основное время в 2—2,5 раза.

Пальцевые модульные фрезы (рис. 21) применяют для нарезания прямозубых, косозубых цилиндрических и шевронных зубчатых колес крупного модуля ($m = 10 \div 50$ мм). Пальцевые фрезы состоят из двух частей: режущей 1

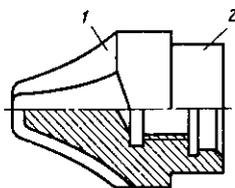


Рис. 21. Пальцевая модульная фреза

и хвостовой 2 для закрепления фрезы на шпинделе станка. Режущая часть фрезы может быть цельной, сборной со вставными или припайными пластинами. Черновые пальцевые фрезы изготовляют с передним углом $5-10^\circ$ и канавками для дробления стружки. У чистовых пальцевых фрез передний угол равен нулю. Профиль зуба шлифован и затылован. Для прямозубых цилиндрических колес профиль зубьев фрезы соответствует форме впадины зуба колеса. Для косозубых и шевронных колес профиль зуба фрезы отличается от профиля впадины колеса; в этом случае необходим специальный расчет профиля зуба фрезы.

Гребенки зуборезные разделяют на прямозубые и косозубые, работающие методом обтачки и врезания с периодическим делением. Прямозубые зуборезные гребенки (рис. 22, а) применяют для черновой и чистовой обработки прямозубых и косозубых цилиндрических колес внешнего зацепления, зубчатых реек, звездочек, а также шевронных колес с широкой разделительной канавкой между зубьями. Прямозубые гребенки с двумя (до модуля $m = 50$ мм) и тремя (до $m = 40$ мм) зубьями 1 с переменной высотой и углом профиля (рис. 22, б) предназначены для чернового нарезания зубчатых колес 2 средних и крупных модулей методом врезания. Этот инструмент обеспечивает высокую производительность.

Косозубые гребенки целесообразно применять при обработке косозубых цилиндрических колес с ограниченным выходом инструмента, с большими углами наклона линии зуба, а также шевронных колес с узкой разделительной канавкой. Длина хода косозубой рейки по сравнению с прямозубой уменьшается, время обработки сокращается. Профиль зубьев гребенки имеет стандартную и модифицированную форму. Фланк используется для небольшого среза головки или снятия фаски на вершине зуба колеса. Для зубчатых колес,

зубья которых шлифуют или шевингуют, применяют гребенки с усиком (утолщением) для подрезания ножки зуба колеса или со специальным профилем только для скругления впадины зуба колеса по радиусу. Передний угол рейки, равный $6'30''$, образуется при ее установке в державку зубострогального станка. Когда зубья колеса обрабатывают за несколько проходов, припуск на сторону зуба перед чистовой обработкой при угле профиля 20° равен $0,5 + 0,15\sqrt{m}$. Чистовыми гребенками обычно обрабатывают только боковые стороны зубьев, для чего черновое нарезание зубьев выполняют на $0,05m$ глубже, чем чистовое. Припуск на сторону зуба под шлифование для колес с модулем до 10 мм равен $0,11 + 0,15m$, для модуля более 10 мм — $0,26m$. Число зубьев рейки уменьшается с увеличением модуля. Рейки с модулем 1–1,75 мм имеют 24 зуба, а с модулем 24–50 мм 2–3 зуба.

Однозубый инструмент применяют при обработке зубчатых колес крупного модуля, выходящего за пределы технической характеристики станка. Преимуществом обработки однозубым инструментом является его универсальность. Такой инструмент особенно выгодно применять при обработке зубчатых колес с малым числом зубьев. Если при обработке колес малых и средних модулей наибольшую производительность обеспечивает зубофрезерование червячными фрезами, то при обработке зубчатых крупномодульных колес самым производительным и экономичным является метод зубострогания гребенками. Стоимость зуборезных гребенок при обработке крупномодульных колес значительно ниже стоимости червячных фрез, а достигаемая точность выше (4–5-я степень точности по ГОСТ 1643–81).

Червячные фрезы представляют собой одно- или многозаходный червяк. Расположенные вдоль оси профильные стружечные канавки образуют зубья, которые имеют передний и задние по вершине и боковым сторонам углы, необходимые для обеспечения резания. Зубья фрезы затылованы. Червячные фрезы применяют для нарезания цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями внешнего зацепления, червячных колес и шлицевых валов. Фрезы разделяют на черновые, чистовые и прецизионные.

Черновые червячные фрезы предназначены для предварительного нарезания зубьев, например, под полуступовое, чистовое нарезание и шлифование зубьев. Для

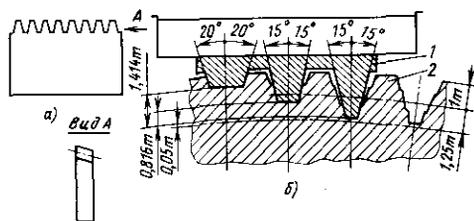


Рис. 22. Гребенки зуборезные: а — прямозубая; б — прямозубая с переменной высотой и углом профиля

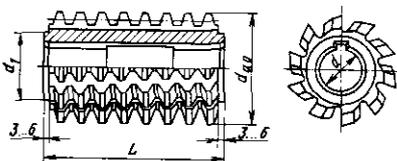
повышения производительности и облегчения условий резания их делают многозаходными с передним углом, равным $5-10^\circ$. У сборных черновых острозаточенных фрез для получения больших задних углов по вершине и боковым сторонам ($10-15^\circ$) зубья не затылуют, а затачивают по задним поверхностям. Эти фрезы позволяют увеличить производительность и период стойкости.

Прецизионные и чистовые червячные фрезы. Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем по ГОСТ 9324-80 изготавливают трех типов и пяти классов точности. Тип 1 — цельные прецизионные фрезы модулей 1-10 мм класса точности АА (табл. 106). Тип 2 — цельные фрезы модулей 1-10 мм классов точности А, В, С, D и класса точности АА (для экспортных поставок); модулей 11-14 мм классов точности АА, А, В, С и D; модулей 16-20 мм классов точности АА и А. Фрезы модулей 1-10 мм изготавливают двух исполнений: 1 — нормальной длины, 2 — увеличенной длины. Фрезы модулей 11-20 мм изготавливают нормальной длины (см. табл. 106). Тип 3 — сборные фрезы модулей 8-25 мм классов точности А, В, С, D. Фрезы модулей 10-25 мм изготавливают двух исполнений: 1 — нормальных размеров (d_{a0} , d , L); 2 — уменьшенных размеров (d_{a0} , d , L). Фрезы модулей 8 и 9 мм выполнены с нормальными размерами (табл. 107). Фрезы классов точности АА и А изготавливают с модификацией профиля зубьев или без модификации. Червячные прецизионные фрезы класса АА предназначены для нарезания колес 7-й степени точности; фрезы классов точности А, В, С и D предназначены для обработки зубчатых колес соответственно 8, 9, 10 и 11-й степеней точности по ГОСТ 1643-81.

Цельные фрезы и зубчатые рейки к сборным фрезам изготавливают из быстрорежущей стали по ГОСТ 19265-73. Твердость рабочей части фрез HRC 62-65. При содержании в стали ванадия и кобальта твердость составляет HRC 63-65. Профиль зубьев шлифован. У чистовых фрез передний угол равен нулю.

Фрезы для нарезания прямозубых и косозубых колес с малым углом наклона зубьев изготавливают без заборного конуса. Заборный конус необходим для нарезания колес с углом наклона зубьев свыше 30° . Стружечные канавки обычно располагают параллельно оси. Фрезы одного номера изготавливают правозаходными и левозаходными.

106. Основные размеры (мм) червячных фрез (по ГОСТ 9324-80)



Модуль m_0	d_{a0}	d	d_1	L^*	Число стружечных канавок z_0
--------------	----------	-----	-------	-------	--------------------------------

Цельные прецизионные фрезы типа 1 класса точности АА

1; 1,125; 1,25	71	32	50	71	16
1,375; 1,5; 1,75	80		55	80	
2; 2,25	90	40	60	90	14
2,5; 2,75	100		65	100	
3; 3,25; 3,5; 3,75	112		70	112	
4; 4,25; 4,5	125	50	80	125	14
5; 5,5	140		85	140	
6; 6,5; 7	160	60	90	155	12
8				175	
9; 10	180		95	180	

Цельные фрезы типа 2 классов точности АА, А, В, С и D

1	40	16	25	32/50	
1,125	50	22	33	32/63	
1,25; 1,375				40/70	
1,5; 1,75	63	27	40	50/80	12
2				50/90	
2,25	71			56/90	
2,5; 2,75				63/100	
3; 3,25	80			71/112	10
3,5				71/125	
3,75	90	32	50	80/125	
4				80/140	
4,25	90	32	50	90/140	
4,5				90/140	

Продолжение табл. 106

Модуль m_0	d_{a0}	d	d_1	L^*	Число стружечных канавок z_0
5	100	32	50	100/140	10
5,5; 6	112	40	60	112/160	
6,5	118	40	60	118/160	
7				125/160	
8				132/180	
9	140	50	75	150/180	9
10	150			170/200	
11	160			180	
12	170			200	
14	190	60	100	85	8
16	212			224	
18	236			250	
20	250			300	

* В числителе — нормальная длина, в знаменателе — увеличенная.

Примечания: 1. Фрезы типа 1 модулей 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8 и 10 и фрезы типа 2 модулей 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16 и 20 являются предпочтительными для применения.

2. Фрезы типа 2 допускается изготавливать с заборным конусом, с гнездами под торцовые шпонки и увеличенной шириной буртика.

107. Основные размеры (мм) сборных червячных фрез типа 3 классов точности А, В, С и D (по ГОСТ 9324—80) (см. эскиз к табл. 106)

Модуль m_0	Исполнение	d_{a0}	L	d	z_0 , не менее
8	1	180	165	50	10
9	1	200	170	60	10
10	1	200	210	60	10
	2	180	180	40	8
11	1	212	215	60	10
	2	180	180	40	8
12	1	225	240	60	10
	2	200	200	50	8
14	1	250	240	70	10
	2	200	200	50	8

Продолжение табл. 107

Модуль m_0	Исполнение	d_{a0}	L	d	z_0 , не менее
16	1	265	270	70	10
	2	225	225	50	8
18	1	280	290	80	10
	2	225	225	50	8
20	1	300	310	80	10
	2	250	250	60	8
22	1	320	330	80	10
	2	270	325	70	8
25	1	340	360	80	10
	2	305	360	70	8

Примечания: 1. Фрезы типа 3 изготавливают с прямыми осевыми стружечными канавками, их допускается изготавливать с заборным конусом.
2. Фрезы модулей 8; 10; 12; 16; 20 и 25 являются предпочтительными для применения.

Сборные червячные фрезы с поворотными вставными рейками (рис. 23) широко применяют в автомобильной промышленности. Фрезы имеют большую длину рейки l (120—200 мм), ширину режущей части рейки до 27 мм, диаметр до 150 мм, число заходов 1—3 и число реек 11—15, режущей части фрез. Диаметр отверстий для фрез 32 и 40 мм. Рейки l сборной фрезы запрессовывают в прямоугольные пазы рабочего корпуса 3 с подогревом корпуса. Посадка с натягом реек гарантирует высокую жесткость против осевого смещения. Дополнитель-

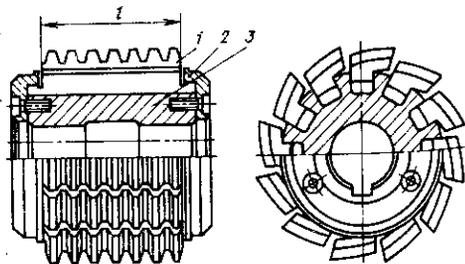


Рис. 23. Сборная червячная фреза с поворотными вставными рейками

но рейки удерживаются закрепленными с обоих торцов крышками 2. Вставные рейки сборных фрез обеспечивают: экономию быстрорежущей стали, более однородную структуру и твердость после термообработки, а также меньшие остаточные напряжения. Шлифование профиля зубьев рейки осуществляют в технологическом корпусе на резьбошлифовальном станке без затылования аналогично шлифованию винта большим шлифовальным кругом с высокой производительностью и точностью. Задние углы режущих кромок образуются соответствующей установкой реек в рабочем корпусе. Благодаря большой длине и ширине режущей части срок их службы в 3—5 раз выше, чем у стандартных фрез, и работают они на повышенных режимах резания ($v = 60 \div 80$ м/мин; $s = 3 \div 6$ мм/об).

Червячные фрезы с нешлифованным профилем повышенной точности отличаются от шлифованных тем, что профиль их зубьев после закаливания не шлифуют, окончательно профиль зубьев обрабатывают резцом на токарно-затыловочном станке. У фрез с нешлифованным профилем зубьев по сравнению с цельными фрезами, затылованными шлифовальным кругом, значительно увеличивается используемая часть профиля, а задние и боковые углы имеют большие значения. Эти же фрезы по сравнению со сборными фрезами с поворотными рейками имеют меньший внешний диаметр и большее число стружечных канавок, что позволяет при одинаковой скорости резания работать с большей производительностью. Точность фрез с нешлифованным профилем ниже точности фрез со шлифованным профилем примерно на один класс и соответствует классу точности В. В отечественной практике их применяют под получистовое зубофрезерование или перед шлифованием шлицевых валов. Их стойкость в 1,5—2 раза выше, чем стойкость цельных фрез со шлифованным профилем.

Твердосплавные червячные фрезы двух типов — сборные и цельные. Твердосплавные фрезы применяют для нарезания мелко модульных зубчатых колес из стали, чугуна, неметаллических материалов, цветных металлов в приборостроении, а также колес из стали до модуля примерно 2,5 мм в массовом производстве; скорость резания 200—300 м/мин. Наилучшие условия резания достигают при нарезании стальных зубчатых колес с большим углом профиля, малым углом на-

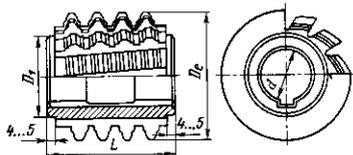
клона линии зуба, незначительной высотой зуба и большим числом зубьев. Сборные твердосплавные червячные фрезы применяют для окончательного нарезания зубьев закаленных цилиндрических колес с твердостью до HRC 64 и модулем 5—25 мм взамен шлифования или перед прецизионным шлифованием для уменьшения припуска. Режущая кромка имеет отрицательный угол до 30° . Твердосплавные пластины припаяны. Обрабатывают только боковые поверхности зуба с припуском на сторону 0,1—0,4 мм.

Червячные фрезы для нарезания червячных колес конструктивно зависят от метода нарезания. Для нарезания с радиальной подачи фреза имеет цилиндрическую форму. Червячные колеса с углом наклона линии зуба свыше 8° нарезают с тангенциальной (осевой) подачей фрезы с заборным конусом. Угол заборной части выбирают в пределах $20 \div 26^\circ$. Заборная часть составляет примерно $\frac{3}{4}$ длины фрезы. Цилиндрическая — калибрующая часть фрезы имеет один полный виток. Геометрические параметры фрезы для нарезания червячных колес должны соответствовать параметрам червяка. Число заходов червячной фрезы равно числу заходов червяка. Толщина зуба фрезы должна быть больше толщины зуба червяка на величину зазора между зубьями червячной передачи, а внешний диаметр больше на удвоенную величину радиального зазора в передаче. Когда фрезерование производят в две операции — черновую и чистовую, то черновая фреза имеет большую высоту головки, а чистовая фреза большую толщину зуба.

Многозаходные червячные фрезы применяют для повышения производительности, точность обработки ими ниже, а параметры шероховатости поверхности больше, чем при работе однозаходными фрезами. При применении многозаходных фрез число зубьев обрабатываемого колеса не должно быть кратным числу заходов фрезы, чтобы не вызвать ошибки в шаге зубьев колеса. При переходе с однозаходных фрез на двухзаходные производительность повышается на 40—50%, а на трехзаходные — на 60—70%. В отечественной промышленности двухзаходные фрезы широко применяют под последующее шевингование, трехзаходные имеют ограниченное применение.

Чистовые червячные фрезы для шлицевых валов с прямым боковым профилем изготавливают по ГОСТ 8027—60 (табл. 108). Они предназна-

108. Основные размеры (мм) чистовых червячных фрез для шлицевых валов с прямобочным профилем (по ГОСТ 8027-60)



Размеры шлицевого вала серий			Размеры червячной фрезы						
легкой $z \times d \times D$	средней $z \times d \times D$	тяжелой $z \times d \times D$	D_e для серий		L	d	D_1 , не менее	Число зубьев фрезы для серий	
			легкой	средней и тяжелой				легкой	средней и тяжелой
—	6 × 16 × 20 6 × 18 × 22	10 × 16 × 20 10 × 18 × 23	—	63	50	22	34	—	10
—	6 × 21 × 25 6 × 23 × 28	10 × 21 × 26 10 × 23 × 29	—	70	56	27	40		
6 × 26 × 30 6 × 28 × 32 8 × 32 × 36	6 × 26 × 32 6 × 28 × 34 8 × 32 × 38	10 × 26 × 32 10 × 28 × 35 10 × 32 × 40	70	80	63			32	50
8 × 36 × 40 8 × 42 × 46	8 × 36 × 42 8 × 42 × 48	10 × 36 × 45 10 × 42 × 52	80	90	70				
8 × 46 × 50 8 × 52 × 58 8 × 56 × 62	8 × 46 × 54 8 × 52 × 60 8 × 56 × 65	10 × 46 × 56 16 × 52 × 60 16 × 56 × 65	90	100	80	40	60	14	12
8 × 62 × 68 10 × 72 × 78 10 × 82 × 88	8 × 62 × 72 10 × 72 × 82 10 × 82 × 92	16 × 62 × 72 16 × 72 × 82 20 × 82 × 92	100	112	90				
10 × 92 × 98 10 × 102 × 108	10 × 92 × 102 10 × 102 × 112	20 × 92 × 102 20 × 102 × 115	112	125	100	40	60	14	12
10 × 112 × 120	10 × 112 × 125	20 × 112 × 125	125	140	112				

чены для нарезания зубьев (шлицев) с центрированием по боковым поверхностям зубьев и внутреннему диаметру. Зубья фрезы для обработки прямозубых шлицев имеют специальный профиль. Для каждого числа шлицев данного профиля требуется отдельная фреза. Червячные шлицевые фрезы имеют нормальный и модифицированный профиль. При центрировании шлицевого вала по наружному диаметру в основании зубья фрезы имеют фланк 1 (рис. 24, а) для снятия фаски

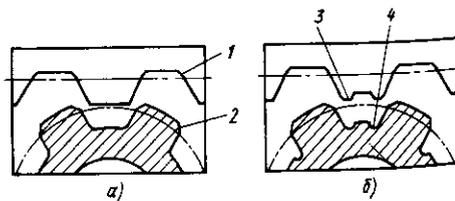


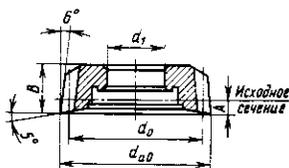
Рис. 24. Профили червячной фрезы: а — с фланком; б — с фланком и усиком

2 на вершине шлицев: в ряде случаев высоту шлицев увеличивают. При центрировании шлицевых валов по внутреннему диаметру зубья фрезы снабжают усиками 3 (рис. 24, б). Назначение усика — прорезать канавку 4 во впадине для выхода шлифовального круга. Когда центрирование прямоугольных шлицевых соединений осуществляют одновременно по внутреннему диаметру и боковым поверхностям, профиль зубьев фрезы имеет более сложную форму. Такие фрезы трудоемки в изготовлении и имеют невысокую стойкость, поэтому в ряде случаев канавку во впадине зубьев прорезают дисковыми фрезами на отдельной операции.

Для нарезания шлицев на валах с эвольвентным профилем зубья фрезы имеют прямые профили. Такой фрезой нарезают на валах различное число шлицев, но одного модуля и угла профиля.

Долбяки зуборезные чистовые по ГОСТ 9323—79 изготавливают пяти типов и трех классов точности. Долбяки класса точности АА предназначены для нарезания колес 6-й степени точности, класса точности А — для колес

109. Основные размеры (мм) дисковых прямозубых долбяков типа I (по ГОСТ 9323—79)



Модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние А исходного сечения от передней поверхности	Высота долбяка В
		делительный d_0	вершин зубьев d_{00}		

Номинальный диаметр 80 мм; $d_1 = 31,75$ мм					
1	76	76	79,82	6,3	12
1,25	60	75	79,38	5,9	
1,5	50	75	79,95	5,7	15
2	38	76	82,12	5,3	
2,5	30	75	82,25	4,8	17
3	25	75	83,4	4,3	
4	19	76	86,72	3,4	
5	16	80	93,1	2,8	

Продолжение табл. 109

Модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние А исходного сечения от передней поверхности	Высота долбяка В
		делительный d_0	вершин зубьев d_{00}		
Номинальный диаметр 100 мм; $d_1 = 44,45$ мм					
1	100	100	104,3	8,6	17
1,25	80	100	104,88	8,3	
1,5	68	102	107,49	8,3	
2	50	100	106,6	7,6	20
2,5	40	100	107,75	7,1	
3	34	102	110,94	6,8	
4	25	100	111,2	5,7	
5	20	100	113,5	4,8	22
6	17	102	117,84	4	
8	14	112	132,64	3	

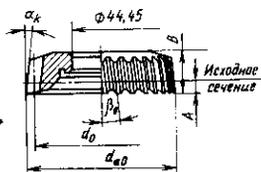
Номинальный диаметр 125 мм; $d_1 = 44,45$ мм					
2	62	124	131,08	9,9	22
2,5	50	125	133,25	9,5	
3	42	126	135,42	9,1	24
4	31	124	135,68	8	
5	25	125	139	7,1	
6	21	126	142,32	6,3	28
8	16	128	148,96	4,6	
10	14	140	165,68	3,8	

Номинальный диаметр 160 мм; $d_1 = 88,9$ мм					
6	27	162	179,04	9,7	30
8	20	160	181,6	7,6	32
10	16	160	186,2	5,7	

Номинальный диаметр 200 мм; $d_1 = 101,6$ мм					
8	25	200	222,4	11,4	40
10	20	200	227	9,5	
12	17	204	235,68	8	

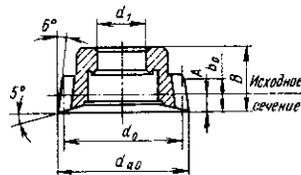
7-й степени точности и класса точности В — для колес 8-й степени точности. Тип 1 — дисковые прямозубые долбяки классов точности АА, А и В (табл. 109). Тип 2 — дисковые косозубые долбяки классов точности А и В (табл. 110). Долбяки обоих типов предназначены для обработки цилиндрических колес внешнего зацепления. Тип 3 — чашечные

110. Основные размеры (мм) дисковых косозубых долбяков типа 2 с номинальным диаметром 100 мм (по ГОСТ 9323-79)



прямозубые долбяки классов точности АА, А и В номинальными делительными диаметрами 50, 80, 100, 125 мм (табл. 111) предназначены для нарезания закрытых зубчатых венцов. В этом случае конец шпинделя и зажимная гайка находятся во внутренней части долбяка. Чашечные долбяки жестче, чем хвостовые, поэтому их применяют для обработки более точных зубчатых колес внутреннего зацепления. Тип 4 — хвостовые прямозубые долбяки классов точности А и В (табл. 112) и тип 5 — хвостовые косозубые долбяки класса точности В (табл. 113) применяют для колес внутреннего зацепления малого размера.

111. Основные размеры (мм) чашечных прямозубых долбяков типа 3 (по ГОСТ 9323-79)



Нормальный модуль $m_{\theta 0}$	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Угол наклона зуба долбяка β_0	Расстояние A исходного сечения от передней поверхности	Высота долбяка B
		делительной d_0	вершин зубьев $d_{\theta 0}$			

Номинальный угол наклона зуба 15°

1	100	103,626	108,13	$15^\circ 12' 10''$	9,18	17
1,25	80	103,626	108,75	$15^\circ 12' 10''$	9,18	17
1,5	66	102,515	108,26	$15^\circ 02' 50''$	9,10	
2	50	103,626	110,63	$15^\circ 12' 10''$	9,18	20
2,5	40	103,626	111,89	$15^\circ 12' 10''$	9,18	
3	32	99,195	108,62	$14^\circ 34' 51''$	8,84	
4	25	103,626	115,63	$15^\circ 12' 10''$	9,18	
5	20	103,626	118,13	$15^\circ 12' 10''$	9,18	22
6	16	99,195	116,12	$14^\circ 34' 51''$	8,84	

Номинальный угол наклона зуба 23°

1	94	102,212	106,59	$23^\circ 07' 20''$	8,23	17
1,25	76	103,501	108,52	$23^\circ 23' 04''$	8,3	
1,5	62	100,93	106,55	$22^\circ 51' 50''$	8,15	
2	47	102,212	109,09	$23^\circ 07' 26''$	8,23	20
2,5	37	100,292	108,39	$22^\circ 44' 02''$	8,12	
3	32	104,798	114,22	$23^\circ 38' 44''$	8,37	
4	23	99,655	111,5	$22^\circ 36' 15''$	8,08	
5	19	103,501	117,9	$23^\circ 23' 04''$	8,30	
6	16	104,798	121,32	$23^\circ 38' 44''$	8,37	22

Примечания: 1. Делительный ход зуба долбяка с номинальным углом наклона зуба $15^\circ P_z = 1198,0$ мм; задний угол при вершине в осевом сечении $\alpha_k = 6^\circ 12'$.

2. Делительный ход зуба долбяка с номинальным углом наклона зуба $23^\circ P_z = 751,96$ мм; задний угол при вершине в осевом сечении $\alpha_k = 6^\circ 30'$.

Модуль $m_{\theta 0}$	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние A исходного сечения от передней поверхности	Длина зубьев b_0	Высота долбяка B
		делительной d_0	вершин зубьев $d_{\theta 0}$			

Номинальный диаметр 50 мм; $d_1 = 20$ мм

1	50	50	53,3	3,8	12	25
1,25	40	50	53,88	3,6		
1,5	34	51	55,47	3,4		
2	25	50	55,6	2,8	15	25
2,5	20	50	56,75	2,4		
3	17	51	58,92	2	17	

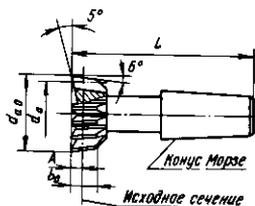
Номинальный диаметр 80 мм; $d_1 = 31,75$ мм

1	76	76	79,82	6,2	12	28
1,25	60	75	79,38	6		
1,5	50	75	79,95	5,7		
2	38	76	82,12	5,3	15	30
2,5	30	75	82,25	4,8		
3	25	75	83,4	4,3	17	

Продолжение табл. 111

Модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние A исходного сечения от перпендикулярной поверхности	Длина зубьев h_0	Высота долбяка B
		делительной d_0	вершин зубьев d_{a0}			
Номинальный диаметр 100 мм; $d_1 = 44,45$ мм						
1	100	100	104,3	8,6	17	30
1,25	80	100	104,88	8,3		
1,5	68	102	107,49	8,3		
2	50	100	106,5	7,6	20	32
2,5	40	100	107,75	7,1		
3	34	102	110,94	6,8		
4	25	100	111,2	5,7		
5	20	100	113,5	4,8		
6	17	102	117,84	4	22	34
Номинальный диаметр 125 мм; $d_1 = 44,45$ мм						
5	25	125	139	7,1	26	38
6	21	126	142,32	6,3		
8	16	128	148,96	4,6		

112. Основные размеры (мм) хвостовых прямозубых долбяков типа 4 (по ГОСТ 9323-79)

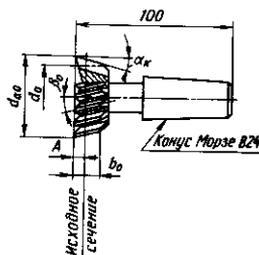


Модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние A исходного сечения от перпендикулярной поверхности	Длина зубьев h_0
		делительной d_0	вершин зубьев d_{a0}		
Номинальный делительный диаметр 25 мм; конус Морзе В18, $L = 80$ мм					
1	26	26	28,8	1,4	10
1,25	20	25	28,38	1,2	
1,5	18	27	30,99	1,1	

Продолжение табл. 112

Модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Расстояние A исходного сечения от перпендикулярной поверхности	Длина зубьев h_0
		делительной d_0	вершин зубьев d_{a0}		
2	12	24	29,08	0,38	12
2,5	10	25	31,25	0	15
3	9	27	34,44	-0,29	
Номинальный делительный диаметр 38 мм, конус Морзе В24, $L = 100$ мм					
1	38	38	41,06	2,66	12
1,25	30	37,5	41,12	2,4	
1,5	25	37,5	41,7	2,1	
2	19	38	43,36	1,7	15
2,5	15	37,5	44	1,2	
3	12	36	43,62	0,6	
4	10	40	50	0	17

113. Основные размеры (мм) хвостовых косозубых долбяков типа 5 с номинальным делительным диаметром 38 мм (по ГОСТ 9323-78)



Нормальный модуль m_0	Число зубьев z_0	Диаметр окружности		Угол наклона зуба долбяка β_0	Расстояние A исходного сечения от перпендикулярной поверхности	Длина зубьев h_0
		делительной d_0	вершин зубьев d_{a0}			
Номинальный угол наклона зуба 15°						
1	36	37,218	39,92	$14^\circ 41' 47''$	0,92	12
1,25	30	38,882	42,26	$15^\circ 19' 24''$	1,15	
1,5	24	37,218	41,27	$14^\circ 41' 47''$	1,38	

Продолжение табл. 113

Нормальный модуль m_n	Число зубьев z	Диаметр окружности		Угол наклона зуба дольбяка β_0	Расстояние A входного сечения от передней поверхности	Длина зубьев b_0
		делительной d_0	вершин зубьев d_{a0}			
2	18	37,218	42,62	14°41'47''	1,84	15
2,5	15	38,882	45,63	15°19'24''	2,29	
3	12	37,218	45,32	14°41'47''	2,76	
4	9	37,218	48,02	14°41'47''	3,68	17
<i>Номинальный угол наклона зуба 23°</i>						
1	35	38,023	40,72	23°00'03''	0,88	12
1,25	28	38,023	41,4	23°00'03''	1,09	
1,5	23	37,384	41,44	22°39'14''	1,32	
2	18	39,315	44,72	23°41'51''	1,74	15
2,5	14	38,023	44,78	23°00'03''	2,19	
3	12	39,315	47,42	23°41'51''	2,61	
4	9	39,315	50,12	23°41'51''	3,48	17

Примечание. Делительный ход зуба $P_z = 445,80$ мм и задний угол при вершине в осевом сечении $\alpha_k = 6^\circ 12'$ для $\beta = 15^\circ$; $P_z = 281,40$ мм и $\alpha_k = 6^\circ 30'$ для $\beta = 23^\circ$.

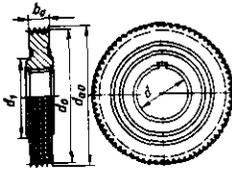
Дольбяки имеют форму закаленного шлифованного колеса с затылованными зубьями. Так как зубья дольбяка имеют небольшой конус, после заточки толщина зуба и внешний диаметр уменьшаются, профиль зубьев изменяется. Для повышения срока службы при нарезании колес внешнего зацепления у нового дольбяка увеличивают диаметр делительной окружности. Передний угол для облегчения резания равен 5° . Задний угол при вершине $6-6^\circ 30'$, боковые задние углы по нормали $2-2^\circ 30'$. При нарезании колес внешнего зацепления дольбяки выбирают максимально возможного диаметра, точность обработки и период стойкости при этом повышаются. Дольбяки каждого номера изготавливают без модификации профиля и с модификацией. Число зубьев дольбяка по возможности не должно быть кратным числу зубьев обрабатываемого колеса. Для нарезания колес внешнего зацепления направления угла наклона зубьев дол-

бяка и нарезаемого колеса противоположны, для внутреннего — направления углов наклона зубьев дольбяка и колеса одинаковы. Косо-зубый дольбяк проектируют для определенного колеса, его параметры должны быть согласованы с имеющимися на зубодолбежном станке направляющими копира. Для колес внутреннего зацепления число зубьев дольбяка должно быть равно или несколько меньше числа зубьев сопряженной шестерни. При увеличении диаметра дольбяка происходит срезание углов на вершине зубьев колеса при врезании на полную глубину. В этом случае необходима дополнительная проверка на отсутствие среза. Дольбяки для шевронных колес изготавливают комплектно — один с правым наклоном зуба, другой с левым для обработки обеих половин шевронного колеса. Диаметры дольбяков в комплекте как новые, так и после заточки должны быть одинаковыми.

Дисковые шеверы по ГОСТ 8570—80 изготавливают двух типов и трех классов точности: при обработке зубчатых колес с числом зубьев более 40 — шеверы класса АА — для колес 5-й степени точности; класса А — для колес 6-й степени точности и класса В — для колес 7-й степени точности. Тип 1 — шеверы с модулем $1-1,75$ мм с номинальными делительными диаметрами 85 и 180 мм и углами наклона винтовой линии зубьев на делительном цилиндре 5, 10 и 15° (табл. 114). Тип 2 — шеверы с модулем 2—8 мм с номинальными диаметрами 180 и 250 мм (табл. 115), углом наклона зубьев 5 и 15° . Шевер каждого размера изготавливают с правым и левым направлениями линии зуба. Дисковый шевер имеет форму закаленного и шлифованного зубчатого колеса с прямыми или косыми зубьями с большим числом стружечных канавок, расположенных на боковой поверхности зубьев. Шеверы типа 1 имеют сквозные стружечные канавки (табл. 116), а шеверы типа 2 — глухие (табл. 117), расположенные параллельно торцам, перпендикулярно направлению линии зуба, и канавки трапециевидной формы. Шеверы с канавками, расположенными параллельно торцам, получили наибольшее применение. Прочность зубчиков с канавками трапециевидной формы выше прочности зубчиков с параллельными боковыми сторонами, условия резания хуже. Шеверы изготавливают из быстрорежущей стали по ГОСТ 19267—73. Твердость режущей части шевера HRC 62—65. При содержании в стали ванадия и кобальта твердость HRC 63—65. Параметр шероховатости боковых поверхностей зубьев $Rz = 1,6$ мкм.

114. Основные размеры (мм) шеверов типа 1 (по ГОСТ 8570-80)

Продолжение табл. 114



Модуль m_0	Число зубьев z_0	d_{a0}	Делительный диаметр d_0	Основной диаметр d_{b0}	Угол наклона линии зуба β_0
Номинальный делительный диаметр шевера 85 мм; $b_0 = 15$ мм; $d_1 = 60$ мм; $d = 31,75$ мм*					
1,000	86	89,53	87,327	81,911	10
1,125	76	89,29	86,819	81,435	
1,250	67	87,79	85,042	79,769	
1,375	62	89,59	86,565	81,197	
1,500	58	91,64	88,342	82,864	

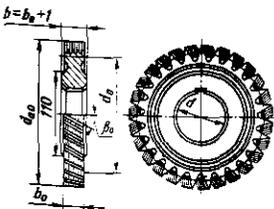
Модуль m_0	Число зубьев z_0	d_{a0}	Делительный диаметр d_0	Основной диаметр d_{b0}	Угол наклона линии зуба β_0
Номинальный делительный диаметр шевера 180 мм; $b_0 = 20$ мм; $d_1 = 110$ мм; $d = 63,5$ мм					
1,250	115	149,25	144,300	135,537	5
		153,77	148,822	139,262	15
1,375	115	163,95	158,729	149,090	5
		168,93	163,704	153,189	15
		178,66	173,159	162,643	5
1,500		184,09	178,585	167,115	15
1,750	100	181,73	175,670	165,000	5
		187,23	181,174	169,537	15

* Допускается выполнять диаметры отверстий 31,743 мм.

115. Основные размеры (мм) шеверов типа 2 (по ГОСТ 8570-80)

Эскиз	Модуль m_0	Число зубьев z_0	Угол наклона линии зуба β_0		
			5		15
			Делительный диаметр d_0	Основной диаметр d_{b0}	Делительный диаметр d_0

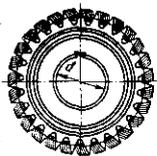
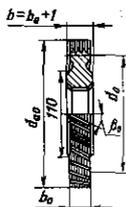
Номинальный делительный диаметр шевера 180 мм; $b_0 = 20$ мм



2,00	83	171,72	166,634	156,515	176,94	171,856	160,818
2,25	73	170,51	164,877	154,865	175,68	170,044	159,122
2,50	67	174,33	168,140	157,929	179,60	173,409	162,271
2,75	61	175,13	168,391	158,165	180,40	173,667	162,513
3,00	53	168,51	159,607	149,915	172,33	164,609	154,036
3,25	53	182,96	172,908	162,408	186,58	178,326	166,873
3,50	47	175,73	165,128	155,100	179,76	170,303	159,365
3,75	43	174,01	161,866	152,036	178,16	166,938	156,216
4,00	41	177,73	164,626	154,629	181,88	169,785	158,880
4,25	41	188,34	174,916	164,293	192,86	180,397	168,810
4,50	37	182,14	167,136	156,986	186,40	172,373	161,302
5,00	31	173,49	155,592	146,143	177,36	160,468	150,161
5,50	29	179,71	160,109	150,386	183,82	165,126	154,520
6,00	29	195,46	174,664	164,038	199,97	180,138	168,568

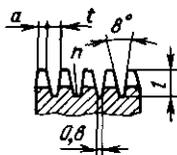
Продолжение табл. 115

Эскиз	Модуль m_0	Число зубьев z_0	Угол наклона линии зуба β_0°					
			5			15		
			d_{a0}	Делительный диаметр d_0	Основной диаметр d_{b0}	d_{a0}	Делительный диаметр d_0	Основной диаметр d_{b0}
<i>Номинальный делительный диаметр шевера 250 мм; $b_0 = 25$ мм</i>								
	2,00	115	235,82	230,878	216,858	243,05	238,113	222,819
	2,25	103	238,27	232,635	218,508	245,56	239,925	224,515
	2,50	91	234,56	228,369	214,501	241,71	235,525	220,398
	2,75	83	235,86	229,122	215,208	243,04	236,302	221,124
	3,00	73	227,54	219,836	206,486	234,42	226,725	212,163
	3,25	71	239,88	231,631	217,565	247,14	238,900	223,546
	3,50	67	244,19	235,396	221,101	251,57	242,772	227,179
	3,75	61	238,97	229,624	215,679	246,16	236,819	221,609
	4,00	53	222,71	212,810	199,886	229,38	219,478	205,382
	4,25	53	236,56	226,110	212,379	243,64	233,196	218,218
	4,50	51	241,38	230,377	216,386	248,60	237,596	222,335
	5,00	43	229,91	215,821	202,715	235,49	222,584	208,288
	5,50	41	241,91	226,361	212,615	247,76	233,455	218,460
	6,00	37	240,71	222,848	209,315	246,47	229,831	215,069
	6,50	37	261,31	241,419	226,758	267,54	248,984	232,992
	7,00	31	241,25	217,829	204,601	246,87	224,655	210,225
	8,00	29	259,59	232,886	218,744	265,61	240,184	224,757



Примечание. Шеверы с модулями 3,25; 3,75; 4,25 и 6,50 мм допускается изготавливать для цилиндрических зубчатых колес, применяемых в тракторной и автомобильной промышленности.

116. Размеры (мм) сквозных стружечных канавок на боковых сторонах зубьев шевера типа I



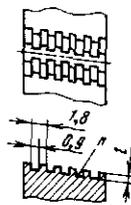
Продолжение табл. 116

Модуль m_0	Номинальный делительный диаметр	l	a	t	Число канавок n
1,25	180	4,5	3,0	3,0	5,0
1,375		4,8			
1,5		5,0			
1,75		5,6			

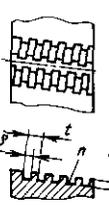
117. Размеры (мм) глухих стружечных канавок на боковых сторонах зубьев шевера типа 2

Модуль m_0	Номинальный делительный диаметр	l	a	t	Число канавок n
1	85	3,0	1,6	2,1	6,0
1,125;		4,5	1,3	2,7	5,0
1,25;		5,0			
1,375;					
1,5					

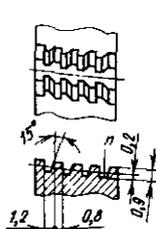
Исполнение 1



Исполнение 2



Исполнение 3



Продолжение табл. 117

Модуль m_n	Исполнение 1		Исполнение 2				Исполнение 3		
	Номинальный делительный диаметр								
	180:	180	250	180:	250	180	250	180	250
	l	n		l	s	Число канавок l , не менее		Число канавок n	
2 – 2.75	0.6								
3	0.8	10	12	2.2	1.1	7	9	9	11
Св. 3 до 5	1.0								
Св. 5 до 8	1.0	9	11	2.4	1.2	7	8		

Диаметр шевера следует выбирать максимально возможным по размерам шевинговального станка, особенно при обработке колес с малым числом зубьев. Число зубьев шевера не должно быть кратным числу зубьев обрабатываемого колеса. Углы скрещивания, обеспечивающие хорошие условия резания, для колес внешнего зацепления $10-15^\circ$, для внутреннего зацепления – около 3° . Увеличение угла скрещивания улучшает условия резания, но ухудшает направляющее действие зубьев шевера во впадине зуба колеса; погрешность профиля увеличивается. Под шевингование зубья червячной фрезы или долбяка должны иметь модифицированный профиль (рис. 25). Утолщения (усики) 2 на головке зуба фрезы служат для подрезания l зуба колеса с целью обеспечения зазора на головке зуба шевера при шевинговании. Величина подрезания должна быть на $0,015-0,025$ мм больше, чем

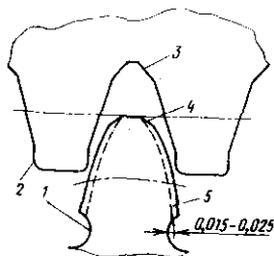


Рис. 25. Форма зуба фрезы и колеса

снимаемый припуск 5 со стороны зуба. Фланкированный участок 3 на зубьях фрезы делается для снятия небольших фасок 4 на головке зуба обрабатываемого колеса. В крупносерийном и массовом производстве, а также при изготовлении тяжело нагруженных и бесшумных зубчатых колес для каждого колеса проектируют свой шевер и червячную фрезу. Для сопряженной пары обычно изготавливают один шевер с чистоэвольвентным профилем зубьев, у другого профиль зубьев корректируют для компенсации деформации при термической обработке и снижения уровня шума. Стружечные канавки у шеверов для касательного и врезного шевингования расположены по винтовой линии, чтобы заменить отсутствие продольной подачи при снятии стружки. При врезном шевинговании зубья шевера в продольном направлении имеют вогнутую форму; если необходимо, учитывается бочкообразность зубьев колеса.

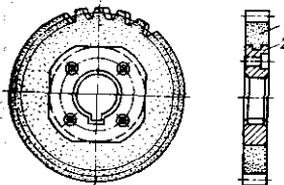


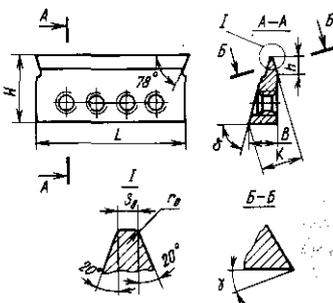
Рис. 26. Зубчатый хон

Зубчатые хоны представляют собой прямозубые или косозубые колеса, обычно состоящие из стальной ступицы 2 (рис. 26) и абразивного зубчатого венца 1. Зубчатый хон изготавливают того же модуля, что и обрабатываемое колесо, его проектируют для каждого зубчатого колеса с делительным диаметром, увеличенным на $15-20$ мм. Внешний диаметр хона выбирают в пределах $220-250$ мм, ширину венца $20-25$ мм, угол скрещивания осей хона и обрабатываемого колеса $10-15^\circ$. Число зубьев хона не должно быть кратным числу зубьев обрабатываемого колеса. Абразивные хоны изготавливают на основе эпоксидных смол с добавлением карбида кремния различной зернистости и в разных пропорциях. Хоны отливают в формах, изготовленных по мастер-колесу 5-й степени точности по ГОСТ 1643-81. Радиальное биение зубчатого венца нового хона $0,07-0,10$ мм. После износа хоны не восстанавливаются, а остальная ступица используется несколько раз. Для повышения срока службы (до 30%) зубчатых колес

после шлифования их хонингуют. У хона зубья шлифуют, чтобы уменьшить параметр шероховатости поверхности на зубьях зубчатого колеса до $Ra = 0,2$ мкм. Для обработки мелко модульных зубчатых колес применяют хоны со стальным корпусом и абразивным покрытием зубьев. У хонов из синтетических алмазов зерна нанесены тонким слоем на боковые поверхности стальных зубьев. После износа покрытие может быть снято и заменено новым.

Резцы зубострогальные применяют для нарезания прямозубых конических колес. Их разделяют на черновые и чистовые. Стандартизованы (ГОСТ 5392—80) размеры и конструкция только чистовых резцов. Чистовые резцы изготавливают четырех типов: 1 — длиной $L = 40$ мм, 2 — длиной $L = 75$ мм, 3 — длиной $L = 100$ мм, 4 — длиной $L = 125$ мм (табл. 118). Резцы типа 1 изготавливают двух исполнений. Резцы исполнения 2 предназначены для работы на зубострогальных станках в одной впадине зуба. Все остальные резцы типа 1 (исполнение 1), 2, 3 и 4 применяют для нарезания соседних впадин зубьев.

118. Основные размеры (мм) зубострогальных резцов (по ГОСТ 5392—80)



Модуль m^*	B	h	S_B	r_0
<i>Резцы типа 1; $K=18,63$; $H=27$ мм</i>				
0,30; 0,35	10,36/12,18	1,0/2,0	0,12	0,08
0,40; 0,45	10,44/12,22	1,2/2,2	0,16	0,12
0,50; 0,55	10,51/12,26	1,4/2,5	0,20	0,15
0,60; 0,70	10,66/12,30	1,8/3,0	0,24	0,18
0,80; 0,90	10,80/12,38	2,2/3,5	0,32	0,24
1,00; 1,125	11,09/12,46	3,0/4,0	0,40	0,30
1,25; 1,375	11,18/12,56	3,3/4,5	0,50	0,38
1,50; 1,750	11,53/12,66	4,2/5,5	0,60	0,45
2,0; 2,250	11,93/12,86	5,3/6,0	0,80	0,60
2,50	12,18/13,06	6,0/6,0	1,00	0,75

Продолжение табл. 118

Модуль m^*	B	h	S_B	r_0
<i>Резцы типа 2; $K=25,85$ мм; $H=33$ мм</i>				
0,50; 0,55	16,01	1,4	0,20	0,15
0,60; 0,70	16,16	1,8	0,24	0,18
0,80; 0,90	16,30	2,2	0,32	0,24
1,00; 1,125	16,59	3,0	0,40	0,30
1,25; 1,375	16,68	3,3	0,50	0,38
1,50; 1,750	17,03	4,2	0,60	0,45
2,00; 2,250	17,43	5,3	0,80	0,60
2,50; 2,750	17,86	6,0	1,00	0,75
3,00; 3,25	18,27	7,6	1,20	0,80
3,50; 3,75	18,70	8,8	1,40	1,00
4,00; 4,25; 4,50	19,36	10,6	1,60	1,20
5,00; 5,50	20,24	13,0	2,0	1,50
<i>Резцы типа 3; $K=27,39$ мм; $H=43$ мм</i>				
1,00; 1,125	14,59	3,0	0,4	0,30
1,25; 1,375	14,70	3,3	0,5	0,38
1,50; 1,750	15,03	4,2	0,6	0,45
2,00; 2,250	15,59	5,3	0,8	0,60
2,50; 2,750	15,87	6,5	1,0	0,75
3,00; 3,25	16,27	7,6	1,2	0,80
3,50; 3,75	16,70	8,8	1,4	1,0
4,00; 4,25; 4,50	17,36	10,6	1,6	1,20
5,00; 5,50	18,23	13,0	2,0	1,50
6,00; 6,50	19,14	15,5	2,4	1,80
7,00	19,51	16,5	2,8	2,10
8,00	20,42	19,0	3,2	2,40
9,00	21,33	21,5	3,6	2,70
10,00	22,24	24,0	4,0	3,00
<i>Резцы типа 4; $K=39,78$ мм; $H=60$ мм для $t=3 \div 12$ мм; $H=75$ для $t=14 \div 20$ мм</i>				
3,00; 3,25	23,27	7,6	1,2	0,8
3,5; 3,75	23,70	8,8	1,4	1,0
4,0; 4,25; 4,50	24,36	10,6	1,6	1,2
5,0; 5,5	25,23	13,0	2,0	1,5
6,0; 6,50	26,14	15,5	2,4	1,8
7,0	26,51	16,5	2,8	2,1
8,0	27,42	19,0	3,2	2,4
9,0	28,33	21,5	3,6	2,7
10,0	29,24	24,0	4,0	3,0
11,0	29,89	25,8	4,4	3,3
12,0	30,73	28,1	4,8	3,6
14,0	32,44	32,8	5,6	4,2
16,0	34,15	37,5	6,4	4,8
18,0	35,86	42,2	7,2	5,4
20	37,61	47,0	8,0	6,0

* Значения модулей, указанных первыми, за исключением 3,5; 7,0; 9,0; 11,0; 14,0; 18,0, являются предпочтительными.

Примечание. В числителе даны размеры для резцов исполнения 1, в знаменателе — исполнения 2.

Резцы выполняют в виде призматического тела. по задней поверхности они не затыланы. Для образования задних углов по вершине и на боковой режущей кромке резцы устанавливают в резцедержателях станка под углом 12° к направлению движения и закрепляют двумя винтами. Опорную плоскость державки выполняют под углом δ , равным: 70° — для резцов типа 1 (исполнение 2); 73° — для резцов типа 1 (исполнение 1), 2 и 3; 75° — для резцов типа 4. Высоту режущей кромки резца h выбирают достаточной для полного профилирования зубьев колеса. Ширина носика чистового резца S_v ($S_v \approx 0,4 m$) должна быть не менее половины ширины дна впадины у внешнего конца зуба и не более ширины дна впадины у внутреннего конца. При выполнении указанных выше условий и угла профиля одним комплектом резцов можно обрабатывать зубчатые колеса с широким диапазоном модулей. Это особенно экономично в единичном и мелкосерийном производстве. Стойкость резцов и прочность зубьев колеса повышаются с увеличением радиуса закругления вершины резца на рабочей стороне профиля r_0 ($r_0 \approx 0,3 m$).

Цельные резцы изготавливают из быстрорежущей стали. Для резцов типов 2, 3 и 4 допускается сварная конструкция: режущая часть — из быстрорежущей стали (HRC 62–65), а державки из сталей 45, 40X (HRC 35–40). В единичном и мелкосерийном производстве чистовые резцы могут быть использованы как черновые при обработке способом одинарного деления за несколько проходов с небольшой глубиной резания и низких режимах резания. В условиях массового и крупносерийного производства, особенно при обработке способом двойного деления, применяют специальные черновые резцы с трапециевидным и криволинейным профилями. Это позволяет значительно повысить режимы резания и стойкость резцов при чистовом нарезании, а также уменьшить припуск. Резцы работают по два в комплекте, каждый из резцов обрабатывает одну сторону зуба. Во время резания используют два конца резцов. После затупления одной стороны резцы меняют местами и поворачивают на 180° . Стойкость резцов, покрытых нитридом титана, повышается, особенно существенно до первой заточки. Для чистовой обработки стальных зубчатых колес передний угол резца $\gamma = 20^\circ$, а для колес из латуни и бронзы $\gamma = 5 \div 10^\circ$.

Головки зуборезные для нарезания прямозубых конических колес изготавливают сборны-

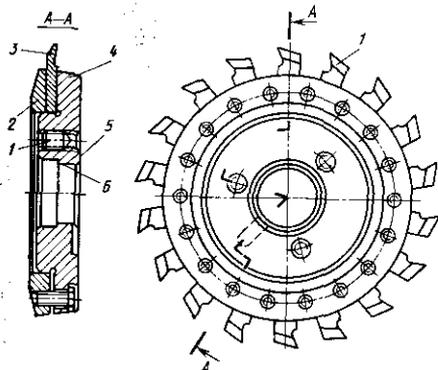


Рис. 27. Резцовая головка для нарезания прямозубых конических колес

ми со вставными резцами. Резцовые головки с номинальным диаметром $d_0 = 150$ мм (ОСТ 2И45 7–76 ÷ ОСТ 2И45 9–76) предназначены для обработки колес модулем $m = 0,5 \div 3$ мм, с $d_0 = 278$ мм (ОСТ 2И45 10–76 и ОСТ 2И45 11–76) для $m = 1,5 \div 8$ мм, с $d_0 = 450$ мм (ОСТ 2И45 1–74 ÷ ОСТ 2И45 3–74) для $m = 3 \div 12$ мм. Комплект резцовых головок состоит из праворежущей (нижней) головки, которая вращается против часовой стрелки, если на нее смотреть с лицевой стороны, и леворежущей (верхней), вращающейся по часовой стрелке. Праворежущая резцовая головка с $d_0 = 278$ мм показана на рис. 27. Затянутые резцы 3 устанавливают в корпусе 4 и закрепляют диском 2, в котором выполнены пазы. На шпиндель зубофрезерного станка головку устанавливают по посадочному конусу 6 с опорой на торец 5. Для съема головки со станка предназначены выжимные винты 1. Нарезание конических колес с бочкообразными зубьями производят резцами, режущая кромка которых имеет угол поднутрения β . С увеличением этого угла бочкообразность зубьев увеличивается, пятно контакта на зубьях обрабатываемого колеса становится короче.

Резцы изготавливают из быстрорежущей стали твердостью HRC 62–65, а корпус из сталей марок 40X (HRC 45–50) или ХВГ (HRC 50–55). Передний угол резцов γ для обработки конических колес из стали равен 20° , из более мягких металлов (латуни и бронзы) $10–15^\circ$. После сборки и заточки резцовой головки радиальное биение вершин резцов относительно оси посадочного отверстия должно быть не более 0,03–0,04 мм. Торцовое биение резцов зуборезных головок, измеренное по середине режущих кромок:

Модуль, мм . . . ≤ 3 Св. 3 Св. 4 Св. 6 Св. 8
до 4 до 6 до 8 до 12

Торцовое бис-
ние, мм . . . 0,01 0,012 0,016 0,02 0,025

Резцовые головки-протяжки для нарезания прямозубых конических колес относят к наиболее сложным зуборезным инструментам. Различают комбинированные, чистовые и черновые резцовые головки-протяжки. Комбинированные резцовые головки-протяжки (рис. 28) применяют для окончательной обработки зубьев конических колес с модулем 5 мм и менее. Они состоят из черновых, получистовых и чистовых резцов, объединенных в блоки по 4—6 резцов. Резцы в протяжках затылованы, задние углы по вершине равны 12° , а по боковой режущей кромке $\sim 5^\circ$. Боковые поверхности резцов имеют вогнутую форму, выполненную дугой окружности одного радиуса. Угол профиля резцов протяжки равен $22^\circ 30'$. Задний угол резцов у получают во время заточки, обычно он равен 15° . Резцовая головка-протяжка в процессе резания не имеет подачи на изделие, подача достигается подъемом резцов в радиальном направлении в пределах 0,1—0,2 мм. Профиль чистовых резцов, взаимосвязанный с продольным перемещением протяжки, обеспечивает правильную конусность и кривизну боковой поверхности в лобной точке зуба.

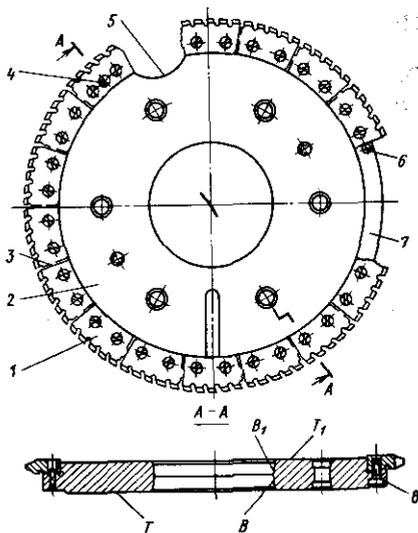


Рис. 28. Комбинированная резцовая головка-протяжка

Блоки резцов 1 (см. рис. 28) в корпусе протяжки 2 базируют по цилиндрической и конической поверхностям и закрепляют двумя винтами 8. Затяжку винтов производят динамометрическим ключом с определенным крутящим моментом. Между собой блоки контактируют по выступу 3. При сборке протяжки первоначально в корпус устанавливают блоки, которые фиксируются в угловом положении по установочным штифтам 4 и 6. Затем последовательно собирают блоки с меньшими порядковыми номерами. Зазор между посадочными поверхностями блоков и установочных штифтов должен быть менее 0,025 мм. В протяжке предусмотрены два безрезцовых участка 5 и 7, которые предназначены соответственно для установки державки с резцом для снятия фаски на внешнем конце зуба и деления заготовки для обработки следующего зуба без отвода протяжки. Установку резцовой головки-протяжки на шпиндель зубопротяжного станка осуществляют одновременно по конусному отверстию В и торцу Т с минимальным натягом 0,15—0,25 мм. Если высота зуба не позволяет комбинированной протяжкой завершить обработку зуба за одну операцию (как правило, конических колес с модулем более 5 мм), то применяют раздельно черновые и чистовые головки. Черновые резцовые головки-протяжки состоят только из черновых резцов, у них отсутствует фасочный резец, на место которого установлен дополнительный 16-й блок резцов. Чистовые протяжки имеют получистовые и чистовые резцы. В табл. 119 приведены основные технические характеристики комбинированных, черновых и чистовых резцовых головок-протяжек. Резцовые головки-протяжки могут быть праворежущими, вращающимися против часовой стрелки, и леворежущими. При обработке на зубопротяжных станках 5245 и Ст-1222 (ЗИЛ) используют праворежущие резцовые головки, а на станках 5С268 и 5С269 — леворежущие. Если на станке необходимо использовать резцовую головку-протяжку, направление вращения которой противоположно направлению вращения шпинделя, то протяжку на станок устанавливают на противоположный торец T_1 и конусное отверстие B_1 . Для совмещения оси симметрии резцов с осью заготовки на шпиндель станка устанавливают переходник требуемой высоты.

Головки зуборезные, изготовленные по метрической системе (ГОСТ 11902—77, ГОСТ 11903—77), разделяют на цельные с номинальным диаметром от 20 до 80 мм и сборные

119. Основные технические характеристики резовых головок-протяжек

Тип головки	Номинальный диаметр головки		Наибольшая высота зуба, мм	Наибольшая длина зуба, мм	Теоретическое число делений	Число резов в головке			Крутящий момент при затяжке винтов, Н·м	Число	
	дюймы	мм				черновых	полу-чистовых	чистовых		резов в блоке	блоков
Комбинированная Черновая Чистовая	21	533,4	10,67	25,4	90	50	5	20	62,2	5	15
			14,86	28,6	90	80	—	—		5	16
			17,02	34,9	72	—	32	28		4	15
Комбинированная Черновая Чистовая	25	635,0	12,7	27,0	108	60	6	24	82,9	6	15
			15,87	28,6	108	96	—	—		6	16
			15,87	28,6	90	—	40	35		5	15

с диаметром от 100 до 1000 мм для нарезания конических колес с круговыми зубьями и исходным контуром по ГОСТ 16202—81, а также на сборные головки для нарезания гипоидных зубчатых колес с номинальным диаметром от 160 до 500 мм и диапазонами углов профилей резов: наружных от 10 до 26°

и внутренних от 14 до 36°. Для чистовых головок установлены следующие номера резов N : 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 30, 36, 42; для черновых 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24. Углы профилей рабочих сторон резов цельных головок, черновых и чистовых сборных головок (рис. 29) определяют по формулам: наружных $\alpha_{oe} = \alpha_n - 10 N$; внутренних $\alpha_{oi} = \alpha_n + 10 N$, где N в угл. мин.

Цельные резовые головки (рис. 29, а) изготавливают двусторонними с наружными 1 и внутренними 2 резами, устанавливаемыми поочередно, двух типов: 1 с нормальным и тип 2 с увеличенным числом резов. Материалом для головок служит быстрорежущая сталь с твердостью рабочей части инструмента HRC 62—65. Головки могут быть нормальной и повышенной точности. Торцовое биение вершин резов головок нормальной точности между резами 0,015 мм, в пределах одного оборота 0,025 мм и головок повышенной точности — соответственно 0,010 и 0,020 мм. Радиальное биение вершин резов посередине режущих кромок головок нормальной точности 0,010 мм, повышенной точности 0,005 мм. Сборные чистовые резовые головки могут быть двусторонними, односторонними, праворежущими и леворежущими. Двусторонние чистовые резовые головки (рис. 29, б), содержащие наружные 1 и внутренние 2 резы, применяют в основном для чистового нарезания зубьев колеса. В единичном и мелкосерийном производстве чистовые двусторонние резовые головки можно использовать как черновые. В этом случае целесообразно нарезать зуб на полную высоту за несколько проходов при более низких режимах резания. Резцы чистовых головок изготавливают из быстрорежущей стали (HRC 56—62). Их можно регулировать в ра-

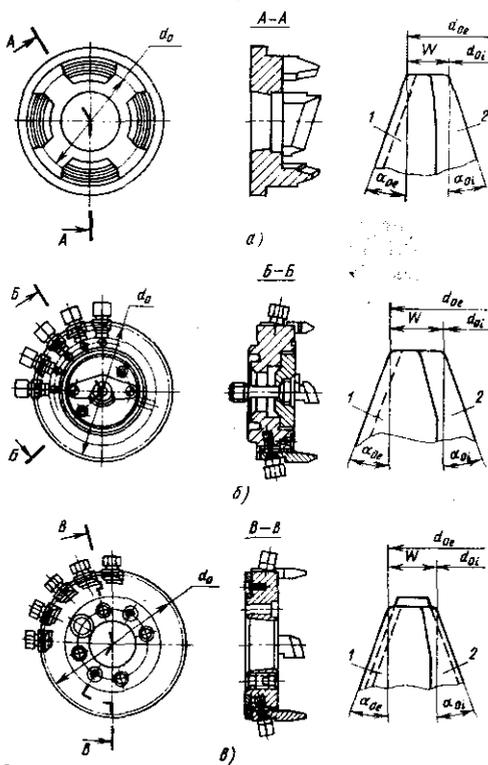


Рис. 29. Зуборезные головки: а — цельные; б — сборные чистовые; в — сборные черновые

120. Основные точностные показатели (мм) чистовых резовых головок (по ГОСТ 11906—77)

Номинальный диаметр d_0	Торцовое биение по вершинам резов		Радиальное биение резов посередине режущих кромок
	от реза к резу	в пределах одного оборота головки	
100; 125	0,010/0,005	0,030/0,016	0,0025/0,0016
160; 200	0,012/0,007	0,030/0,020	0,0025/0,0016
250; 320	0,015/0,010	0,035/0,025	0,0025/0,0016
400; 500	0,020/0,010	0,040/0,030	0,0040/0,0025
630—1000	0,025/—	0,050/—	0,0060/—

Примечание. В числителе приведены данные для нормальной точности, в знаменателе — для повышенной.

диальном направлении. Резцы головок с номинальным диаметром 250 мм и более допускаются изготавливать сварными. Корпуса чистовых головок изготавливают из сталей 12ХНЗА и 20ХН2М (*HRC* 56—62). Предельные отклонения чистовых резовых головок после сборки, заточки и регулирования резов приведены в табл. 120. Черновые резовые головки изготавливают двух типов: двусторонние и трехсторонние. Двусторонние резовые головки, каждый резец которых в процессе резания одновременно обрабатывает боковую сторону и часть дна впадины зуба, применяют при нарезании зубьев методом обкатки и врезания. В массовом и крупносерийном производстве их используют главным образом при обработке методом обкатки. Трехсторонние резовые головки (рис. 29, в) применяют только при работе методом врезания в условиях массового и крупносерийного производства. Они содержат резцы трех типов: наружные 1, внутренние 2 и средние. Наружные и внутренние резцы предназначены для обработки только боковых сторон зуба

и не касаются дна впадины. Средние резцы устанавливают на 0,20—0,25 мм выше наружных и внутренних, они обрабатывают только дно впадины зуба. Число средних резов в головке равно половине общего числа резов. Резцы черновых головок не регулируют в корпусе. Их изготавливают из быстрорежущей стали (*HRC* 62—65), а корпус из стали марки 40ХН2МА (*HRC* 40—45). После сборки и заточки резов торцовое биение по вершинам от реза к резу не должно превышать 0,025—0,030 мм, в пределах одного оборота 0,05—0,06 мм. Радиальное биение резов посередине режущих кромок — не более 0,03—0,04 мм. В табл. 121—123 приведены основные геометрические параметры резовых головок для конических и гипоидных зубчатых колес. Образующие диаметры рассчитывают в зависимости от номинального диаметра d_0 резовой головки и развода резов W (см. рис. 9): для наружных резов $d_{0e} = d_0 + W$; для внутренних $d_{0i} = d_0 - W$.

Большое распространение получила также дюймовая система номинальных диаметров

121. Основные геометрические параметры (мм) цельных резовых головок (по ГОСТ 11902—77)

Номинальный диаметр головки d_0	Образующие диаметры резов		Параметры обрабатываемых колес		Развод резов W	Число наружных и внутренних резов типа	
	наружных d_{0e}	внутренних d_{0i}	Наибольшая внешняя высота зуба h_e	Наибольший нормальный модуль m_n		1	2
20	20,20—20,70	19,80—19,30	3	0,80	0,2—0,7	4	—
25	25,20—25,80	24,80—24,20	3	1,00	0,2—0,8	4	—
32	32,32—33,00	31,68—31,00	4	1,25	0,32—1,0	4	8
40	40,32—41,30	39,68—38,70	5	1,50	0,32—1,3	4	8
50	50,32—51,60	49,68—48,40	6	2,00	0,32—1,6	4	12
60	60,32—61,80	59,68—58,20	7	2,25	0,32—1,8	4	12
80	80,32—82,00	79,68—78,00	8	2,50	0,32—2,0	8	16

122. Основные геометрические параметры (мм) сборных чистовых резцовых головок (по ГОСТ 11902-77)

Номинальный диаметр головки d_0	Образующие диаметры резцов двусторонних головок		Параметры обрабатываемых колес	
	наружных d_{oe}	внутренних d_{oi}	Наибольшая внешняя высота зуба h_e	Наибольший внешний окружной модуль m_e
100	100,4-102,6	99,6-97,4	9	4,0
125	125,4-127,8	124,6-122,2	10	4,5
160	160,6-163,6	159,4-156,4	13	5,0
200	200,6-204,0	199,4-196,0	16	6,0
250	250,6-255,2	249,4-244,8	20	8,0
320	321,0-326,5	319,0-313,5	24	10,0
400	401,0-408,0	399,0-392,0	30	13,0
500	501,0-510,0	499,0-490,0	36	16,0
630	632,0-642,0	628,0-618,0	45	20,0
800	802,0-816,0	798,0-784,0	60	26,0
1000	1003,2-1020,0	996,8-980,0	70	30,0

123. Основные геометрические параметры (мм) сборных черновых головок (по ГОСТ 11902-77)

Номинальный диаметр головки d_0	Образующие диаметры резцов головок			
	двусторонних		трехсторонних	
	наружных d_{oe}	внутренних d_{oi}	наружных d_{oe}	внутренних d_{oi}
160	160,6-163,2	159,4-156,8	162,6-163,2	157,4-156,8
200	200,6-203,6	199,4-196,4	202,6-203,6	197,4-196,4
250	250,6-254,6	249,4-245,4	252,6-254,6	247,4-245,4
320	321,0-326,0	319,0-314,0	322,6-326,0	317,4-314,0
400	401,0-407,0	399,0-393,0	402,6-407,0	397,4-393,0
500	501,0-509,0	499,0-491,0	502,6-509,0	497,4-491,0

резцовых головок (табл. 124). Резцовые головки с номинальным диаметром до 2" изготавливают цельными, а головки с диаметром 3,5" и выше — сборными.

Среди чистовых резцовых головок наиболее распространены головки типа Хардак (рис. 30). Их изготавливают односторонними и двусторонними с номинальными диаметрами: 5; 6; 7 $\frac{1}{2}$; 9; 12 и 16". Точное изготовление корпуса 3, закаленного до твердости HRC 57, резцов 7, регулировочных клиньев 5 с винтами 4 и подкладок 6 обеспечивает идентичность образующих диаметров резцовых головок в пределах 0,254 мм и позволяет сохранить практически неизменными форму и расположение пятна контакта на зубьях обрабатываемых колес при замене головки. Посадку резцовой головки на шпиндель станка осуществляют одновременно на конусное отверстие 10 и торцы 9 с небольшим натягом, который контролируется зором 0,076-0,127 мм между торцами головки и шпинделя в первоначальный момент ее установки. Кольцевая канавка 11 предотвращает износ шпинделя

124. Основные геометрические параметры резцовых головок в дюймовой системе

Номинальный диаметр головки d_0		Параметры обрабатываемых колес, мм		
мм	дюймы	Внешнее конусное расстояние R_e	Наибольшая ширина зубчатого венца b	Наибольшая внешняя высота зуба h_e
12,7	0,5	6-13	5	1,75
27,94	1,1	13-19	6,5	3,5
38,1	1,5	19-25	8	5
50,8	2,0	25-38	11	5
69,85	2,75	32-45	14	6,5
88,9	3,5	38-70	19	9
114,3	4,5	63-76	25	9,5
127	5	65-80	28	9,5
152,4	6	70-89	32	9,5
190,5	7,5	89-102	38	13
228,6	9	102-133	48	14,5
304,8	12	133-190	64	19,5
406,4	16	190-381	89	19,5
457,2	18	190-381	102	19,5
457,2	18	190-381	102	14,5-33,5

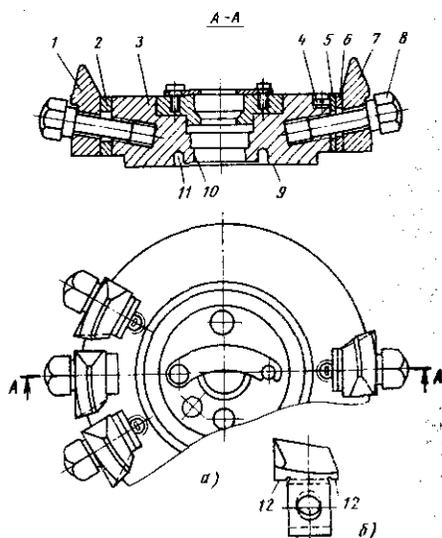


Рис. 30. Чистовая режущая головка типа Хардак: а — общий вид головки; б — резец

и деформацию корпуса головки при установке ее на станок. Резцы закрепляют винтами 8 под углом 10° , благодаря чему обеспечивается плотная посадка обоих буртиков 12 резца на передний торец головки без дополнительного подстукивания по его вершине. Крутящий момент при затяжке резцов головок 5 и 6 равен 35 Н·м, головок 7,5 и 9 — 55 Н·м, головок 12 и 16 — 69 Н·м. Торцовое биение вершин резцов: от резца к резцу 0,05 мм, в пределах одного оборота 0,076 мм. Радиальное биение вершин резцов посередине режущих кромок от резца к резцу 0,0003 мкм.

С помощью регулировочных клиньев 5, изготовленных с отклонением от номинального угла на величину $\pm 0,5$; $\pm 1,0$; $\pm 1,5^\circ$, в головках выдерживаются отклонения угла профиля резцов относительно базового резца 1 с точностью 0,0015 мм на длине режущей кромки. Для повышения точности расположения базового резца в головке вместо регулировочного клина и подкладки в паз устанавливают мастер-подкладку 2, которую изготавливают с высокой точностью.

Для чистового нарезания зубьев колеса полюбокатных конических и гипоидных передач методом копирования применяют резовые головки-протяжки, которые за один оборот обрабатывают одну впадину зубьев колеса. Радиус расположения режущих кромок наружных резцов в протяжке от первого к последнему равномерно возрастает, а радиус

внутренних, наоборот, равномерно уменьшается. Резцовые головки-протяжки типа Формейт изготавливают с номинальными диаметрами 5; 6; 7,5; 9 и 12" со вставными резцами или сегментами, состоящими из двух — четырех резцов. Припуск, снимаемый каждым резцом, одинаков. В зависимости от диаметра резовой головки и качества черного нарезания зубьев он равен 0,02—0,04 мм. Разница в радиусах первого и последнего одноименных резцов равна припуску на сторону зуба 0,2—0,4 мм. Последние два резца в головке являются калибрующими, их высота на 0,05—0,10 мм меньше высоты предшествующих калибрующих. С целью повышения точности обработки калибрующие резцы расположены таким образом, что они вступают в резание после того, как предшествующий закончит обработку. Резцовые головки-протяжки типа Геликсформ изготавливают с номинальными диаметрами 5; 6; 7,5; 9 и 12" со вставными резцами без клиньев и подкладок. Так как в процессе нарезания зубьев кроме вращения требуется еще осевое перемещение резцов, число резцов в головке ограничено. Независимо от номинального диаметра головки имеют по восемь резцов, расположенных с угловым шагом 36° . Припуск, снимаемый резовой головкой за один оборот, составляет 0,2 мм на сторону зуба.

Резцовые головки с острозаточенными резцами (рис. 31) предназначены для нарезания зубьев конических и гипоидных колес. Корпус головки 1 установлен с натягом в массивном кольце 2. В радиальных пазах корпуса устанавливают острозаточенные наружные 3, средние 4 и внутренние 5 резцы, которые закрепляют винтами 6 через прокладки 7. Конструкция острозаточенных резцов значительно упрощена. Их выполняют из прямоугольного бруска без затывлования. Задние углы по вершине и на боковой режущей кромке образуются за счет наклона резца в корпусе головки на угол 12° . Изготовление резцов и их заточку по длине резца осуществляют на профилльно-шлифовальном станке по боковым поверхностям 8 и вершине 9. Переднюю поверхность 10 у наружных и внутренних резцов не затачивают, ее изготавливают в первоначальный момент в заготовке под углом 20° и покрывают износостойким материалом для предотвращения образования дунки и уменьшения трения при сходе стружки с передней поверхности резцов. Резцы в головке в радиальном направлении не регулируют, после изготовления и заточки их устанавливают в корпусе по высоте

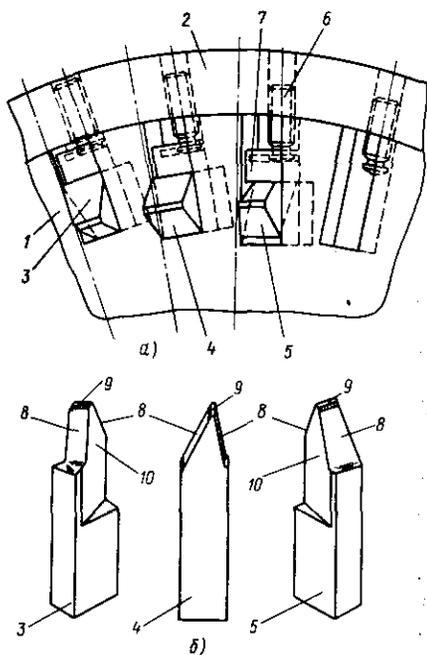


Рис. 31. Схема установки острозаточенных резцов в корпусе (а) и конструкции резцов (б)

до упора. Резцовые головки с острозаточенными резцами изготавливают черновыми и чистовыми. Черновые резцовые головки могут быть двусторонними и трехсторонними (последовательность расположения резцов в последних — наружный, средний, внутренний, средний и т. д.). Чистовые головки изготавливают двусторонними и трехсторонними (последовательность расположения резцов в последних — наружный, внутренний, средний, наружный и т. д.). Увеличение числа наружных и внутренних резцов в чистовых трехсторонних головках позволяет уменьшить шероховатость боковых поверхностей зубьев при нарезании колес из целых заготовок. Радиальное биение режущих кромок чистовых резцов после заточки и сборки не должно превышать 0,0025 мм, черновых — 0,025 мм. Преимущество резцовых головок с острозаточенными резцами по сравнению с затылованными — низкая стоимость и простота изготовления резцов, повышение периода стойкости резцов в 2–5 раза за счет увеличения числа переточек до 40–45, возможность размещения большого числа резцов в головке. Основные геометрические параметры острозаточенных резцовых го-

ловков и число резцов в головках, изготовленных в дюймовой системе, приведены в табл. 125, 126.

125. Основные геометрические параметры острозаточенных резцовых головок

Номинальный диаметр головки d_0		Наибольшая внешняя высота зуба h_v , мм, для резцовых головок			Длина реза [*] , мм
мм	дюймы	черновых	чистовых трехсторонних	чистовых двусторонних	
5	127	12,7	—	12,7	101,6
6	152,4	12,7	14,0	12,7	101,6
7,5	190,5	14,2	17,1	14,2	101,6
9	228,6	14,2	19,7	14,2	101,6
10,5	266,7	19,4	22,9	14,2	101,6
12	304,8	19,4	25,4	19,4	108,0
14	355,6	25,4	28,0	19,4	108,0
16	406,2	25,4	30,5	25,4	123,2
18	457,2	25,4	—	—	123,2

* Допустимая величина стачивания реза 46 мм.

126. Число резцов в головках, изготовленных в дюймовой системе

Номинальный диаметр головки d_0		Чистовые резцовые головки		Черновые резцовые головки				
				острозаточенные	Хардак	Рифлак	Риджак	Вейджак
мм	дюймы	трехсторонние	двусторонние					
5	127	24	24	12	20	12	16	20
6	152,4	30	30	16	24	16	20	24
7,5	190,5	36	36	16	28	20	24	28
9	228,6	39	38	20	32	24	28	32
10,5	266,7	39	38	—	32	—	—	—
12	304,8	45	44	28	36	32	36	—
14	355,6	48	48	—	36	—	—	—
16	406,2	54	54	36	40	40	40	—
18	457,2	—	—	—	44	—	40	—

РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Головки винторезные самооткрывающиеся с круглыми гребенками по ГОСТ 21760–76 обеспечивают нарезание резьбы среднего класса точности. Они предназначены для нарезания

127. Типоразмеры резьбонарезных головок и нарезаемой резьбы

Метрическая резьба	Трубная цилиндрическая резьба	Типоразмер головки
4×0,5; 4×0,7; 4,5×0,5; 5×0,5; 5×0,8; 5,5×0,5; 6×0,5; 6×1; 7×0,5; 7×1; 8×0,5; 8×0,75; 8×1; 8×1,25; 9×0,75; 9×1,25; 10×1,5; 11×1; 12×1; 12×1,25; 12×1,75; 14×0,75; 14×1; 14×1,5; 15×1	—	1К-20; 1К-25; 1КА-25; 1КИ-25А
6×0,75	—	1Е-20; 1К-25; 1КИ-25А; 1КА-25
6×0,75; 6×1; 7×0,5; 7×0,75; 7×1; 8×0,75; 8×1; 8×1,25; 9×0,75; 9×1; 9×1,25; 10×0,75; 10×1; 9×1; 9×1,25; 10×0,75; 10×1; 10×1,25; 10×1,5; 11×0,75; 11×1; 11×1,5; 12×1; 12×1,25; 12×1,5; 12×1,75; 14×0,75; 14×1; 14×1,25; 14×1,5; 14×2	—	2К-25; 2К-30; 2КА-30
9×0,75; 9×1; 9×1,25; 10×0,75; 10×1; 10×1,25; 10×1,5; 11×0,75; 11×1; 11×1,5; 12×1; 12×1,25; 12×1,5; 12×1,75; 14×1; 14×1,5; 18×2,5; 20×1; 20×1,5; 20×2; 20×2,5; 22×1; 22×1,5; 22×2,5; 24×1,5; 24×2; 24×3	1/8"; 3/8"; 5/8"; 1/4"; 1/2";	3К-30; 3К-38; 3КА-30; 3КА-40
12×1; 12×1,25; 12×1,5; 12×1,75; 14×1; 14×1,5; 14×2; 16×1; 16×1,5; 16×2; 18×1; 18×1,5; 18×2,5; 20×1; 20×1,5; 20×2,5; 22×1; 22×1,5; 22×2,5; 24×1,5; 24×2; 24×3; 27×1,5; 27×2; 27×3; 30×1,5; 30×2; 30×2,5; 33×1,5; 33×2; 36×1; 36×2; 36×3; 39×1,5; 39×2; 39×3; 40×1,5; 42×1,5; 42×2; 42×3	1/4"; 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/8"; 1 1/4"; 1 1/2"; 2";	4К-45; 4К-70; 4КА-45; 4КА-70
24×1; 24×1,5; 24×2; 24×3; 27×1; 27×2; 27×3; 30×1; 30×1,5; 30×2; 30×3,5; 33×1; 33×1,5; 33×2; 33×3,5; 35×1,5; 36×1,5; 36×2; 36×3; 36×4; 39×1; 39×2; 39×3; 39×4; 42×1; 42×1,5; 42×2; 42×3; 45×1; 45×1,5; 45×2; 45×3; 48×1; 48×1,5; 48×2; 48×3; 50×1,5; 52×1; 52×1,5; 52×2; 52×3; 56×1; 56×1,5; 56×2; 56×3; 56×4; 60×1; 60×1,5; 60×2; 60×3; 60×4	3/4"; 1"; 1 1/4"; 1 1/2"; 2";	5К-45; 5К-70; 5КА-45; 5КА-70

Примечание. Для каждой из указанных резьбонарезных головок стандартами предусмотрена номенклатура круглых гребенок и кулачков, обеспечивающих использование одного и того же инструмента для группы размеров резьб.

ния наружных метрических и дюймовых резьб с номинальным диаметром 4—60 мм и шагом до 4 мм (табл. 127).

Тип головки и ее размер выбирают в соответствии с применяемым оборудованием:

1К-5К — револьверные, токарные станки;

1КА-5КА — сверлильные станки, автоматы;

1КИ-25А — автоматы 1124, 1136.

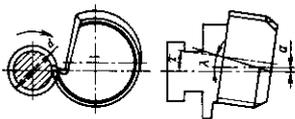
Для невращающихся головок типов 1К-5К и 1КИ для обеспечения нормальных условий работы и получения качественной резьбы величина несовпадения осей шпинделя и гнезда для крепления инструмента в револьверной головке не должна превышать (мм):

1К-20; 1К-25; 1КИ-25А	0,08
2К-25; 2К-30; 3К-30; 3К-38	0,1
4К-45; 4К-70	0,15
5К-45; 5К-70	0,2

При установке вращающихся головок 1КА-5КА допустимое биение по наружному диаметру гребенок не более 0,1 мм.

Круглые гребенки, применяемые на винторезных самооткрывающихся головках, изготавливают из быстрорежущей стали Р18 или Р6М5 (по ГОСТ 21761—76). С целью повышения ресурса работоспособности круглые гребенки изготавливают с износостойким покрытием нитридом титана (TiN).

128. Параметры установки резбонарезных гребенок



Обрабатываемый материал	γ°	Превышение a , мм. при наружном диаметре нарезаемой резьбы d , мм							λ
		До 8	8-10	11-14	16-20	22-27	30-42	45-60	
Алюминий	25								$2^\circ + \tau$
Бронза алюминиевая	20								$1^\circ 30' + \tau$
Медь твердая	25	0,03	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	$2^\circ + \tau$
Сталь конструкционная малоуглеродистая	25								$1^\circ 30' + \tau$
Стали конструкционные легированные и твердые	20	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21	0,25	$1^\circ 30' + \tau$
Инструментальные стали	15	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21	0,25	$30' + \tau$
Чугун	10								$30' + \tau$
Медь мягкая	5	0,1	0,12	0,14	0,30	0,25	0,30	0,33	$2^\circ + \tau$

Примечание. τ — угол подъема винтовой поверхности резьбы.

В зависимости от обрабатываемого материала назначают геометрические параметры: передний угол γ , угол наклона передней поверхности к оси гребенки λ и величину превышения a вершины первого полного витка направляющей части гребенки относительно оси резьбы (определяющую наряду с другими факторами задний угол α) (табл. 128).

Головки резбонарезные самооткрывающиеся с тангенциальными плоскими плашками типов РГТ, С-225 и др. предназначены для нарезания наружных метрических, а также трубных цилиндрических и конических резьб на болто-резных, трубонарезных, токарных, револьверных и других станках. Точность элементов резьбы обеспечивается для метрических резьб в соответствии с полями допусков $6h$, $6g$, $8h$, $8g$ по ГОСТ 16093-81 и для трубной резьбы в пределах классов точности А или В по ГОСТ 6357-81.

Гребенки резбонарезные плоские (тангенциальные) по ГОСТ 2287-61 (рис. 32 и табл. 129) изготавливают двух типов, отличающихся конструкцией крепежных элементов. Каждая

конструкция имеет две разновидности заточки (в случае нарезания резьбы на станках без ходового винта гребенки затачивают по форме I, а для работы на станках с ходовым винтом — по форме II).

Гребенки изготавливают из быстрорежущей стали. При применении высокованадиевых сталей Р9Ф5 и Р14Ф4, обеспечивающих увеличение стойкости в 1,5-2 раза, необходимо шлифование резьбового профиля, а также заточку по передней поверхности и переточку производить эльборовыми шлифовальными кругами. В соответствии с ГОСТ 2287-61 плоские гребенки изготавливают также с износостойким покрытием нитридом титана.

Гребенки всех типов (представляющих собой своеобразные круглые или призматические фасонные резцы) устанавливают так, чтобы их резьбовые вершины находились всегда выше центра детали на некоторую величину a . В результате такой установки между резьбовыми поверхностями нарезаемой детали и профильными поверхностями резьбовых элементов гребенок образуются контактные пло-

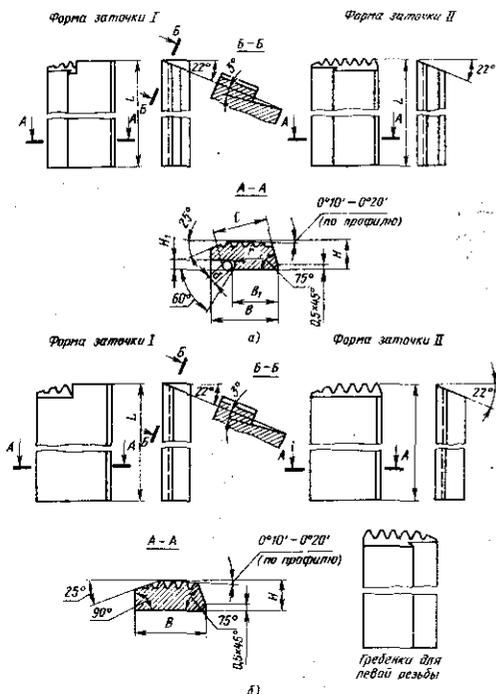


Рис. 32. Резьбонарезные плоские гребенки: а – тип А; б – тип В (размеры см. табл. 129).

шадки как следствие упругой и пластической деформаций материала заготовки. Эти контактные площадки необходимы для обеспечения центрирования и подачи резьбонарезной головки. Чем больше эти контактные площад-

ки, тем надежнее осуществляется процесс самозатягивания, уменьшаются погрешности нарезаемой резьбы. Величина контактных площадок зависит от типа применяемых гребенок. Плоские тангенциальные гребенки имеют наибольшую величину контактных площадок и наиболее надежно обеспечивают самоподачу. Плоские гребенки радиального типа имеют уменьшающуюся (по мере переточек) величину контактных площадок, что ухудшает условия самоцентрирования и самоподачи. Кроме того, эти гребенки допускают малое число переточек. Поэтому резьбонарезные головки с плоскими гребенками практически вышли из употребления. Наименьшая величина контактных площадок у круглых гребенок. Однако они более технологичны, компактны и допускают большое число переточек. Поэтому резьбонарезные головки с круглыми гребенками получили наибольшее распространение.

С целью уменьшения погрешностей шага, профиля, а в некоторых случаях подрезания резьбы с одной стороны профиля, нередко возникающих при нарезании резьбы на средних и тяжелых станках, когда нарезаемая деталь должна в процессе самоподачи увлекать не только винторезную головку, но и тяжелую револьверную головку станка, целесообразно применять простейшее приспособление (рис. 33). Это приспособление, фланцем прикрепляемое к револьверной головке, воспринимает крутящий момент, возникающий при нарезании резьбы, и обеспечивает свободное перемещение резьбонарезной головки вдоль оси нарезаемой детали.

129. Плоские резьбонарезные гребенки к винторезным головкам для нарезания метрической, дюймовой и трубной резьбы по ГОСТ 2287–61 (см. рис. 32)

Размеры, мм

Резьба		H	B	L	H ₁	B ₁	r	l	d ролика	
метрическая, шаг P	число витков на 1"									
1–2	20–10	19; 14	7,5	19,5	40	2,8	12,5	0,3	14,2	3
1–2	20–10	19; 14; 11	9	20	75; 100	3	17	0,3	17,7	2,5
2,5–4	9–6	—	10	25	100	3	17	0,3	17,7	2,5
4–6	6–4	—	16	40	100	5	29	0,5	30,6	4,5
—	—	14; 11	10	25	100	—	—	—	—	—
—	—	19; 14; 11	11	29	100	—	—	—	—	—
—	—	14; 11	11	33	100	—	—	—	—	—
—	—	11	18	48	130	—	—	—	—	—

Примечание. Длина режущей части $l_1 = (h_{1\text{наиб}} + h_{2\text{наим}} + 1)2,15$, где h_1 – высота головки; h_2 – высота ножки винтового гребня.

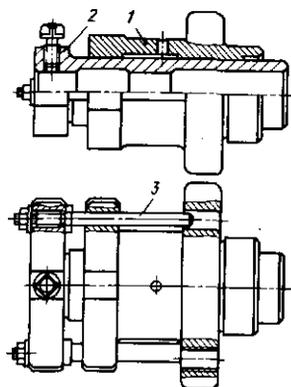


Рис. 33. Приспособление для крепления резьбонарезных головок: 1 — корпус; 2 — пиньоль для крепления резьбонарезных головок; 3 — скалка

При нарезании резьб резьбонарезными головками станок должен отвечать установленным для него нормам точности. Особенно важно соблюдение требований по биению шпинделя и соосности детали и резьбонарезной головки.

Плашки круглые предназначены для нарезания правых и левых метрических резьб диаметром 1–76 мм (табл. 130), правой и левой трубной цилиндрической резьбы от 1/16 до 2" (табл. 131), дюймовой конической резьбы от K 1/16" до K 2" и трубной конической резьбы от R 1/16" до R 2" (табл. 132).

Точность элементов нарезаемой резьбы обеспечивается для метрических резьб в соответствии с полями допусков 6h; 8h/6h; 8h; 6g; 8g по ГОСТ 16093–81, а для трубной резьбы в соответствии с требованиями классов А или В по ГОСТ 6357–81.

Точность элементов наружных конических резьб должна соответствовать ГОСТ 6111–52 и ГОСТ 6211–81.

Плашки круглые изготавливают из стали 9ХС или ХВСГ.

Нарезание резьбы круглыми плашками производят на токарных, револьверных станках, токарных автоматах.

Для образования резьбового профиля на деталях приборов точной механики применяют круглые плашки без стружечных отверстий для метрической резьбы диаметром 0,25–0,9 мм (табл. 133). Эти плашки изготавливают из стали У10А, У11А, У12А.

Метчики применяют для нарезания правых и левых резьб в сквозных и глухих отверстиях.

Ручные метчики комплектные (из двух штук) черновые и чистовые с нешлифованным профилем для нарезания метрической резьбы изготовляют диаметром 4–27 мм по ОСТ 2 И50–73; со шлифованным профилем — диаметром 1–16 мм по ТУ 2-035-775–80.

Машинно-ручные метчики со шлифованным профилем для нарезания метрических (табл. 134–136), трубной и дюймовой (табл. 137) резьб изготовляют по ГОСТ 3266–81.

Допуски на резьбу метчиков для метрической резьбы — по ГОСТ 16925–71, метчиков для дюймовой резьбы — по ГОСТ 7250–60, метчиков для трубной резьбы — по ГОСТ 19090–73.

Резьбы всех размеров в сквозных и глухих отверстиях нарезают машинным способом и вручную (вручную — резьбы с шагом до 3 мм включительно).

Машинно-ручные метчики изготовляют трех видов: одинарные (всех размеров), комплектные (из двух штук) для $d = 1 \div 52$ мм, комплектные (из трех штук) для $d = 24 \div 52$ мм и применяют для нарезания метрической резьбы по ГОСТ 16093–81, трубной резьбы по ГОСТ 6357–81 и дюймовой по ОСТ НКТП 1260.

Машинные метчики для нарезания метрических резьб диаметром 0,25–0,9 мм (табл. 138) изготовляют с цилиндрическим хвостовиком. Их применяют для нарезания резьб в сквозных и глухих отверстиях в деталях приборов точной механики.

Гаечные метчики (табл. 139) со шлифованным профилем резьбы изготовляют следующих степеней точности: Н1, Н2, Н3, Н4 и G1.

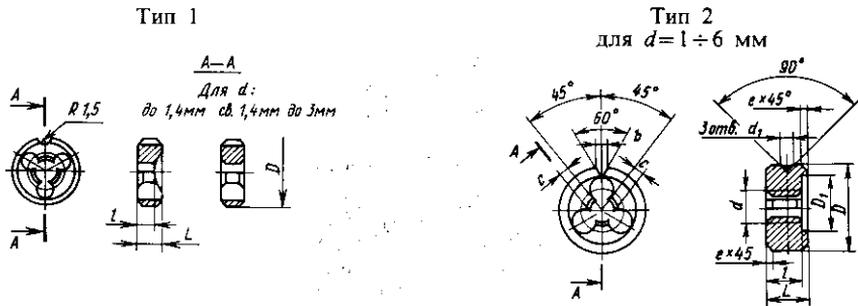
Их применяют для нарезания сквозных резьб и гаек с метрической резьбой по ГОСТ 9150–81 и дюймовой резьбой по ОСТ НКТП 1260 на гайкорезных автоматах и сверлильных станках.

Автоматные гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (табл. 140) применяют для нарезания гаек с метрической резьбой (по ГОСТ 16093–81) и дюймовой резьбой (по ОСТ НКТП 1260) на специальных гайкорезных автоматах 5084, 5085А, 5086А, 5087, 2061, 2062, 2064.

Размеры присоединительных элементов метчиков одного и того же номинального диаметра с мелким и крупным шагом одинаковы. Различие состоит в уменьшенной длине заборной части (тем меньшей, чем меньше шаг резьбы) и уменьшенной длине калибрующей части метчика с мелким шагом. В связи с этим

130. Круглые плашки (по ГОСТ 9740—71) для нарезания метрических резьб

Размеры, мм

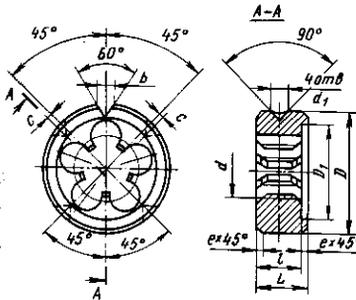


Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P		Тип	D	L	l	D_1	d_1	b	c	
1	2	крупный	мелкий									
1; 1,2	1,1	0,25	0,2	1	12	3	1,5	—	—	—	—	
				2	16	5	2	11	3	3,2	0,5	
—	1,4	0,3		1	12	3	1,5	—	—	—	—	
				2	16	5	2,5 (2)	11	3	3,2	0,5	
1,6	1,8	0,35	0,25	1	12	3	—	—	—	—	—	
				2	16	5	3(2)	11	3	3,2	0,5	
—	2,2	0,45		1	16	3	—	—	—	—	—	
				2	16	5	3(2)	11	3	3,2	0,5	
2,5	—	0,35	0,5	1	16	3	—	—	—	—	—	
				2	16	5	3 (2,5)	11	3	3,2	0,5	
3,0	—			1	16	3	—	—	—	—	—	
				2	20	5	3	15	4	—	—	
—	3,5	0,6	0,5	2	20	5	—	—	—	3,2	0,6	
4,0	—	0,7				5	—	—	—	—	—	—
—	4,5	0,75				7(5)	—	—	4	—	—	—
5,0	—	0,8				7(5)	—	—	—	—	—	—
6,0	—	1,0	0,75; 0,5									

Примечание. Размеры L и l , указанные в скобках, относятся к плашкам с мелким шагом.

Продолжение табл. 130

Тип 3
для d св. 6 до 52 мм



Номинальный диаметр резьбы d для рядов			Шаг резьбы P		D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	3	крупный	мелкий							
—	—	7	1,0	0,75	25	9	—	—	5	4	0,8
			—	0,5		7					
8	—	9	1,25	1,0; 0,75	25	9	—	—	5	4	0,8
			—	0,5		7					
10	—	—	1,5	1,25; 1,0	30	11	—	—	5	4	1,0
			—	0,75		8	24				
			—	0,5		8	—				
—	—	11	(1,5)	1,0	30	11	—	—	5	4	1,0
			—	0,75		8	24				
			—	0,5		8	—				
12	—	—	1,75	—	38	14	—	—	6	5	1,2
			—	1,5; 1,25; 1,0		10	7	30			
—	14	—	2,0	—	38	14	—	—	6	5	1, 2
			—	1,5; 1,25; 1,0		10	7	30			
—	—	15	—	1,5; 1,0	38	—	—	—	—	—	—
16	—	—	2,0	—	45	18	—	—	6	5,3	1,2
			—	1,5		14	—	—			
			—	1,0		14	10	36			
			—	0,75; 0,5		10	7	36			
—	—	17	—	1,5	45	14	—	—	6	5,3	1,2
			—	(1,0)		14	10	36			
20	18	—	2,5	—	45	18	—	—	6	5,3	1,2
			—	2,0; 1,5		14	10	36			
—	—	—	—	1,0	45	14	10	36	—	—	—

Продолжение табл. 130

Номинальный диаметр резьбы d для рядов			Шаг резьбы P		D	L	l	D_1	d_1	b	c	
1	2	3	крупный	мелкий								
20	18	—	—	0,75	45	10	—	—	6	5,3	1,2	
			—	0,5			7	36				
—	22	—	2,5	—	55	22	—	—	8	6,5	1,5	
			—	2,0; 1,5			—	—				
			—	1,0			16	12				45
			—	0,75; 0,5			12	8				45
24	—	—	3,0	—	55	22	—	—	8	6,5	1,5	
			—	2,0; 1,5			16	12				45
			—	1,0			12	8				45
			—	0,75			12	8				45
—	—	25	—	2,0; 1,5	55	16	—	—	8	6,5	1,5	
—	—	(26)	—	(1,0)			12	45				
—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	
—	27	—	3,0	—	65	25	—	—	8	6,5	1,8	
			—	2,0			—	—				
			—	1,5			18	14				—
			—	1,0			—	12				54
			—	0,75			14	10				54
—	—	(28)	—	2,0	65	18	—	—	8	6,5	1,8	
			—	1,5			14	54				
			—	1,0			12	54				
30	—	—	—	2,0	65	25	—	—	8	6,5	1,8	
			—	(3,0)			—	—				
			—	2,0			18	12				—
			—	1,5			14	10				54
			—	1,0			—	—				—
—	—	(32)	—	2,0	65	18	—	—	8	6,5	1,8	
			—	1,5			14	10				54
—	33	—	3,5	(3,0)	65	25	—	—	8	6,5	1,8	
			—	2,0; 1,5			18	—				—
			—	1,0			14	12				54
			—	0,75			14	10				54
—	—	35	—	1,5	65	18	—	—	—	—		
36	—	—	4,0	3,0	65	25	—	—	8	6,5	1,8	
			—	2,0; 1,5			18	—				—
			—	1,0			14	12				54
—	—	38	—	1,5	75	20	16	63	8	7	1,8	

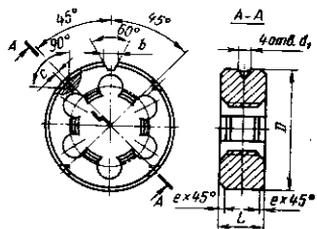
Продолжение табл. 130

Номинальный диаметр резьбы d для рядов			Шаг резьбы P		D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	3	крупный	мелкий							
—	39	—	4,0	3,0	75	30	—	—	8	7	1,8
			—	2,0; 1,5		20					
			—	1,0		16					
—	—	40	—	(3,0)	75	30	—	—	8	7	1,8
			—	(2,0); 1,5		—					
42	—	—	4,5	(4,0); 3,0	75	30	—	—	8	7	1,8
			—	2,0; 1,5		20					
			—	1,0		16					
—	45	—	4,5	(4,0); 3,0	90	36	—	—	8	9	2
			—	2,0; 1,5		22					
			—	1,0		18					
—	—	50	—	(3,0)	90	36	—	—	8	9	2
			—	(2,0); 1,5		22					
48	52	—	5,0	(4,0); 3,0	90	36	—	—	8	9	2
			—	2,0; 1,5		22					
			—	1,0		18					

Примечание. Размеры, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

131. Круглые плашки (по ГОСТ 9740–71) для нарезания трубной цилиндрической резьбы 1/16–2'' (по ГОСТ 6357–81)

Размеры, мм

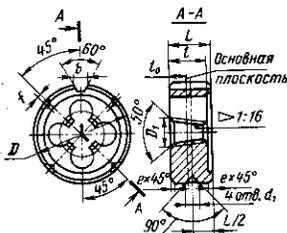


Номинальный диаметр резьбы d , дюймы	Число ниток на 1''	D	L	d_1	b	c
1/16	28	25	9	5	4	0,8
1/8	28	30	8	5	4	1,0
1/4	19	38	10	6	5	1,2
3/8	19	45	14	6	5,3	1,2
1/2	14	45	14	6	5,3	1,2
3/4 (5/8)	14	55	16	8	6,5	1,5
(7/8)	14	65	18	8	6,5	1,8
1	11	65	18	8	6,5	1,8
1 1/4 (1 1/8)	11	75	20	8	7,0	1,8
1 1/2 (1 3/8)	11	90	22	8	9,0	2,0
2 (1 3/4)	11	105	22	10	10	2,5

Примечание. Без скобок приведены диаметры 1-го ряда, которые следует предпочитать диаметрам 2-го ряда, заключенным в скобках.

132. Круглые плашки (по ГОСТ 6228—80) для нарезания дюймовой конической резьбы с углом профиля 60° (по ГОСТ 6111—52) и трубной конической резьбы (по ГОСТ 6211—81)

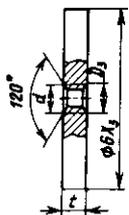
Размеры, мм



Обозначение размера резьбы, дюймы		Число ниток на 1"	D	D ₁	d ₁	L	l ₀	l	b	f	e
дюймовой конической	трубной конической										
	R ¹ / ₁₆	28	30	8,3	5,2	11	8	10	4,0	1,0	
K ¹ / ₁₆		27	25	8,4	5,2	11	4,4		4,0	0,8	
	R ¹ / ₈	28	30	10,4	6,0	11	8	10	5,0	1,0	
K ¹ / ₈		27	30	10,7	6,0	12	4,4		4,0	1,0	1
	R ¹ / ₄	19	38	13,9	6,5	14	8	14	5,3	1,2	
K ¹ / ₄		18	38	14,2	6,5	18	7,2		5,0	1,2	
	R ³ / ₈	19	45	17,4	7,5	18	8,6	15	5,3	1,2	
K ³ / ₈		18	45	17,7	7,5	18	7,2		5,3	1,2	
	R ¹ / ₂	14	55	21,9	7,5	22	10,8	19	6,5	1,5	2
K ¹ / ₂		14	45	22,1	7,5	24	9,1		5,3	1,2	1
	R ³ / ₄	14	55	27,3	8,5	22	10,5	20	6,5	1,5	
K ³ / ₄		14	55	27,4	8,5	24	9,1		6,5	1,5	
	R1	11	65	34,4	10,0	25	13,6	24	6,5	1,8	
K1		11,5	65	34,3	10,0	28	11,8		6,5	1,8	
	R ¹ / ₄	11	75	43,1	11,5	30	13,3	26	7,0	1,8	2
K ¹ / ₄		11,5	75	43,1	11,5	30	11,8		7,0	1,8	
	R ¹ / ₂	11	90	49,0	11,5	36	13,3	26	9,0	2,0	
K ¹ / ₂		11,5	90	49,2	11,5	30	12,4		9,0	2,0	
	R2	11	105	60,9	13,0	36	15,1	31	10	2,5	
K2		11,5	105	61,2	13,0	32	12,4		10	2,0	

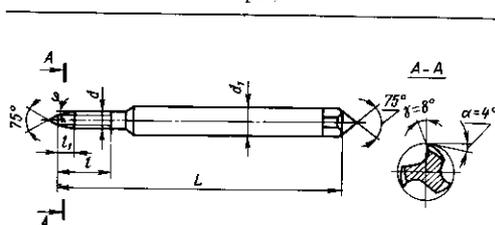
133. Круглые плашки (по ГОСТ 8860-74) для нарезания резьб 0,25-0,9 мм (по ГОСТ 9000-81)

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P	t	D_3	
0,25	0,075	0,3	0,27	
0,30	0,08	0,3	0,32	
0,35	0,09	0,35	0,37	
0,40	0,10	0,35	0,42	
0,45	0,10	0,35	0,47	
0,50	0,125	0,45	0,53	
0,55	0,125	0,45	0,58	
0,60	0,150	0,55	0,65	
0,70	0,175	0,65	0,75	
0,80	0,20	0,75	0,85	
0,90	0,225	0,85	0,95	

134. Короткие метчики с усиленным хвостовиком для метрической резьбы (крупные шаги) (по ГОСТ 3266-81)

Размеры, мм

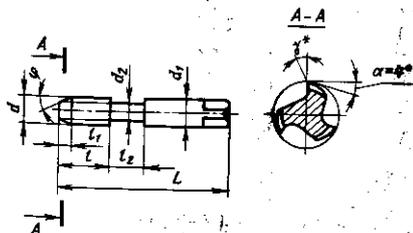


Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P	L	t	l_1 метчиков				
					одинарных для отверстий		комплектных		d_1
1	2			сквозных	глухих	черновых	чистовых		
1,0; 1,2	1,1	0,25	38,5	5,5	0,75	0,5	0,75	0,5	2,5
	1,4	0,30	40	7,0	0,9	0,6	0,9	0,6	2,5
1,6	1,8	0,35	41	8,0	1,0	0,7	1,0	0,7	2,5
2,0		0,40	41	8,0	1,2	0,8	1,2	0,8	2,5
2,5	2,2	0,45	44,5	9,5	1,4	0,9	1,4	0,9	2,8

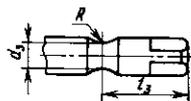
135. Короткие метчики с шейкой для метрической резьбы (крупные шаги) (по ГОСТ 3266-81)

Размеры, мм

Исполнение 1



Исполнение 2
для $d_1 \geq 5$ мм

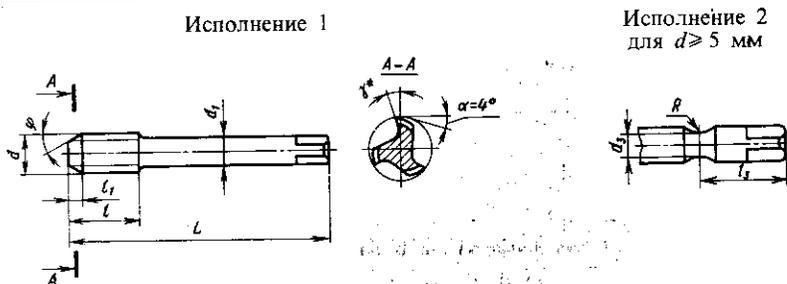


Шаг резьбы P	Номинальный диаметр резьбы d для рядов			L	l	l_1 метчиков				d_1	b_2	Исполнение 2		
						одинарных для от- верстий		комплект- ных				l_3	d_3	R
	1	2	3			сквоз- ных	глу- хих	черно- вых	чисто- вых					
0,5	3	—	—	48	11	1,5	1,0	1,5	10	3,15	7	—	—	—
0,6	—	3,5	—	50	13	1,8	1,2	1,8	1,2	3,55	7	—	—	—
0,7	4	—	—	53	13	4,2	2,1	4,2	1,4	4,0	8	—	—	—
0,75	—	4,5	—	53	13	4,5	2,2	4,5	1,5	4,5	8	—	—	—
0,8	5	—	—	58	16	4,8	2,4	4,8	1,6	5,0	9	13	4,5	4,5
1,0	6	—	—	66	19	6,0	3,0	6,0	2,0	6,3	11	15	5,5	4,5
1,00	—	—	7	66	19	6,0	3,0	6,0	2,0	7,1	11	15	6,0	4,5
1,25	8	—	—	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	8,0	13	16	7,0	4,5
1,25	—	—	9	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	9,0	14	17	8,0	4,5
1,5	10	—	—	80	24	9,0	4,5	9,0	3,0	10,0	15	18	9	4,5

Примечание. Для метчиков с $d < 3,5$ мм $\gamma = 8^\circ$, с $d > 3,5$ мм $\gamma = 10^\circ$

136. Короткие метчики с проходным хвостовиком для метрической резьбы (крупные шаги)
(по ГОСТ 3266—81)

Размеры, мм



Номинальный диаметр резьбы для рядов		Шаг P	L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2	
					одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3
					1	2	сквоз- ных	глу- хих			
3	—	0,5	48; (66)	11	1,5	1,0	1,5	1,0	2,24	—	—
—	3,5	0,6	50	13	1,8	1,2	1,8	—	2,5	—	—
4	—	0,7	53; (78)	13	4,2	2,1	4,2	1,4	3,15	—	—
4,5	—	0,75	53	13	4,5	2,2	4,5	1,5	3,55	—	—
5	—	0,8	58; (79)	16	4,8	2,4	4,8	1,6	4,0	—	—
6	—	1,0	66; (89)	19	4,5	2,2	4,5	1,5	4,5	—	—
—	7,0*	1,0	66; (89)	19	4,5	2,2	4,5	1,5	5,6	14	5,0
8	9,0*	1,25	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	6,3	15	5,5
—	9,0*	1,25	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	7,1	15	6,0
10	—	1,5	80; (108)	24	9,0	4,5	9,0	3,0	8,0	16	7,0; 9,0
—	11*	1,5	80	24	9,0	4,5	9,0	3,0	8,0	16	7,0

Продолжение табл. 136

Номинальный диаметр резьбы для рядов		Шаг P	L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2	
					одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3
					сквозных	глухих	черновых	чистовых			
1	2										
12	—	1,75	89; (119)	29	10,5	5,2	10,5	3,5	9,0	17	8,0
—	14	2,0	95; (127)	30	12,0	6,0	12,0	4,0	11,2	19	10
16	—	2,0	102; (137)	32	12,0	6,0	12,0	4,0	12,5	20	11,0
—	18	2,5	112; (149)	37	15,0	7,5	15,0	5,0	14,0	22	12,0
—	18	0,75	95	20	4,5	2,2	4,5	1,5	14,0	22	12,0
20	—	2,5	112; (149)	37	15	7,5	15	5,0	14,0	22	12,0
—	22	2,5	118; (158)	38	15	7,5	15	5,0	16,0	24	14,0
24	—	3,0	130; (172)	45	18	—	18	6,0	18,0	26	16,0
—	27	3,0	135	45	18	—	18	6,0	20,0	28	18,0
30	—	3,5	138	48	21	—	21	7,0	20,0	28	18
—	33	3,5	151	51	21	—	21	7,0	22,4	32	20
36	—	4,0	162	57	24	—	24	8,0	28	36	25
—	39	4,0	170	60	24	—	24	8,0	28	36	25
42	—	4,5	170	60	27	—	27	9,0	28	36	25
—	45	4,5	187	67	27	—	27	9,0	31,5	40	29
48	—	5,0	187	67	30	—	30	10,0	31,5	40	29
—	52	5,0	200	70	30	—	30	10,0	35,5	45	33

* Диаметры 3-го ряда.

Примечания: 1. В скобках даны размеры метчиков с проходным удлиненным хвостовиком.
2. Для метчиков с $d \leq 3,5$ мм $\gamma = 8^\circ$, с $d \geq 3,5$ мм $\gamma = 10^\circ$.
3. Для метчиков исполнения 2 $R = 4,5$ мм при $d = 7 \div 14$ мм; $R = 6$ мм при $d = 16 \div 52$ мм.

137. Метчики для нарезания грубой и дюймовой резьб (по ГОСТ 3266—81) (см. эскиз в табл. 136)

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы d , дюймы	Шаг резьбы P	Число ниток на 1"	L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2		
					одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3	R
					сквозных	глухих	черновых	чистовых				
$1/8$	0,907	28	80	18	5,5	2,8	5,5	1,8	8,0	16	7	4,5
$1/4$	1,337	19	90	25	8,0	4,0	8,0	2,5	10,0	18	9	
$3/8$			100						14,0	22	12	
$1/2$	1,814	14	135	32	11,0	5,5	11,0	3,6	16,0	24	14	
$5/8$									18,0	26	16	
$3/4$									22,4	32	20	
$7/8$									25,0	34	22	

Продолжение табл. 137

Номинальный диаметр резьбы d , дюймы	Шаг резьбы P	Число ниток на 1"	L	l	l_1 метчиков				d_1	Исполнение 2			
					одинарных для отверстий		комплектных			l_3	d_3	R	
					сквозных	глухих	черновых	чистовых					
1	2,309	11	140	40	14	7,1	14	4,5	28	36	25	6,0	
1 ¹ / ₈													
1 ¹ / ₄			160							31,5	40		29
1 ³ / ₈													
1 ¹ / ₂			195							35,5	45		33
1 ³ / ₄													
2	40,0	48	37										

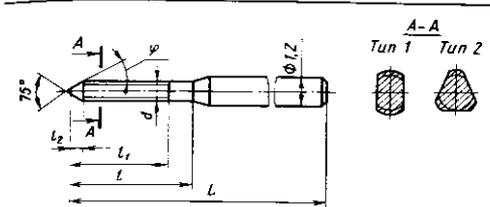
Дюймовая резьба

1/4	1,270	20	65	18	7,6	3,8	7,6	2,5	6,3	15	5,5	4,5
5/16	1,411	18	70	20	8,5	4,2	8,5	2,8	8,0	16	7,0	
3/8	1,588	16	80	25	9,5	4,7	9,5	3,2	10,0	18	9,0	
7/16	1,814	14	85	25	10,8	5,4	10,8	3,6	8,0	16	7,0	
1/2	2,117	12	90	28	12,7	6,3	12,7	4,2	9,0	17	8,0	
9/16	2,117	12	95	30	12,7	6,3	12,7	4,2	11,2	19	10,0	6,0
5/8	2,309	11	100	32	13,8	6,9	13,8	4,6	12,5	20,0	11,0	
3/4	2,540	10	110	36	15,2	7,8	15,2	5,0	14,0	22,0	12,0	
7/8	2,822	9	120	40	16,9	8,4	16,0	5,6	16,0	24	14	
1	3,175	8	130	45	19	—	19	6,3	18,0	26	16	
1 ¹ / ₈	3,629	7	140	50	21,8	—	4,8	7,2	20,0	28	18	
1 ¹ / ₄	3,629	7	150	—	21,8	—	21,8	7,2	22,4	32	20	
1 ³ / ₈	4,233	6	160	—	25,4	—	25,4	8,4	25,0	34	22	
1 ¹ / ₂	4,233	6	170	60	25,4	—	25,4	8,4	28,0	36	25	
1 ⁵ / ₈	5,080	5	170	—	30,5	—	30,5	10,2	28,0	36	25	
1 ³ / ₄	5,080	5	185	—	30,5	—	30,5	10,2	31,5	40	29	
1 ⁷ / ₈	5,644	4,5	185	—	34,0	—	34,0	11,2	31,5	40	29	
2	5,644	4,5	200	70	34,0	—	34,0	11,2	35,5	45	33	

Примечание. Для дюймовой резьбы 1/4—3/8" см. эскиз к табл. 135.

138. Машинные метчики для нарезания метрической резьбы диаметром 0,25–0,9 мм (по ГОСТ 8859–74)

Размеры, мм

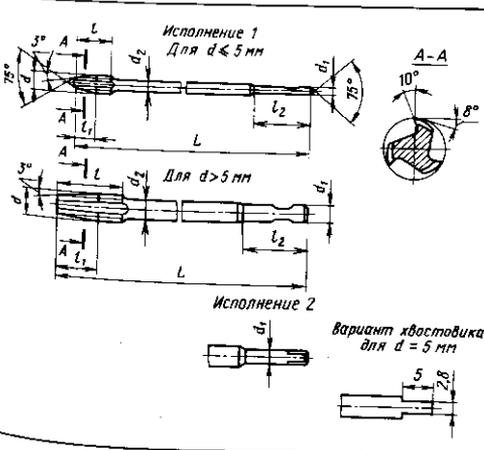


Номинальный диаметр резьбы d	Шаг P	L	l	l_1	l_2 для нарезания отверстий	
					сквозных ($\phi = 14^\circ \pm 1^\circ$)	глухих ($\phi = 23^\circ \pm 1^\circ$)
0,25	0,075	16	2,8	2,5	0,23	0,15
0,3	0,08	16	2,8	2,5	0,24	0,15
0,35	0,09	16	3,0	2,5	0,27	0,16
0,40; 0,45	0,10	16	3,2	2,8	0,3	0,18
0,50; 0,55	0,125	16	4,0	3,2	0,37	0,20
0,60	0,150	20	4,5	3,6	0,44	0,26
0,70	0,175	20	5,8	4,5	0,53	0,30
0,80	0,20	20	6,0	4,8	0,60	0,35
0,90	0,225	20	6,5	5,0	0,70	0,40

Примечание. Метчики изготавливают двух типов: 1) с двугранной заточкой для нарезания резьбы в материалах с σ_B до 588 МПа; 2) с трехгранной заточкой для нарезания резьбы в материалах с σ_B более 588 МПа.

139. Гаечные метчики для нарезания метрических и дюймовых резьб (по ГОСТ 1604–71) (крупные шаги)

Размеры, мм



Продолжение табл. 139

Метчики для метрической резьбы

Номинальный диаметр резьбы d 1-го ряда	Шаг резьбы P	L	l	l_1	l_2	d_1	d_2
3	0,5	70; 120	10	6		2,24	2,24
3,5*	(0,6)	80; 120	12	7		2,5	2,5
4	0,7	90; 160	14	8	20	2,8	2,8
4,5*	(0,75)	100; 160	16	9		3,15	3,3
5	0,8	110; 180	16	10	22	3,55	3,6
6; 7**	1,0	120; 200	20	12	22	4,5	4,5
8; 9**	1,25	140; 220	25	15	25	7,1	7,1
10; 11**	1,50	160; 250	30	18		8,0	8,0
12	1,75	180; 280	36	21	32	9,0	9,3
14*	2,0	180; 280	40	24		10,0	10,0
16	2,0		40	24		12,5	12,9
18*		200; 320				14,0	14,2
20	2,5	220; 360	50	30		16,0	16,2
22*					40	18,0	18,2
24						18,0	19,4
27*	3,0	250; 360	60	36	45	20,0	22,4
30						22,4	24,6
33*	3,5	280; 360	70	40	50	25	28,9
36						28	29,9
39*	4,0	320; 360	80	48	55	31,5	32,9
42	4,5	360; 450	90	54		31,5	35,1
45*	4,5	360; 450	90	54		35,5	38,1
48		400; 500		60	60	35,5	40,4
52	5,0	400	100	48		40,0	45,9

Метчики для дюймовой резьбы

Номинальный диаметр резьбы d , дюймы	Шаг резьбы P	Число витков на 1"	L	l	l_1	d_1
1/4	1,270	20	120; 200	25	15	4,5
5/16	1,411	18	140; 220	28	17	5,6
3/8	1,588	16	160; 250	32	19	7,1
(7/16)	1,814	14	100; 250	36	22	8,0

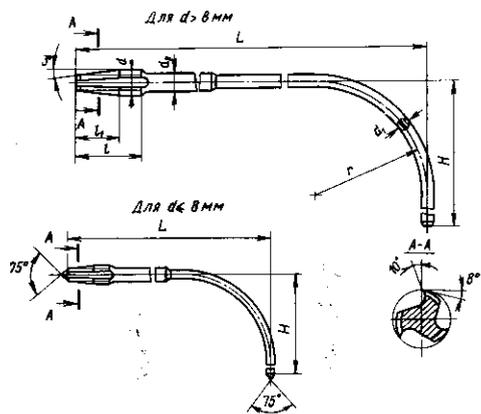
Продолжение табл. 139

Номинальный диаметр резьбы d , дюймы	Шаг резьбы P	Число ниток на 1"	L	l	l_1	d_1
1/2	2,117	12	180; 280	40	25	9,0
9/16	2,117	12	180; 280	40	25	10,0
5/8	2,309	11	200; 320	45	28	12,5
3/4	2,54	10	200; 320	50	32	14,0
1	3,175	8	250; 360	60	38	18,0
1 1/8	3,629	7	280; 360	70	45	22,4
1 1/4	3,629	7	280; 360	70	45	25,0

* Диаметры 2-го ряда.
** Диаметры 3-го ряда.

140. Гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (крупные шаги) (по ГОСТ 6951-71)

Размеры, мм



Номинальный диаметр резьбы d 1-го ряда	Шаг резьбы P	L	l	l_1	d_1	d_2	H	r
3	0,50	135	10	6	2,24	2,24	55	32
		140					25	15
4	0,70	135	14	8	2,8	2,8	55	32
		140					25	15

Метчики для метрической резьбы

3	0,50	135	10	6	2,24	2,24	55	32
		140					25	15
4	0,70	135	14	8	2,8	2,8	55	32
		140					25	15

Продолжение табл. 140

Номинальный диаметр резьбы d 1-го ряда	Шаг резьбы P	L	l	l_1	d_1	d_2	H	r
5	0,8	135	16	10	3,60	3,60	55	32
		140					25	15
6	1,0	135	20	12	4,40	4,40	55	32
		200					45	30
8	1,25	165	25	16	5,50	6,30	80	43
		200					45	30
10	1,50	165	30	18	7,30	8,00	80	43
		200					45	30
12	1,75	250	36	22	9,00	9,30	115	60
		300					60	50
14*	2,00	250	40	25	10,5	10,9	115	60
		300					60	50
16	2,00	250	40	25	12,5	12,9	115	60
		300					60	50
18*	2,5	340	50	30	13,8	14,2	150	95
		300					60	50
20	2,5	340	50	30	15,8	16,2	150	95
		300					100	70
22*	2,5	340	50	30	17,8	18,2	150	95
		420					100	70
24	3,0	340	60	36	19,0	19,4	150	95
		420					100	70
27*	3,0	420	60	36	21,8	22,4	100	70
		420					70	40

Метчики для дюймовой резьбы

1/4"	1,270 (20)	135	25	16	4,4	4,4	55	32
		200					45	30

Продолжение табл. 140

Номинальный диаметр резьбы d_1 -го ряда	Шаг резьбы P	L	l	l_1	d_1	d_2	H	r
5/16"	1,411 (18)	165	28	18	5,2	6,0	80	43
		200						
3/8"	1,588 (16)	165	30	18	6,6	7,4	80	43
		200						
1/2"	2,117 (12)	250	40	25	9,2	9,9	115	60
		300						
5/8"	2,309 (11)	250	45	28	12,0	12,9	115	95
		300						
3/4"	2,540 (10)	340	50	30	14,9	15,7	150	95
		300						
7/8"	2,822 (9)	340	55	36	17,8	18,6	150	95
		420						
1"	3,170 (8)	340	60	36	20,4	21,3	150	95
		420						

* Резьба второго ряда.

Примечание. В скобках дано число витков на 1".

общую длину метчика с мелким шагом также уменьшают (в некоторых случаях по технологическим соображениям оставляют неизменной).

Конические метчики (табл. 141) применяют для нарезания конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° (по ГОСТ 6111-52) и трубной конической резьбы (по ГОСТ 6211-81) на сверлильных и резьбонарезных станках с использованием специальных патронов, позволяющих регулировать величину передаваемого крутящего момента.

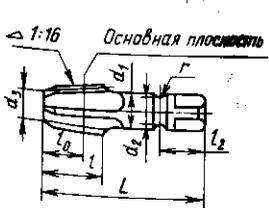
Допуски на резьбу метчиков предусмотрены стандартом на пять элементов — шаг резьбы, половину угла профиля, наружный, средний и внутренний диаметры. Величина допусков должна соответствовать требованиям ГОСТ 16925-71 для метрической, ГОСТ 19090-73 для трубной, ГОСТ 7250-60 для дюймовой резьбы.

Передача крутящего момента осуществляется с помощью лысок или квадратов с размерами по ГОСТ 9523-84.

Ручные метчики всех размеров и машинные для нарезания резьб диаметром 0,25-0,9 мм изготавливают из стали У11А, У12А.

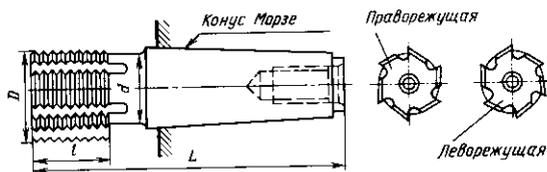
Машинно-ручные и конические метчики диаметром 12 мм и более, а гачные 10 мм и более изготавливают сварными. Рабочую часть изготавливают из быстрорежущей стали по ГОСТ 19265-73 (марка стали Р6М5 как наиболее распространенная не маркируется). Применение стали Р9Ф5 увеличивает стойкость по сравнению с Р18 или Р6М5 в 1,5-2 раза, но при этом требуется заточка и шлифование резьбового профиля эльборовыми кру-

141. Основные размеры, мм, метчиков для конической резьбы (по ГОСТ 6227-80)



Резьба, дюймы	ГОСТ 6111-52						ГОСТ 6211-81						r
	L	l	l_0	l_2	d_1	d_2	L	l	l_0	l_2	d_1	d_2	
1/16	50	16	10	15	6,3	5,5	52	14	10,1	13	5,6	5	4,5
1/8	55	18	11	16	11,2	10	59	15	10	16	8,0	7	
1/4	65	24	15	22	14	12	67	19	15	18	10	9	
3/8	75	26	16	22	14	12	75	21	15,4	20	12,5	11	
1/2	85	30	21	26	18	16	87	26	20,5	24	16	14	6
3/4	95	32	21	32	22,4	20	96	28	21,8	28	20	18	
1	110	40	26	36	28	25	109	33	26	34	25	22	
1 1/4	120	42	27	40	31,5	29	119	36	28,3	40	31,5	29	
1 1/2	140	42	27	45	35,5	33	125	37	28,3	45	35,5	33	
2	140	45	28	52	45	42	140	41	32,7	48	40	37	

142. Основные размеры, мм, гребенчатых резьбовых фрез с коническим хвостовиком (по ГОСТ 1336-77)



D	L	l _{ном}	l при шаге P													d	Конус Морзе
			0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3			
10	92	10	10	10,2	9,8	9,75	9,6	10	10	9	—	—	—	—	10	2	
	98	16	16	16,2	16,1	15,75	16	16	16,25	16,5	—	—	—				
12	94	12	12	12	11,9	12	12	12	12,5	12	12,25	—	—	12			
	102	20	20	19,8	20,3	20,25	20	20	20	19,5	19,25	—	—				
16	98	16	16,0	16,2	16,1	15,75	16	16	16,25	16,5	15,75	16	—	16			
	107	25	25,0	25,2	25,2	24,75	24,8	25	25	25,5	24,5	24	—				
20	102	20	—	—	—	20,25	20	20	20	19,5	19,25	20	20	21	20		
	114	32	—	—	—	32,25	32	32	32,5	31,5	31,5	32,0	32,5	30			
25	127	25	—	—	—	—	—	25	25	25,5	24,5	24	25	24	20		
	142	40	—	—	—	—	—	40	40	40,5	40,25	40	40	39			
32	134	32	—	—	—	—	—	32	32,5	31,5	31,5	32	32,5	30	22		
	152	50	—	—	—	—	—	50	50	49,5	49	50	50	48			

гами. Хвостовики изготавливают из стали 45 или 40X (для гаечных метчиков с изогнутым хвостовиком — из стали марки У7).

Гребенчатые резьбовые фрезы с кольцевым расположением зубьев применяют на резьбофрезерных станках для нарезания коротких наружных и внутренних резьб.

Нарезание резьбы полного профиля на всей требующейся длине производится за $1-1\frac{1}{4}$ оборота заготовки, что наряду с отсутствием обратных ходов обеспечивает увеличение производительности в несколько раз по сравнению с обычным нарезанием резьбы резцами. Фрезы изготавливают из быстрорежущей стали P6M5 или P18 право- и леворежущими с коническим хвостовиком (табл. 142) и насадными (табл. 143).

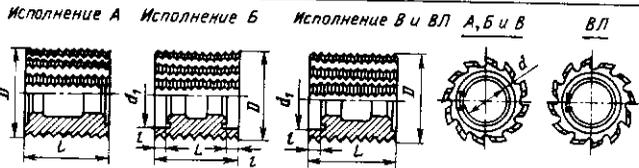
Дисковые резьбовые фрезы (табл. 144) применяют на специальных резьбофрезерных станках для предварительного нарезания трапециевидных наружных резьб с крупным шагом (св. 4 мм). В зависимости от профиля на-

резаемой резьбы фрезы могут иметь симметричный или несимметричный профили. После фрезерования окончательную обработку резьбы выполняют резцом или профильным шлифовальным кругом.

Вихревые головки (рис. 34) применяют на специально приспособленных токарных станках для нарезания одно- и многозаходных винтов и червяков в условиях крупносерийного и массового производства. Диаметр нарезаемой резьбы 20–200 мм. в редких случаях до 1000 мм. Шаг нарезаемой резьбы 4 мм и более. Головка эксцентрично расположена относительно нарезаемой заготовки и оснащена резцами с пластинками из твердого сплава (от 1 до 12). Скорость резания при нарезании 100–450 м/мин, классы точности нарезаемых резьбовых элементов — грубый и средний.

Резьбовые резцы применяют для нарезания наружной и внутренней резьб по профильной (рис. 35, а), генераторной (рис. 35, б) и смешанной профильно-генераторной (рис. 35, в)

143. Основные размеры, мм. насадных гребенчатых резьбовых фрез (по ГОСТ 1336-77)



D	L _{ном}	L при шаге														d	d ₁	z		
		1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0						
32	16	16	15	15														13	16	4
	20	20	19,5	19,5																
	25	25	24	24																
36	20	20	20	19,5	19,25	20												16	22	5
	25	25	25	24	24,5	24														
	32	32	31,25	31,5	31,5	32	30	30												
40	32	32	32,5	31,5	31,5	32	32,5	30										16	22	5
	40	40	40	40,5	40,25	40	40	39												
50	32			31,5	31,5	32	30	30	31,5	32								22	30	6
	40			40,5	40,25	40	40	39	38,5	40										
	50			49,5	49	50	50	48	49	48										
63	40			40,5	40,25	40	40	39	38,5	40	40,5	40						32	42	10
	50			49,5	49	50	50	48	49	48	49,5	50								
	63			63	63	62	62,5	63	63	60	63	60								
80	50			49,5	49	50	50	48	49	48	49,5	50						40	52	
	63			63	63	62	62,5	63	63	60	63	60								
	80			79,5	78,75	80	80	78	77	80	76,5	80								
100	63					62	62,5	63	63	60	63	60	60,5	60				50		
	80					80	80	78	77	80	76,5	80	77	78						
	100					100	100	99	98	100	99	100	99	96						

144. Дисковые резбовые фрезы для трапецидальной резьбы

Размеры, мм

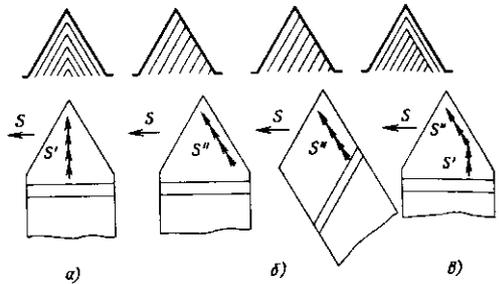
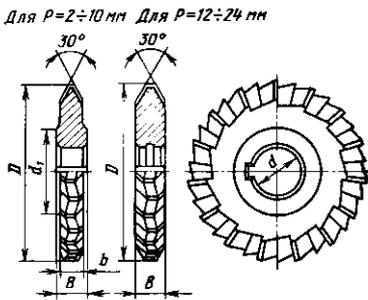
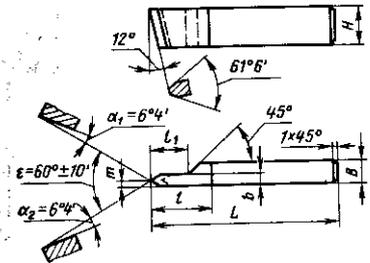


Рис. 35. Схемы резания при резбонарезании: S – осевая подача; S' – радиальная (поперечная) подача; S'' – подача под углом (в направлении образующей профиля резьбы)

Шаг резьбы P	D	b	B	d	d ₁	Глубина фрезерования
2	80	3	5	—	—	1,25
3		3	5	22	40	1,75
4		4	6			2,25
5		5	8			3,0
6		6	10			3,5
8		8	10			4,5
10		10	12			5,5
12		12	14			6,5
16	100	—	14			—
20		—	16	27	—	11,0
24		—	18	—	—	13,0

145. Размеры, мм, резбовых резцов для нарезания наружной метрической резьбы



Наибольший шаг резьбы	B	H	L	l	l ₁	b	m
2	10	16	125	25	15	6	1,5
3	12	20	150	30	20	8	2
4	16	25		35	25	10	2,5

схемам резания. Трапецидальные резьбы нарезают преимущественно по профильной схеме резания, которая менее производительна, чем генераторная, но позволяет получать меньшую шероховатость поверхности резьбы.

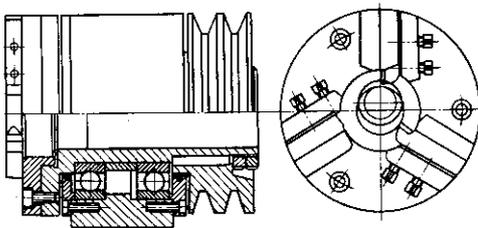


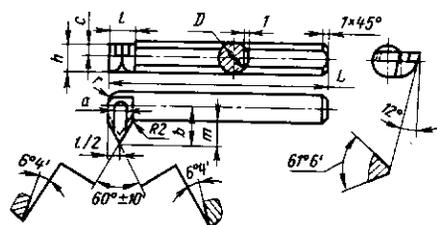
Рис. 34. Вихревая головка для нарезания наружной резьбы

Смешанная схема резания по производительности занимает промежуточное положение между профильной и генераторной при получении хорошего качества поверхности.

Резбовые резцы разделяют на плоские (стержневые) (табл. 145 и 146), призматические (типа призматических фасонных резцов) и круглые (типа круглых фасонных резцов).

Геометрические параметры резбонарезных инструментов. Угол обратного конуса ϕ' на метчиках делают для предотвращения защемления метчика в нарезаемой резьбе. Для образования угла ϕ' наружный, средний и внутренний диаметры резьбы метчика уменьшают по направлению к хвостовой части из расчета на 100 мм длины:

146. Размеры, мм, резбовых резов для нарезания внутренней метрической резьбы



D	L	l	b	h	m
8	140	20	5	6,5	4
10	150			8	
12			6	5	
15	220	25	9		10
20	250	30	14	15	12
25	280	35	18	20	15
30				25	

а) у ручных и машинных метчиков:
для резьбы с шагом $P = 0,2 \div 1$ мм

то же
»
»
»

б) у гасчных и автоматных метчиков:
для резьбы с шагом $P = 0,2 \div 1$ мм

то же
»
»

При нарезании резьбы в легких сплавах величина уменьшения диаметров составляет 0,2–0,3 мм на 100 мм длины.

При нарезании резьбы гребенками различного типа необходимо устанавливать гребенки так, чтобы образовался угол $\phi' = 0^\circ 30' \div 1^\circ$.

Угол наклона режущей кромки λ затачивают на длине заборной части l_1 у метчиков, плашек и гребенок для направления стружки вперед по движению инструмента. Исключением составляют инструменты, предназначен-

147. Задние углы α резбовнарезных инструментов

Инструмент	Задний угол α
Гасчные и машинные метчики	10–12
Ручные метчики	6–8
Метчики для легких сплавов: в сквозных отверстиях	5–8
в глухих	3–4
Круглые плашки	10–12
Тангенциальные гребенки	8–10
Дисковые фрезы	5–8
Гребенчатые фрезы	8–10

148. Передние углы γ резбовнарезных инструментов

Обрабатываемый материал	Метчики	Круглые плашки	Круглые гребенки	Тангенциальные гребенки
Мягкая сталь	12–10	20–25	25	
Сталь средней твердости	8–10	15–20		
Твердая сталь	5	10–12	20	
Чугун и бронза	0–5		10	
Латунь	10	20	25	30
Легкие сплавы	16–25	25	25	30
Автоматная сталь	10		25	
Легированная сталь			25	20
Инструментальная сталь	5	12	15	
Ковкий чугун	8	20	20	

ные для нарезания резьбы в глубоких и глухих отверстиях. Величины задних и передних углов приведены в табл. 147, 148.

У бесканавочных метчиков угол $\lambda = 9 \div 12^\circ$; у круглых плашек и гребенок для резбовнарезных головок $\lambda = 1 \div 2^\circ$.

РЕЗЬБОНАКАТНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Накатывание резьбы применяется для металлов с $\sigma_B \leq 850$ МПа и твердостью до HRC 37.

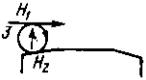
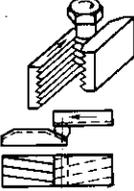
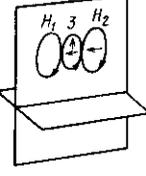
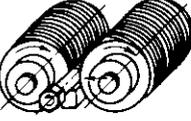
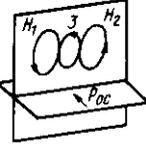
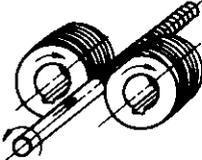
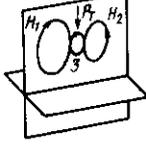
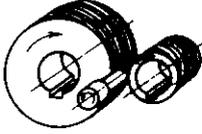
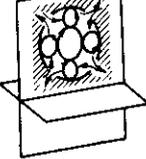
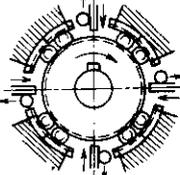
Инструменты для накатывания наружных резьб

Основные способы накатывания резьб, используемые в машиностроении, и области их применения приведены в табл. 149.

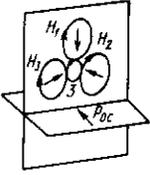
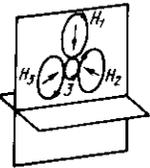
Накатывание плоскими плашками осуществляют на резьбонакатных станках и резьбонакатных автоматах. Плашки работают в комплекте из двух штук: одна плашка неподвижна, а другая совершает возвратно-поступательное движение. Направление угла подъема резьбовых гребней на плашках противоположно направлению накатываемой ими резьбы.

Размеры плашек для накатывания метрических резьб диаметром от 1,6 до 27 мм регламентированы ГОСТ 2248–80 (табл. 150). Размеры плашек для накатывания резьб диаметром менее 1,6 и более 27 мм зависят от типа

149. Способы накатывания наружной резьбы и области их применения

Способ накатывания	Эскиз	Область применения
Плоскими плашками 		Крепежные резьбы диаметром до 35 мм. Резьба на шурупах для дерева и самонарезающих шурупах для металла
Роликами с радиальной подачей роликов на накатываемую деталь 		Метрические резьбы повышенной точности диаметром от 2 до 100 мм
Роликами с осевой подачей накатываемой детали 		Метрические и трапецеидальные резьбы обычной точности при любой длине накатываемой детали
Роликами с тангенциальной подачей накатываемой детали 		Крепежные резьбы диаметром от 1 до 10 мм
Вращающимся роликом и неподвижными сегментами 		Крепежные резьбы диаметром до 10 мм

Продолжение табл. 149

Способ накатывания	Эскиз	Область применения
Тремя роликами с осевой подачей накатываемой детали		Крепежные резьбы диаметром от 4 до 33 мм (используются в резьбонакатных нераскрывающихся головках — плашках)
Тремя роликами с радиальной подачей роликов		Крепежные резьбы диаметром от 2 до 52 мм (используются в резьбонакатных раскрывающихся головках)

Обозначения: H_1, H_2, H_3 — накатной инструмент; $З$ — заготовка; $P_{ос}$ — усилие осевой подачи заготовки; P_T — усилие тангенциальной подачи.

150. Размеры резьбонакатных плашек (по ГОСТ 2248—80) (см. рис. 36)

Диаметры накатываемых резьб	B	H	Длина плашки	
			подвижной L	неподвижной L_1
1,6; 1,8; 2	16; 25	25	60	55
2; 2,2; 2,5; 3,0; 3,5	16; 25; 32		60; 85	55; 78
4; 4,5; 5; 5,5	25; 32; 40		85; 125	78; 110
6; 7	25; 32; 40	25; 32	125; 170	110; 150
8; 9; 10	32; 40; 50	32; 40	170; 220	150; 200
10; 11; 12	50; 63; 80	40; 45	220; 250	200; 230
14; 15; 16; 17; 18	40; 50; 63; 80	45; 50	250; 310	230; 285
18; 20; 22; 24; 25; 26; 27	50; 63; 80; 100	50	310; 400	285; 375

- Примечания: 1. Предельные отклонения длины L , высоты H и ширины B плашек — $h14$.
 2. Разность между размерами B подвижной и неподвижной плашек, входящих в комплект, не должна превышать допуска $IT8$.
 3. Предельные отклонения шага между любыми двумя нитками $\pm 0,03$ на длине 25 мм.
 4. Предельное отклонение направления нитки от теоретического на длине 100 мм не должно превышать $\pm 0,03$ мм.
 5. Допускаемое отклонение от параллельности между плоскостью, проходящей через вершины резьбы, и опорной поверхностью на всей ширине плашки не должно превышать 0,02 мм; на длине до 170 мм — 0,03 мм; на длине св. 170 до 250 мм — 0,05 мм; на длине св. 250 до 400 мм — 0,07 мм.

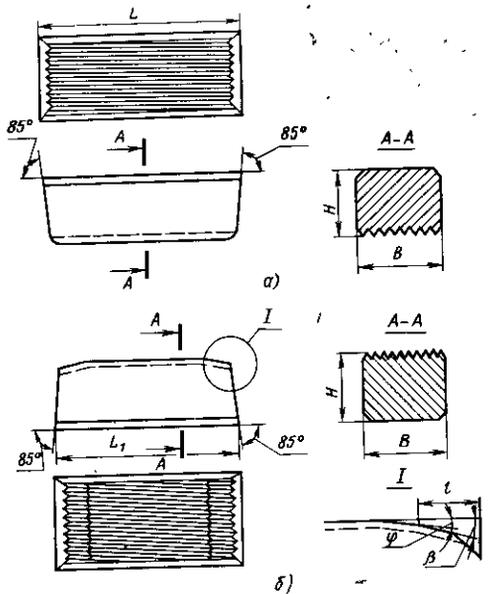


Рис. 36. Резьбонакатные плашки

станка и определяются в каждом конкретном случае.

Резьбонакатные плоские плашки при накатывании резьб на изделиях с $\sigma_B \leq 600$ МПа изготовляют из сталей X12M, X6BФ, X12Ф1 (допускается марку X12M не маркировать). При накатывании резьб на изделиях с $\sigma_B \leq 850$ МПа плашки изготовляют из стали 6Х6В3МФС. Твердость резьбонакатных плашек HRC 57–60.

Плоские резьбонакатные плашки обеспечивают получение на изделии резьбы 6-й степени точности по ГОСТ 16093–81.

Основным элементом, определяющим процесс формирования резьбы при накатывании плашками, является заборная часть.

На подвижной плашке (рис. 36, а) для резьб с шагом до 1 мм нитки по всей длине фрезеруют параллельно основанию; для резьб с шагом 1,25 мм и более заборную часть шлифуют сверху под углом $\varphi = 0^\circ 7' \div 0^\circ 21'$.

На неподвижной плашке (рис. 36, б) нитки на заборной части фрезеруют по всему профилю под углами $\beta = 3^\circ$ и $\varphi = 0^\circ$ для резьб с шагом $P \leq 1,0$ мм и под углами $\beta = 5^\circ$ и $\varphi = 0^\circ 7' \div 0^\circ 22'$ для резьбы с шагом св. 1,0 мм.

С целью лучшего захвата заготовок на заборной части плашек l , начиная с шага резьбы 1,25 мм, делают поперечные канавки с шагом 3–4 мм и глубиной 0,3–0,4 мм.

Режимы накатывания резьбы плашками.

Среднюю скорость накатывания (м/мин) и частоту вращения заготовки (об/мин) рассчитывают по формулам

$$v = \frac{2ln}{1000}; n_1 = \frac{L_n n}{\pi d_2},$$

где L_n — длина неподвижной плашки, мм; d_2 — средний диаметр накатываемой резьбы, мм; l — путь ползуна с плашкой, мм; n — число двойных ходов в минуту.

Усилия накатывания плоскими плашками: радиальная составляющая (нормальная к профилю резьбы)

$$P_R = 0,72 \frac{l_P H_1}{P \cos \alpha/2 \cos \omega} \sqrt{(2r - H_1)} (HB + 22);$$

тангенциальная составляющая (по образующей профиля)

$$P_T = (0,15 \div 0,18) P_R,$$

где l_P — длина накатываемой резьбы, мм; H_1 — высота профиля; r — радиус заготовки в мм; P — шаг резьбы, мм; α — угол профиля резьбы; ω — угол подъема винтовой поверхности резьбы; HB — твердость материала по Бринеллю; t_B — глубина резьбы, мм.

Накатывание роликами с радиальной подачей роликов применяют для метрических резьб диаметром 3–68 мм с шагом 0,5–6,0 мм. Накатывание производят на резьбонакатных станках комплектами резьбонакатных роликов, состоящих из двух штук. Оси роликов параллельны оси накатываемой заготовки, которая свободно вращается и перемещается в радиальном направлении одним из роликов.

Резьба роликов: для правых резьб — левая многозаходная, для левых резьб — правая многозаходная. Число заходов колеблется от 2 до 52; большее число заходов соответствует меньшим диаметрам резьб и меньшим шагам.

Размеры роликов и допускаемые отклонения элементов профиля регламентированы ГОСТ 9539–72.

По ГОСТ 9539–72 предусмотрено изготовление резьбонакатных роликов двух точностей: 1 — ролики повышенной точности; 2 — ролики нормальной точности.

Размеры роликов (рис. 37) колеблются в пределах, мм: $D_{нар} = 75 \div 207$; $B = 25 \div 125$; $d = 45 \div 100$.

Ролики точности 1 обеспечивают получение на изделиях резьбы с полем допуска не ниже 4h, ролики точности 2 — с полем допуска не ниже 6h по ГОСТ 16093–81.

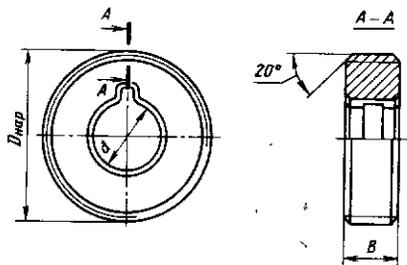


Рис. 37. Резьбонакатные ролики

Допускаемые отклонения параметров накатных роликов приведены в табл. 151.

Резьбонакатные ролики изготавливают из стали марок Х12М, Х6ВФ, Х12Ф1 для изделий с твердостью *HV* 160–200; из стали 6Х6В3МФС – для изделий с *HV* 370–400.

При накатывании резьбы диаметром менее 3 мм применяют специальные накладные головки к резьбонакатным станкам.

Режимы накатывания роликами. Радиальные подачи могут быть выбраны по табл. 152; число оборотов, которое делает заготовка за время профилирования резьбы, приведено в табл. 153.

Скорость накатывания зависит от материала накатываемой детали: для латуни 100–120; мягкой стали 80–100; стали средней твердости 40–60; твердой стали 15–20; титановых сплавов 12–14 м/мин.

Силы накатывания метрической резьбы рассчитывают по формулам

$$P_R = 3,5 \sqrt{\frac{\sigma_T^3}{E} \frac{D_n}{D_n + d_1} - d_1} \left(a + \frac{d_{заг} - d_1}{\cos \alpha/2} \right) K;$$

$$P_T = 0,08 P_R,$$

где P_R – радиальная сила, Н; σ_T – предел текучести металла в момент накатывания, МПа; D_n – наружный диаметр ролика, мм; E – модуль продольной упругости металла, МПа; d_1 – внутренний диаметр накатываемой резьбы, мм; a – ширина впадины резьбы, мм; $d_{заг}$ – диаметр заготовки, мм; α – угол

151. Допускаемые отклонения (мм) параметров резьбонакатных роликов

Параметры	Допускаемые отклонения для роликов точности	
	1	2
Шаг между двумя любыми нитками на длине 25 мм для P , мм:		
до 1,5	$\pm 0,015$	$\pm 0,025$
св. 1,5	$\pm 0,020$	$\pm 0,030$
Наружный диаметр	$\pm 0,500$	$\pm 0,500$
Конусность по среднему диаметру для B , мм:		
до 50	0,030	0,060
св. 50	0,040	0,060
Биение среднего и наружного диаметров резьбы относительно оси отверстия	0,030	0,080
Биение торцов относительно оси отверстия на диаметре 100 мм	0,020	0,030
Разность наружного диаметра двух роликов в комплекте	0,040	0,200
Разность среднего диаметра двух роликов в комплекте	0,040	0,150
Половина угла профиля резьбы для P , мм:		
до 0,6	$\pm 40'$	$\pm 55'$
св. 0,6 до 0,75	$\pm 35'$	$\pm 50'$
» 0,75 » 1,00	$\pm 30'$	$\pm 45'$
» 1,00 » 1,50	$\pm 25'$	$\pm 40'$
» 1,50	$\pm 20'$	$\pm 30'$

152. Радиальные подачи при накатывании резьбы роликами

Шаг резьбы, мм	Материал накатываемой заготовки					
	Алюминий	Бронза, латунь	Сталь с σ_B , МПа			
			400	500	700	900
Радиальные подачи S , мм/об заготовки						
0,2–0,5	0,03	0,02–0,1	0,02–0,1	0,02–0,1	0,02–0,07	0,02
0,5–0,8	0,05	0,03–0,16	0,03–0,15	0,025–0,12	0,02–0,07	0,02
1,0	0,085	0,06–0,15	0,06–0,15	0,06–0,1	0,035–0,09	0,025
1,5–1,75	0,1	0,08–0,17	0,08–0,17	0,08–0,15	0,05–0,12	0,035
2–3	0,1	0,1–0,2	0,1–0,25	0,1–0,25	0,05–0,17	0,045

153. Число оборотов заготовки за время профилирования резьбы

Шаг резьбы, мм	Материал заготовки				
	Алюминий	Бронза, латунь, магниевая сталь	Сталь с σ_B , МПа		
			500—700	700—900	900
1,0—1,5	4—6	6—8	10—12	14—18	20—30
1,75—3	6—8	8—10	14—18	20—30	30—40

профиля резьбы, n° ; K — число накатываемых ниток резьбы; P_t — тангенциальная сила, создающая момент вращения заготовки вокруг оси, Н.

Накатывание резьбы резьбонакатными головками производят на токарно-винторезных, сверлильных, болторезных станках и токарных автоматах.

Наибольшее распространение получили серийно выпускаемые раскрывающиеся резьбонакатные головки осевого типа модели ВНГН (вращающиеся) для накатывания наружных остроугольных резьб и резьбонакатные головки модели ВНГН-трап для накатывания наружных трапецидальных резьб.

Помимо этих головок применяют резьбонакатные невращающиеся головки типа НГН, а также головки других конструкций, предназначенные для накатывания одно- и многозаходных правых и левых резьб на сплошных и полых заготовках.

Головки работают по принципу самозатягивания, т. е. поступательное движение головки обеспечивается сцеплением резьбы роликов с резьбой изделия. Принудительную подачу рекомендуется применять только до момента захвата заготовки накатными роликами. Резьба роликов кольцевая.

Резьбонакатные ролики имеют заборную и калибрующую части. Комплект роликов данного шага резьбы накатывает резьбу любого диаметра в пределах диапазона диаметров данной головки. Ролики в комплекте отличаются порядковым номером, определяющим величину смещения резьбы от торца ролика, которая изменяется у каждого последующего ролика на величину, равную шагу резьбы, деленному на число роликов в комплекте. Это смещение необходимо для образования непрерывной винтовой линии на накатываемой детали.

Для накатывания левой резьбы необходимо иметь специальные корпуса головок

154. Резьбонакатные головки

Типоразмер головки	Обозначение резьбы	D_n , мм	
ВНГН-2	M4	18,3	
	M5	19,5	
	M6, M7	18,4	
	M8 × 0,75; M9 × 0,75; M10 × 0,75; M11 × 0,75	40,4	
	M12 × 0,75; M14 × 0,75; M16 × 0,75	36,2	
	M8 × 1; M9 × 1; M10 × 1; M11 × 1; M12 × 1	40,0	
	ВНГН-3М; ВНГН-3М левая	M14 × 1; M15 × 1; M16 × 1	36,0
		M8; M9; M12 × 1,25	40,3
		M10; M11; M12 × 1,5	40,9
		M14 × 1,5; M16 × 1,5	35,9
M12		39,9	
M14; M16		36,9	
ВНГН-4М; ВНГН-4М левая	M16 × 1; M18 × 1; M20 × 1; M22 × 1	69,9	
	M16 × 1,5; M18 × 1,5; M20 × 1,5; M22 × 1,5	69,8	
	M24 × 1,5; M27 × 1,5	63,0	
	M16 M24 × 2; M27 × 2 M18; M20; M22 M24; M27	71,3 64,8 69,7 64,6	
ВНГН-5А; ВНГН-5АМ;	M30 × 1,5; M33 × 1,5	90,0	
	M35 × 1,5; M36 × 1,5; M39 × 1,5	89,0	
ВНГН-5А левая; ВНГН-5АМ левая	M30 × 2; M33 × 2	94,0	
	M36 × 3; M39 × 3	89,0	
	M42 × 3; M45 × 3	83,0	
	M48 × 3; M52 × 3	77,0	
	Tr 34 × 3;	90,3	
	Tr 36 × 3		
	Tr 42 × 3;	82,4	
Tr 30 × 3;	94,3		
Tr 32 × 3			

Продолжение табл. 154

Типоразмер головки	Обозначение резьбы	D_{II} , мм
ВНГН-5Б; ВНГН-5БМ; ВНГН-5БМ левая; ВНГН-5Б левая	Tr 30 × 3;	94,5
	Tr 32 × 3	89,2
	M36 × 3;	
	M39 × 3	
	M30: M33	95,9
	M36: M39	90,5
	M42: M45	85,0
	M48: M52	80,0
ВНГН-трап. 1; ВНГН-трап. 1М; ВНГН-трап. 1 левая; ВНГН-трап. 1М левая	Tr 22 × 5; Tr 24 × 5	87,5
ВНГН-трап. 2	Tr 26 × 5; Tr 28 × 5	100,3
ВНГН-трап. 2М; ВНГН-трап. 2 левая; ВНГН-трап. 2М левая	Tr 30 × 6; Tr 32 × 6 Tr 34 × 6	99,4
ВНГН-трап. 3	Tr 36 × 6; Tr 38 × 6	93,4
ВНГН-трап. 3М; ВНГН-трап. 3 левая; ВНГН-трап. 3М левая	Tr 40 × 6; Tr 42 × 6	89,4
ВНГН-трап. 4М ВНГН-трап. 4М левая	Tr 16 × 4; Tr 20 × 4	67,8

с обратным (по сравнению с правой резьбой) расположением наклона отверстий под оси роликов.

Нераскрывающиеся нерегулируемые головки отличаются от регулируемых отсутствием ряда деталей, обеспечивающих регулирование положения роликов, т. е. более простой конструкцией.

Для обеспечения продольной подачи головки вдоль оси детали и предотвращения искажения профиля накатываемой резьбы оси роликов повернуты относительно оси детали на угол β , приблизительно равный углу подъема резьбы.

$$\beta \approx \omega = \arctg \frac{P}{\pi d_2},$$

где P — шаг резьбы, мм; d_2 — средний диаметр резьбы, мм.

В зависимости от диаметра, шага и вида резьбы выбирают типоразмер головки (табл. 154, D_{II} — диаметр накатного ролика).

Диаметр заготовки под накатывание приблизительно равен среднему диаметру резьбы. Ориентировочные величины диаметров заготовок для метрических резьб приведены в табл. 155.

Для резьб с крупным шагом и высокопластичных материалов диаметр заготовки выбирают ближе к максимальному размеру (см. табл. 155). Для заготовок из материала с относительным удлинением $\delta > 50\%$ диаметр стержня под накатывание может превышать максимальный размер.

Ориентировочный диаметр заготовки под накатывание трапецидальных резьб рассчитывают по формуле

$$d_{зар} = \sqrt{\frac{1}{2}(d^2 + d_1^2)},$$

где d — наружный диаметр резьбы; d_1 — внутренний диаметр резьбы.

155. Диаметр заготовки под накатывание метрической резьбы

$d \times P$	$d_{зар}$	$d \times P$	$d_{зар}$	$d \times P$	$d_{зар}$	$d \times P$	$d_{зар}$
4 × 0,7	3,523—3,433	11 × 1	10,324—10,212	18 × 1,5	16,99—16,85	33 × 1,5	31,99—31,84
5 × 0,8	4,456—4,361	11 × 0,75	10,491—10,391	18 × 1	17,32—17,21	36 × 4	33,34—33,12
6 × 1	5,324—5,212	12 × 1,75	10,83—10,68	20 × 1,5	18,99—18,85	36 × 3	34,00—33,80
7 × 1	6,324—6,212	12 × 1,5	10,99—10,85	20 × 1	19,32—19,21	36 × 1,5	34,99—34,86
8 × 1,25	7,160—7,042	12 × 1,25	11,16—11,04	22 × 1,5	20,99—20,85	39 × 4	36,34—36,12
8 × 1	7,324—7,212	12 × 1	11,32—11,21	22 × 1	21,324—21,212	39 × 3	37,00—36,80
8 × 0,75	7,491—7,391	14 × 2	12,66—12,50	24 × 2	22,66—22,49	39 × 1,5	37,99—37,86
9 × 1,25	8,160—8,042	14 × 1,5	12,99—12,85	27 × 2	25,66—25,49	42 × 4,5	39,01—38,78
9 × 1	8,324—8,212	14 × 1	13,32—13,21	30 × 3,5	27,67—27,46	45 × 4,5	42,01—41,78
9 × 0,75	8,491—8,391	16 × 2	14,66—14,50	30 × 2	28,66—28,49	48 × 5	44,68—44,43
10 × 1,5	8,994—8,862	16 × 1,5	14,99—14,85	30 × 1,5	28,99—28,84	48 × 3	46,00—45,80
10 × 1	9,324—9,212	16 × 1	15,32—15,21	33 × 3,5	30,67—30,46	52 × 5	48,68—48,43
11 × 1,5	9,994—9,862	16 × 0,75	15,491—15,391	33 × 2	31,66—31,49	52 × 3	50,00—49,80

156. Режимы накатывания метрических резьб резьбонакатными головками

Материал обрабатываемой детали	Твердость <i>HV</i>	Параметры*	Резьба					
			4 × 0,7	6 × 1	8 × 1,25	10 × 1,5	12 × 1,75	16 × 2
Конструкционная сталь	260	<i>v</i>	25,1	37,7	50,3	62,8	47,1	50,3
		<i>t₀</i>	0,029	0,030	0,032	0,033	0,055	0,080
Коррозионно-стойкая сталь	260	<i>N_c</i>	0,89	1,91	3,18	4,76	4,49	5,08
		<i>T</i>	3540 (10 700)	1615 (6460)	2190 (6000)	1390 (5000)	1110 (4440)	1010 (4040)
Конструкционная сталь	160	<i>v</i>	25,1	37,7	50,3	62,8	60,3	50,3
		<i>t₀</i>	0,029	0,030	0,032	0,033	0,043	0,080
Коррозионно-стойкая сталь	160	<i>N_c</i>	0,81	1,74	2,90	4,36	4,88	4,65
		<i>T</i>	8080 (10 700)	3760 (7500)	5120 (6000)	3300 (5000)	2650 (5360)	2450 (7500)
Материал обрабатываемой детали	Твердость <i>HV</i>	Параметры*	Резьба					
			20 × 2,5	24 × 3	30 × 3,5	36 × 4	42 × 4,5	48 × 5
Конструкционная сталь	160	<i>v</i>	62,8	47,5	47,1	45,1	33,0	30,2
		<i>t₀</i>	0,080	0,127	0,171	0,286	0,373	0,480
Коррозионно-стойкая сталь	160	<i>N_c</i>	4,89	4,43	5,13	4,42	4,62	4,69
		<i>T</i>	6000 (6000)	8000 (8000)	8570 (8570)	9380 (9380)	5060 (13 300)	1970 (7880)
Конструкционная сталь	180	<i>v</i>	50,2	47,5	37,7	35,6	33,0	30,2
		<i>t₀</i>	0,100	0,127	0,214	0,286	0,373	0,480
Коррозионно-стойкая сталь	180	<i>N_c</i>	4,39	4,99	4,62	4,99	5,20	5,27
		<i>T</i>	6000 (6000)	7900 (7900)	8910 (10 700)	3940 (11 900)	1320 (5280)	460 (1840)
Конструкционная сталь	200	<i>v</i>	50,3	37,7	37,7	28,3	26,4	24,1
		<i>t₀</i>	0,100	0,160	0,214	0,360	0,467	0,600
Коррозионно-стойкая сталь	200	<i>N_c</i>	4,89	4,39	5,13	4,40	4,62	4,69
		<i>T</i>	7500 (7500)	7930 (7930)	2900 (10 700)	1400 (5600)	430 (1720)	135 (540)
Конструкционная сталь	160	<i>v</i>	62,8	60,3	47,1	45,2	33,0	30,1
		<i>t₀</i>	0,080	0,100	0,171	0,225	0,373	0,480
Коррозионно-стойкая сталь	160	<i>N_c</i>	4,47	5,15	4,69	5,15	4,22	4,27
		<i>T</i>	6000 (6000)	6250 (6250)	8570 (8570)	9380 (9380)	11 900 (13 330)	3890 (12000)
Конструкционная сталь	180	<i>v</i>	62,8	47,5	47,1	35,6	33,0	30,2
		<i>t₀</i>	0,080	0,127	0,171	0,286	0,373	0,480
Коррозионно-стойкая сталь	180	<i>N_c</i>	5,03	4,56	5,27	4,56	4,75	4,83
		<i>T</i>	6000 (6000)	7900 (7900)	8570 (8570)	9430 (11 900)	3320 (13 320)	1210 (4840)
Конструкционная сталь	200	<i>v</i>	50,3	47,5	37,7	35,6	26,4	24,1
		<i>t₀</i>	0,100	0,127	0,214	0,286	0,467	0,600
Коррозионно-стойкая сталь	200	<i>N_c</i>	4,47	5,07	4,69	5,07	4,24	4,28
		<i>T</i>	7500 (7500)	8000 (8000)	7050 (10 700)	2960 (11 840)	1150 (4600)	300 (1200)

* *v* — в м/мин; *t₀* — в мин; *N_c* — в кВт; *T* — стойкость, мин.

Примечания: 1. При накатывании резьб на легированных сталях рекомендуемые скорости накатывания отличаются от указанных в таблице не более чем на 20%.

2. В скобках указана стойкость накатных роликов, изготовленных из стали 6ХВБЗСМФ.

Для метрических и трапецидальных резьб окончательный диаметр заготовки $d_{\text{заг}}$ определяется пробным накатыванием.

На конце заготовок на длине 2–2,5 шага накатываемой резьбы следует делать фаску под углом 10° к оси заготовки.

При эксплуатации головок не следует допускать обкатывания наружного диаметра резьбы изделия, так как это приводит к поломке роликов.

Рекомендуемые скорости накатывания v , потребляемая мощность N_e и основное время t_0 при длине резьбы $l_0 = 10d$ при накатывании на станках 16К20 и подобных моделях приведены в табл. 156. Накатывание производится резьбонакатными головками с тремя накатными роликами из стали Х12М (охлаждение сульфорефрезолом).

В случае применения станков повышенной мощности или станков с автоматическим циклом работы скорость накатывания может быть повышена до 70–80 м/мин для мелких

метрических резьб и до 25 м/мин для крупных метрических и трапецидальных резьб. Это не оказывает существенного влияния на стойкость роликов за исключением накатывания крупных трапецидальных резьб на аустенитных коррозионно-стойких сталях. Стойкость роликов снижается в 2–3 раза, если при накатывании предусмотрено свинчивание головки с готовой резьбы.

Инструменты для накатывания внутренних резьб

Накатывание внутренних резьб диаметром от 1 до 36 мм осуществляется бесстружечными метчиками, а большего диаметра – накатными головками. Резьбы диаметром 100 мм и более вначале нарезают резцом или фрезой и в подготовленное таким образом отверстие ввинчивают головку для накатывания резьбы.

157. Метчики бесстружечные машинно-ручные (крупные шаги) по ГОСТ 18839–73
Размеры, мм

Исполнение 1 Для d св. 10 мм А-А	Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P	L	l	l_1 метчиков для отверстий		d_1	d_3	l_3
	1	2				сквозных	глухих			
	1	1,1; 1,2*	0,25	36	6	1,5	0,75	2,24	—	4,5
	1,6	1,4 1,8	0,3 0,35	40	7	1,8	0,9	2,24	—	5
	2	2	0,40	40	8	2,1	1,0	2,24	—	5,5
	2,5	2,2	0,45	45	10	2,4	1,2	2,5	—	6,0
	3,0	(3,5)	0,5	48	12	2,7	1,35	2,8	—	7,0
	4,0	4,5	0,6 0,7	50 52	12	3,0 3,6	1,5 1,8	3,15 3,55	2,12 2,5	7,0 8,0
	5,0		0,75	52	10	4,2	2,1	4,0	2,8	8,0
	6,0		0,8	55	10	4,5	2,2	4,5	3,15	8,0
	7*		1,0	65	12	4,8	2,4	5,0	3,55	9,0
	8		1,0	65	12	6,0	3,0	6,3	4,5	11,0
	9*		1,0	65	12	6,0	3,0	7,1	5,3	11,0
	10		1,25	70	15	7,5	3,8	8,0	6,0	13,0
	11*		(1,25)	70	15	7,5	3,8	9,0	7,1	14,0
	12		1,5	80	18	9,0	4,5	10,0	7,5	15,0
	14		(1,5)	70	18	9,0	4,5	8	—	—
	16		1,75	90	20	10,5	5,2	9	—	—
	14		2	95	24	12,0	6,0	11,2	—	—
	16		2	100	24	12,0	6,0	12,5	—	—

* Диаметры 3-го ряда.

- Примечания: 1. Для обработки резьб диаметром св. 16 до 36 мм бесстружечные машинно-ручные метчики изготавливают только с мелкими шагами: 2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5 мм.
2. Линейные размеры в зависимости от диаметра и шага колеблются: $L = 80 \div 140$ и $l = 8 \div 24$.
3. Метчики, размеры которых указаны в скобках, применять не рекомендуется.
4. Для сквозных отверстий $\phi = 4^\circ 30'$; для глухих отверстий $\phi = 9^\circ$.

Бесстружечные машинно-ручные метчики изготавливают по ГОСТ 18839-73 (табл. 157), бесстружечные гаечные – по ГОСТ 18840-73 (табл. 158), бесстружечные гаечные с изогнутым хвостовиком – по ГОСТ 18841-73 (табл. 159). Бесстружечные метчики применяют для получения резьб в отверстиях с твердостью стенок $HV \leq 140$.

Бесстружечные метчики для глухих отверстий применяют в том случае, если при

обработке резьб в отверстиях допускается увеличенный сбеги резьбы по сравнению с указанным в ГОСТ 10549-80.

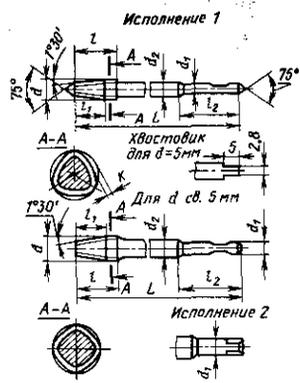
Метчики изготавливают из быстрорежущей стали одинарными для сквозных и глухих отверстий. Машинно-ручные метчики диаметром более 12 мм и гаечные более 10 мм изготавливают сварными.

Размеры квадратов и лысок – по ГОСТ 9523-84.

158. Метчики бесстружечные гаечные (крупные шаги) по ГОСТ 18840-73

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы d для рядов		Шаг резьбы P	L	l	l_1	l_2	d_1	d_2
1	2							
3		0,5	70; 120	10	7	20	2,24	2,24
	3,5	(0,6)	80; 120	12,0	7		2,5	2,5
4		0,7	90; 160	14	10	16	2,8	2,8
	4,5	(0,75)	100; 160		11		3,15	3,30
5		0,8	110; 180		12	22	3,55	3,6
6		1,0	120; 200	20	15		4,5	4,5
	7*						5,6	5,6
8		1,25	140; 220	25	18	25	6,3	6,3
	9*	(1,25)					7,1	7,1
10		1,50	160; 250	30	22	32	8,0	8,0
	11*	(1,50)					9,0	9,0
12		1,75	180; 280	36	26	40	10	9,3
	14	2,0						
16		2,0	200; 320	40	29	40	12,5	12,9



* Диаметры 3-го ряда.

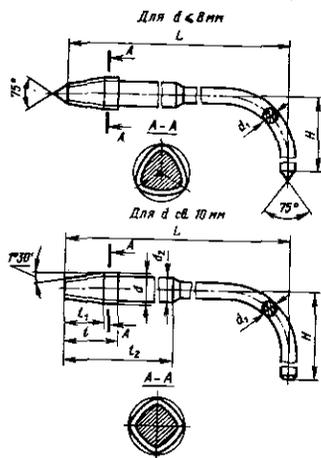
Примечания: 1. Для обработки резьб диаметром св. 16 до 36 мм бесстружечные гаечные метчики изготавливают только с мелкими шагами: 2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5 мм.

2. Линейные размеры в зависимости от диаметра и шага колеблются: $L = 200 \div 360$ мм и $l = 16 \div 40$ мм.

3. Метчики, шаг резьбы которых указан в скобках, применять не рекомендуется.

159. Метчики бесстружечные гаечные с изогнутым хвостовиком (крупные шаги) по ГОСТ 18841-73

Размеры, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P	L	H	l	l_1	l_2	d_1	d_2
3	0,5	135	55	10	7	—	2,24	—
		140	25					
4	0,7	135	55	14	10	—	2,8	—
		140	25					
5	0,8	135	55	16	12	—	3,6	—
		140	25					
6	1,0	135	55	20	15	—	4,4	—
		200	45					
8	1,25	165	80	25	18	100	5,5	6,3
		200	45			150		
10	1,50	165	80	30	22	100	7,3	8,0
		200	45			150		
12	1,75	250	115	36	26	160	9,0	9,3
		300	60			240		
(14)	2,0	250	115	40	29	160	10,5	10,9
		300	60			240		
16	2,0	250	115	40	29	160	12,5	12,9
		300	60			240		

Примечания: 1. Для обработки резьб диаметром св. 16 до 36 мм бесстружечные гаечные метчики с изогнутым хвостовиком изготавливают только с мелкими шагами: 2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5 мм.

2. Линейные размеры в зависимости от диаметра резьбы и шага колеблются: $L = 300 \div 420$, $H = 60 \div 100$ и $l = 20 \div 40$ мм.

3. В скобках приведен диаметр 2-го ряда.

160. Условия накатывания резьб бесстружечными метчиками

Обрабатываемый материал	Скорость рез- бовыдавливания, м/мин	Смазывающе-охлаждающие жидкости
Алюминий и его сплавы	22–30	В31 (по ВТУ НП № 131–65); олеиновая кислота; сульфофрезол
Медь	15–22	В32-К (по ВТУ НП № 193–65); В31 (по ВТУ НП № 131–65); сульфофрезол
Латунь	10–15	В296 (по ВТУ НП № 192–65); сульфофрезол
Сталь	8–10	В35 (по ВТУ НП № 192–65); В32-К (по ВТУ НП № 193–65); олеиновая кислота; сульфофрезол

Бесстружечные метчики для метрической резьбы изготавливают следующих степеней точности: Н1, Н2, Н3, Н4, G1, G2.

Допуски на резьбу метчиков должны соответствовать ГОСТ 18843–73.

В зависимости от степени точности накатываемой резьбы выбирают метчики с определенной степенью точности:

Степень точности накатываемой резьбы	4Н5Н	5Н6Н	6Н	6Н и 7Н	6G	6G и 7G
Степень точности метчика	Н1	Н2	Н3	Н4	G1	G2

Указанные степени точности резьбы могут быть получены на станках, отвечающих нормам точности и жесткости, с применением патронов, обеспечивающих самоустанавливание метчика по оси отверстия.

Диаметр отверстия под раскатывание расчитывают по формуле

$$d_{\text{рас}} = \sqrt{d_0^2 \left(0,5 - \frac{0,3849d_0}{P} + \frac{0,57735d_2}{P} \right) + d_1^2 \left(0,5 + \frac{0,3849d_1}{P} - \frac{0,57735d_2}{P} \right)}$$

где d_0 – наружный диаметр метчиков, мм; d_1 – внутренний диаметр накатываемой резьбы, мм; d_2 – средний диаметр накатываемой резьбы, мм; P – шаг резьбы, мм.

Расчитанный диаметр отверстия под накатку резьбы можно принять как ориентировочный. Более точные значения диаметров, рекомендуемые в соответствии с задаваемой степенью точности резьбы (4Н5Н, 5Н6Н, 6Н,

7Н, 6G, 7G), указаны в прил. 1 к ГОСТ 18844–73.

Рекомендуемые условия накатывания резьб приведены в табл. 160.

АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Режущий инструмент, рабочая часть которого содержит классифицированные частицы абразивного материала, называют *абразивным*. Измельченный, обогащенный и классифицированный абразивный материал, твердость которого превышает твердость обрабатываемого материала и который способен в измельченном состоянии осуществлять обработку резанием, называют *шлифовальным*. В зависимости от вида используемого шлифовального материала различают алмазные, эльборовые, электрокорундовые, карбидкремниевые и другие абразивные инструменты.

Шлифовальные материалы и области их применения

Сведения о выпускаемых шлифовальных материалах и области их применения приведены ниже.

Нормальный электрокорунд: 13А – для абразивного инструмента на органической связке; 14А – для абразивного инструмента на керамической и органической связках, шлифовальной шкурки, для обработки свободным зерном; 15А – для абразивного инструмента на керамической связке, в том числе прецизионного классов АА, А, шлифовальной шкурки.

Белый электрокорунд: 23А, 24А – для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном; 25А – для

абразивного инструмента на керамической связке. в том числе прецизионного инструмента классов АА, А.

Хромистый электрокорунд: 33А — для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном; 34А — для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки, прецизионного инструмента классов АА, А.

Титанистый электрокорунд 37А — для инструментов на керамической связке для обработки сталей.

Циркониевый электрокорунд 38А — инструменты для обдирочного шлифования.

Сфорокорунд ЭС — для инструментов на различных связках для обработки мягких и вязких материалов: цветных металлов, резины, пластмассы, кожи и др.

Техническое стекло 71Г — изготавливают шлифовальную шкурку для обработки дерева.

Корунд 92Е — изготавливают инструменты и микропорошки для полирования деталей из стекла и металлов.

Кремень 81 Кр — изготавливают шлифовальную шкурку для обработки дерева, кожи, эбонита.

Наждак — для обработки свободным зерном, для мельничных жерновов.

Гранат — для обработки дерева, кожи, пластмасс шлифовальной шкуркой; для обработки стекла свободным зерном.

Монокорунд: 43А, 44А — для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки и др.; 45А — для абразивного прецизионного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки.

Черный карбид кремния: 53С, 54С, 55С — для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном.

Зеленый карбид кремния: 63С, 64С — для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном.

Карбид бора — изготавливают порошки и пасты для доводочных операций.

Кубический нитрид бора (эльбор): ЛО, ЛП — для абразивного инструмента на органической, керамической и металлокерамической связках, шлифовальной шкурки, абразивных паст; ЛВМ, ЛПМ — для микрошлифпорошков с высоким и повышенным содержанием основной фракции для абразивных паст.

Природный алмаз: А8 — для бурового и правящих инструментов, инструментов для камнеобработки; А5 — изготавливают абразивные ин-

струменты для кругов на металлической связке, дисковых пил и инструментов на гальванической связке; А3 — для абразивного инструмента на металлической связке; А1, А2 — для абразивных инструментов на металлической связке, предназначенных для шлифования технического стекла, керамики, камня, бетона; АМ — для инструментов, паст и суспензий для доводки и полирования деталей машин и приборов из закаленных сталей, стекла, полупроводниковых и других материалов; АМ5 — изготавливают пасты и суспензии для сверхтонкой доводки и полирования; АН — для инструментов, паст и суспензий для доводки и полирования твердых, сверхтвердых труднообрабатываемых материалов, корунда, керамики, алмазов, драгоценных камней.

Синтетический алмаз: АС2 — для инструментов на органических связках, применяемых на чистовых и доводочных операциях при обработке твердого сплава и сталей; АС4 — для инструментов на органических и керамических связках, применяемых для шлифования твердых сплавов, керамических и других хрупких материалов; АС6 — для инструментов на металлических связках, применяемых для работы при повышенных нагрузках; АС15 — для инструментов на металлических связках, применяемых для работы в тяжелых условиях при резке и обработке стекла, шлифовании и полировании камня, резке и обработке железобетона; АС20; АС32 — для инструментов на металлических связках при работе в тяжелых условиях при бурении, резке камня, хонинговании, алмазной правке шлифовальных кругов карандашами; АС50 — для инструментов, применяемых для работы в особо тяжелых условиях при бурении пород IX—XII категории буримости, резке гранитов, обработке керамики, кварцевого стекла, корунда и др.; АРВ1 — для инструментов, применяемых для хонингования чугунов, резки стеклопластиков; АРС3 — для инструментов, применяемых для работы в особо тяжелых условиях при бурении, правке шлифовальных кругов, камнеобработке и в стройиндустрии; АСМ — для инструментов, паст и суспензий, применяемых для доводки и полирования деталей машин и приборов из закаленных сталей, сплавов, керамики, стекла, полупроводниковых материалов; АСН — для инструментов, паст и суспензий с повышенной абразивной способностью; АСМ5, АСМ1 — для паст и суспензий, применяемых для сверхтонкой доводки и полирования деталей радиотехнической и электронной промышленности.

Алмазные шлифпорошки в зависимости от вида сырья, из которого они изготовлены, обозначают буквенными индексами по ГОСТ 9206—80: А — из природных алмазов; АС — из синтетических алмазов; АР — из синтетических поликристаллических алмазов.

Микрпорошки и субмикрпорошки из природных алмазов обозначают буквенными индексами АМ, из синтетических алмазов — АСМ.

При обозначении микрпорошков из природных и синтетических алмазов повышенной абразивной способности индекс М заменяют на индекс Н, т. е. АН, АСН.

Шлифпорошки из синтетических поликристаллических алмазов типа «баллас» (В), «карбонадо» (К) или «спеки» (С) обозначают соответственно АРВ, АРК, АРС в зависимости от типа поликристаллического алмаза.

Помимо буквенных обозначений добавляют цифровые индексы:

в шлифпорошках из природных алмазов цифровой индекс соответствует десяткам процентов содержания зерен изометричной формы, например: А1, А2, А3, А5, А8;

в шлифпорошках из синтетических алмазов цифровой индекс соответствует среднеарифметическому значению показателей нагрузки при сжатии единичных зерен всех зернистостей данной марки, выраженному в ньютонах, например: АС2, АС4, АС6, АС15, АС20, АС32, АС50;

в шлифпорошках из синтетических поликристаллических алмазов индекс соответствует среднеарифметическому значению показателей нагрузки на сжатие единичных зерен всех зернистостей данной марки, выраженному в сотых долях ньютонов;

в субмикрпорошках цифровой индекс означает долю зерен крупной фракции в процентах, например: АМ5, АСМ5, АМ1, АСМ1.

Основная характеристика алмазных порошков по ГОСТ 9206—80 приведена ниже.

Шлифпорошки из природных алмазов, получаемые дроблением, содержат зерна изометричной формы, не менее:

А1 — 10%; А2 — 20%; А3 — 30%; А5 — 50%; А8 — 80%.

Шлифпорошки из синтетических алмазов: АС2 — повышенная хрупкость; зерна представлены преимущественно агрегатами с развитой режущей поверхностью;

АС4 — зерна представлены агрегатами и сrostками;

АС6 — зерна представлены в основном по-

врежденными кристаллами, обломками и сrostками;

АС15 — алмазы, представленные в основном целыми кристаллами и их обломками и сrostками, обладающими высокими прочностными свойствами с коэффициентом формы зерен не более 1,6;

АС20 — алмазы, представленные целыми кристаллами и их обломками и сrostками, обладающие повышенными прочностными свойствами, с коэффициентом формы зерен не более 1,5;

АС32 — алмазы, представленные в основном целыми кристаллами и их обломками, обладающие повышенной прочностью с коэффициентом формы зерен не более 1,3;

АС50 — алмазы, представленные в основном хорошо ограниченными целыми кристаллами и их обломками, обладающие повышенной прочностью с коэффициентом формы зерен не более 1,18.

Шлифпорошки из синтетических поликристаллических алмазов:

АРВ1 — алмазы, получаемые путем дробления синтетических алмазов типа «баллас»;

АРК4 — алмазы, получаемые путем дробления алмазов типа «карбонадо»;

АРС3 — алмазы, получаемые дроблением алмазов типа «спеки».

Коэффициент формы зерен представляет отношение длины проекции зерна к ширине проекции. Изометричным считается зерно, у которого коэффициент формы не превышает 1,3.

Показатель прочности шлифпорошков из синтетических алмазов определяют по величине статической нагрузки, вызывающей разрушение алмазного зерна, помещенного между двумя параллельными пластинами из твердого сплава К20 или из корунда по ГОСТ 22029—76. Пластины по мере разрушения их поверхности заменяют новыми или перешлифуют. Средний показатель прочности порошка определяют по результатам последовательного разрушения 50 зерен.

Шлифовальные зерна из электрокорунда и карбида кремния проверяют на разрушаемость, под которой понимают безразмерную величину, равную отношению массы разрушенных абразивных зерен к общей массе зерен, испытываемых в шаровой мельнице при соблюдении определенных заданных условий испытания. Нормы разрушаемости шлифматериалов зернистостью 25 высшей категории качества следующие: электрокорунд — 52—53%, карбид кремния — 47%.

Зернистость и зерновой состав шлифовальных материалов

Шлифовальные материалы из искусственных и природных абразивных материалов делят на группы в зависимости от размера зерен. ГОСТ 3647—80 устанавливает четыре группы шлифовальных материалов: шлифзерно (2000—160 мкм); шлифпорошки (125—40 мкм); микрошлифпорошки (63—14 мкм) и тонкие микрошлифпорошки (10—3 мкм).

Совокупность абразивных зерен шлифовального материала в установленном интервале размеров называют фракцией. Фракцию, преобладающую по массе, объему или числу зерен, называют основной.

Цифровое обозначение зернистости в зависимости от процентного содержания основной фракции дополняют буквенным индексом в соответствии с табл. 161.

161. Минимальное содержание основной фракции шлифовальных материалов, %

Индекс	Зернистость				
	200—8	6—4	M63—M28	M20—M14	M10—M5
В	—	—	60	60	55
П	55	55	50	50	45
Н	45	40	45	40	40
Д	41	—	43	39	39

Пример обозначения шлифзерна зернистостью 40 с разным содержанием основной фракции с индексами П, Н, Д следующий: 40-П; 40-Н; 40-Д.

Помимо основной фракции, шлифовальный материал содержит зерна, размеры которых могут отличаться от установленного интервала размеров зерен основной фракции. Различают предельную, крупную, основную, комплексную и мелкую фракции.

Характеристику конкретной совокупности абразивных зерен, выраженную размерами зерен основной фракции, называют *зернистостью*. В зависимости от группы материалов приняты следующие обозначения зернистости:

а) шлифзерна и шлифпорошков — как 0,1 размера стороны ячейки сита в свету в мкм, на котором задерживаются зерна основной фракции. Например: 40, 25, 16 (соответственно 400, 250, 160 мкм);

б) микрошлифпорошков — по верхнему пределу размера зерен основной фракции с до-

бавлением индекса М. Например, М40, М28, М10 (соответственно 40, 28, 10 мкм);

в) алмазных шлифпорошков — дробью, числитель которой соответствует размеру стороны ячейки верхнего сита, а знаменатель — размеру стороны ячейки нижнего сита основной фракции. Например: 400/250; 400/315; 160/100; 160/125;

162. Зерновой состав алмазных шлифпорошков

Зернистость		Массовая доля зерен, %			
Широкий диапазон	Узкий диапазон	крупной фракций, не более		основной фракции, не менее	
		Широкий диапазон	Узкий диапазон	Широкий диапазон	Узкий диапазон
2500/1600	2500/2000 2000/1600	8		90	
1600/1000	1600/1250 1250/1000	8		90	
1000/630	1000/800	8	8	90	90
	800/630		10		80
630/400	630/500	10	10	80	80
	500/400		10		80
400/250	400/315	10	10	80	80
	315/250		10		80
250/160	250/200	10	10	80	80
	200/160		12		80
160/100	160/125	12	12	75	80
	125/100		12		80
100/63	100/80	13	12	75	75
	80/63		13		75
63/40	63/50	15	13	75	75
	50/40		15		75

г) алмазных микропорошков и субмикропорошков — дробью, числитель которой соответствует наибольшему, а знаменатель — наименьшему размеру зерен основной фракции. Например: 40/28; 28/20; 10/7;

д) шлифзерна и шлифпорошков эльбора — в зависимости от метода контроля. При ситовом методе контроля — размер ячеек сита. Например, Л20, Л16, Л10. При микроскопическом методе контроля — дробью, аналогично алмазным шлифзерну и шлифпорошкам, например, 250/200; 200/160; 125/100.

Требования к зерновому составу шлифовальных материалов приведены в ГОСТ 3647—80, для алмазных порошков общего назначения — в ГОСТ 9206—80, для эльбора в зерне — в ОСТ 2-МТ 79-2—75.

Зерновой состав алмазных шлифпорошков должен соответствовать определенным нормам (табл. 162).

Шлифовальные материалы изготавливаются зернистостей, указанных в табл. 163—165.

163. Размеры шлифзерна и шлифпорошков, мкм

Зерни- стость	Размер стороны ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции		Зерни- стость	Размер стороны ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции	
	прохо- дят че- рез сито	задержи- ваются на сите		прохо- дят че- рез сито	задержи- ваются на сите
200	2500	2000	25	315	250
160	2000	1600	20	250	200
125	1600	1250	16	200	160
100	1250	1000	12	160	125
80	1000	800	10	125	100
63	800	630	8	100	80
50	630	500	6	80	63
40	500	400	5	63	50
32	400	315	4	50	40

164. Размеры микрошлифпорошков и тонких микрошлифпорошков, мкм

Зерни- стость	Размер зерен основной фракции	Зерни- стость	Размер зерен основной фракции
M63	63—50	M14	14—10
M50	50—40	M10	10—7
M40	40—28	M7	7—5
M28	28—20	M5	5—3
M20	20—14		

165. Размеры эльборовых шлифзерен и шлифпорошков, мкм

Зернистость при ситовом методе контроля	Размер стороны ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции	
	проходят через сито	задерживаются на сите
Л20	250	200
Л16	200	160
Л12	160	125
Л10	125	100
Л8	100	80
Л6	80	63
Л5	63	50
Л4	50	40

Процентное содержание в алмазных шлифпорошках крупной фракции по массе не должно превышать 0,1%, а мелкой фракции — не более 2%. Для марок А1, А2, А3, АС2, АС4, АС6 зернистостью 400/315 и мельче основной фракции должно быть не менее 70%, крупной — не более 15%.

При обозначении шлифпорошков указывают марку шлифовального материала и его зернистость. Примеры условного обозначения алмазных порошков:

из синтетических алмазов:

Шлифпорошок АС6 160/125 ГОСТ 9206—80

Микропорошок АСН 40/28 ГОСТ 9206—80

Субмикропорошок АСМ5 0,5/0,1 ГОСТ 9206—80

из синтетических поликристаллических алмазов:

Шлифпорошок АРС3 160/125 ГОСТ 9206—80.

В табл. 166 приведены области применения абразивных, эльборных и алмазных инструментов различной зернистости.

Связка абразивных инструментов. Твердость

Вещество или совокупность веществ, применяемых для закрепления зерен шлифовального материала и наполнителя в абразивном инструменте, называют *связкой*. Наполнитель в связке предназначен для придания инструменту необходимых физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств. Связка влияет на геометрию рельефа рабочей поверхности инструмента, износ абразивного инструмента и параметры шероховатости обработанной поверхности.

166. Области применения абразивных инструментов различной зернистости

Зернистость инструментов		Область применения
абразивных	алмазных	
— M40—M5	$\frac{1}{0}$ 40/28—5/3	Для доводки особо точных деталей. Окончательная доводка деталей с точностью 3—5 мкм и параметром шероховатости $Ra=0,16 \div 0,02$ мкм. Суперфиниширование, окончательное хонингование. Резьбошлифование с мелким шагом
8; 6	63/50—50/40	Чистовое и тонкое шлифование деталей из твердых сплавов, металлов, стекла и других неметаллических материалов. Доводка режущего инструмента. Резьбошлифование с мелким шагом резьбы. Чистовое хонингование
12; 10	125/100—80/63	Отделочное шлифование деталей с параметром шероховатости $Ra=0,63 \div 0,16$ мкм. Чистовое алмазное шлифование, заточка режущих инструментов. Предварительное хонингование
25; 20; 16	200/160—125/100	Чистовое шлифование деталей, заточка режущих инструментов, предварительное алмазное шлифование, профильное шлифование с параметром шероховатости $Ra=1,25 \div 0,16$ мкм. Шлифование хрупких материалов
40; 32	315/250—250/200	Предварительное и чистовое шлифование деталей с параметром шероховатости поверхности $Ra=2,5 \div 0,32$ мкм. Заточка режущих инструментов
50; 63	—	Предварительное круглое наружное, внутреннее, бесцентровое и плоское шлифование с параметром шероховатости поверхности $Ra=2,5 \div 0,63$ мкм. Отделка металлов и неметаллических материалов. Шлифование вязких материалов. Заточка крупных и средних резцов. Отрезка. Правка инструмента
125; 100; 80	—	Правка шлифовальных кругов. Ручное обдирочное шлифование заготовок после литья,ковки,штамповки,прокатки и сварки

Области применения связок абразивных инструментов приведены ниже.

Керамические связки (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K8, K10) — для всех основных видов шлифования, кроме прорезки узких пазов, обдирочных работ на подвесных станках; K2, K3 — для инструмента из карбида кремния; K2 — для мелкозернистого инструмента; K1, K5, K8 — для инструмента из электрокорунда.

Бакелитовые связки (Б, Б1, Б2, Б3, Б4, БУ, Б156, БП2) — круги с упрочненными элементами для шлифования при скоростях круга 65, 80 и 100 м/с; кругов для скоростного обдирочного шлифования, обдирочного шлифования на подвесных станках и вручную, плоского шлифования торцом круга; отрезки и прорезки пазов; заточки режущих инструментов; для

шлифования прерывистых поверхностей; мелкозернистые круги для отделочного шлифования; алмазные и эльборовые круги; бруски хонинговальные, сегменты шлифовальные, в том числе для работы со скоростью резания 80 м/с.

Вулканитовые и прочие связки (В, В1, В2, В3, В5, Гф, Пф, Э5, Э6) — ведущие круги для бесцентрового шлифования; гибкие круги для полирования и отделочного шлифования на связке В5, круги для отрезки, прорезки и шлифования пазов; круги для некоторых чистовых операций профильного шлифования (сферошлифования и др.); шлифовальные круги на вулканической связке В3, изготовленные методом прессования; гибкие плиты на связке В5; полировальные высокопористые круги на связ-

ке Пф; круги на магнезиальной связке; тонкозернистые круги на глифталевой связке и с графитовым наполнителем для окончательного полирования.

Металлические связки — алмазные круги повышенной износостойкости для обработки твердых сплавов, а также круги для электрохимической абразивной обработки.

Керамические связки являются многокомпонентными смесями огнеупорной глины, полевого шпата, борного стекла, талька и других минеральных материалов, составленными по определенной рецептуре с добавками клеящих веществ: растворимого стекла, декстрина и др. Склеивающиеся керамические связки К2, К3 используют для закрепления зерен из карбида кремния. В процессе термической обработки они расплавляются частично и по своему состоянию и составу близки к фарфору.

Плавающие керамические связки К1, К5, К8 используют для закрепления зерен из электрокорундовых материалов, с которыми они вступают в химическое взаимодействие и обеспечивают прочное закрепление зерен.

По своему составу и состоянию плавающие связки являются стеклами.

Для бакелитовой связки используют порошкообразный или жидкий бакелит в качестве связующего компонента с соответствующими наполнителями и увлажнителями.

Основным компонентом вулканитовой связки является синтетический каучук. Введение в связку различных наполнителей и ускорителей вулканизации позволяет изменять технологические и эксплуатационные свойства абразивных инструментов.

Глифталевую смолу используют в качестве связки для инструментов из зеленого карбида кремния зернистостью 6-М14 для полирования.

Вспененный поливинилформаль является основным связующим для поропластовых кругов, применяемых для полирования (объем пор равен 80%).

Ниже приведены рекомендации по выбору связок для алмазных кругов.

Органические связки с металлическим наполнителем: Б156; БП2, ТО2 — для заточки твердосплавного инструмента, профильного шлифования, получистового и чистового шлифования твердосплавных и керамических деталей.

Органические связки с минеральным наполнителем: Б1, О1 — для чистовой заточки твердосплавного инструмента без СОЖ, чистового шлифования твердосплавных деталей.

Органические связки для алмазов без покрытия: Б3, Б1, БР, Р9, Р14Е — для полирования, тонкого шлифования и заточки твердосплавного инструмента.

Металлические связки повышенной производительности МВ1, ПМ1 — для глубинного шлифования, чистового шлифования и заточки твердосплавного инструмента и деталей из твердых сплавов.

Металлические связки повышенной стойкости М1, МК, М15 — для профильного и чистового шлифования деталей и заточки инструмента из твердого сплава.

Гальваническая никелевая связка — для врезного шлифования профильными кругами.

Керамическая связка К1 — для шлифования и заточки инструментов при обработке твердого сплава совместно со стальной державкой или корпусом.

Токопроводящие связки: органическая БП3 и металлические МВ1, ПМ1, МК, М1 — для электрохимического шлифования твердых сплавов, молибденовых, вольфрамовых и других сталей и сплавов.

Твердостью абразивного инструмента называют величину, характеризующую свойство абразивного инструмента сопротивляться разрушению спеления между зернами и связкой при сохранении характеристик инструментов в пределах установленных норм.

Твердость оценивают определенными показателями в зависимости от метода измерения. Установлена следующая шкала степеней твердости абразивного инструмента:

ВМ1 и ВМ2 — весьма мягкий;

М1, М2 и М3 — мягкий;

СМ1 и СМ2 — среднемягкий;

С1 и С2 — средний;

СТ1, СТ2 и СТ3 — среднетвердый;

Т1 и Т2 — твердый;

ВТ — весьма твердый;

ЧТ — чрезвычайно твердый.

Цифры 1, 2 и 3 характеризуют возрастание твердости абразивного инструмента внутри степени.

Твердость абразивных инструментов для кругов на керамической, бакелитовой и вулканитовой связках определяют по ГОСТ 18118-79, ГОСТ 19202-80 и ГОСТ 21323-75.

Области применения инструментов различной твердости приведены ниже.

Мягкие и среднемягкие круги М2-СМ2 — для плоского шлифования торцом круга (на бакелитовой связке), периферией круга (на керамической связке), для шлифова-

ния заготовок и заточки инструментов из твердых сплавов, минералокерамики и закаленных углеродистых и легированных сталей, для шлифования цветных металлов и сплавов.

Среднемягкие и средние круги СМ2—С2 — для чистового (круглого, бесцентрового, внутреннего плоского периферией круга) шлифования заготовок из закаленных сталей; для шлифования резьб с крупным шагом.

Средние и среднетвердые круги С2—СТ2 — для шлифования (круглого, бесцентрового, профильного, резьбошлифования) заготовок из незакаленных углеродистых и легированных сталей и сплавов, чугуна и других вязких металлов и материалов: для плоского шлифования сегментами, хонингования брусками.

Среднетвердые и твердые круги СТ2—Т2 — для обдирочного и предварительного шлифования, для шлифования профильных и прерывистых поверхностей, заготовок малого диаметра; для снятия заусенцев бесцентрового шлифования, хонингования закаленных сталей.

Весьма твердые и чрезвычайно твердые круги ВТ—ЧТ — для правки шлифовальных кругов методом обкатки и шлифования, шлифования деталей приборов с малым съемом материала (часовые механизмы), шлифования шариков для подшипников.

167. Области применения абразивных инструментов с разными номерами структур

Номер структуры	Объемное содержание шлифовального материала, %	Область применения
1—3	60—56	Шлифование деталей с малым съемом материала кругами на бакелитовой и керамической связках
3, 4	56, 54	Отрезка. Шлифование с большими подачами и переменной нагрузкой. Профильное шлифование. Шлифование твердых и хрупких материалов
5, 6	52, 50	Круглое наружное, бесцентровое, плоское периферией круга шлифование металлов с высоким сопротивлением разрыву
7, 8	48, 46	Шлифование вязких металлов с низким сопротивлением разрыву. Внутреннее шлифование, заточка инструментов, плоское шлифование торцом круга
9—12	44—38	Скоростное шлифование. Профильное шлифование мелкозернистыми кругами. Шлифование резьбы. Шлифование с уменьшенным тепловыделением в зоне резания
14—16	34—30	Шлифование неметаллических материалов, металлов с низкой теплопроводностью (устранение ожогов и трещин)

Структура абразивного инструмента и относительная концентрация шлифовального материала

Соотношение объемов шлифовального материала, связки и пор в абразивном инструменте определяет структуру инструмента. Принято обозначать структуру номерами. Изменение объемной концентрации Φ_a шлифовального материала на 2% в инструменте соответствует переходу от одного номера S_y структуры к другому номеру по формуле $S_y = 0,5(62 - \Phi_a)$.

Для обдирочного шлифования при съеме значительного припуска (при предварительной обработке материалов с небольшим сопротивлением разрыву) рекомендуется использовать инструменты высоких номеров структур.

Для чистой обработки, для обработки твердых и хрупких материалов, при повышенных удельных нагрузках в зоне шлифования применяют круги с меньшими номерами структур.

Рекомендации по выбору номера структуры абразивного инструмента приведены в табл. 167.

Абразивные инструменты зернистостью 125—80 обычно изготавливают со структурами 3 и 4, зернистостью 50, 40 — со структурами

5 и 6, зернистостью 25—12 — со структурами 6 и 7.

Круги высоких номеров структур изготавливают высокопористыми: поры и капилляры в них сообщаются между собой за счет использования выгорающих порообразователей или газообразующих веществ.

В характеристике высокопористых кругов дополнительно указываются данные о марке порообразователя, его зернистости и объемном содержании, %.

Например, в маркировке круга 24А 16 М2 8К5/ПСС 40 15 указано, что порообразователем является полистирол общего назначения марки ПСС зернистостью 40, объемное содержание которого в абразивной массе при пресовании составляет 15%; круг электрокорундовый марки 24А зернистостью 16, твердостью М2, номер структуры 8, связка керамическая К5.

Для инструментов из сверхтвердых материалов (алмаза и эльбора) объемное содержание шлифовального материала назначают в пределах 38—12,5%, что соответствует очень открытым структурам, если не учитывать наполнители. Условно принято фактическое объемное содержание шлифовального материала при маркировке увеличивать в 4 раза и обозначать в виде условной концентрации, %: 150, 125, 100, 75, 50.

Классы точности абразивных инструментов

В зависимости от величин, характеризующих абразивный инструмент в нормативно-технической документации по предельным отклонениям размеров, формы и расположения, устанавливают классы точности абразивного инструмента.

Шлифовальные круги изготавливают трех классов точности: АА; А; Б.

Для кругов класса точности Б используют шлифовальные материалы со всеми индексами, характеризующими содержание основной фракции: В, П, Н и Д; для кругов класса точности А — только с индексами В, П, Н; для кругов класса точности АА — только с индексами В, П, т. е. с высоким и повышенным (до 55% при зернистости 200—4) содержанием основной фракции.

Величины предельных отклонений зависят от номинальных размеров инструментов по наружному диаметру D , высоте H , диаметру посадочного отверстия d .

Классы неуравновешенности шлифовальных кругов

Состояние шлифовального круга, характеризующееся таким распределением масс, которое во время вращения вызывает переменные нагрузки на опорах шпинделя станка и его изгиб, называют *неуравновешенностью круга*. Неуравновешенной точечной массой круга называют условную массу, радиус-вектор (эксцентриситет) которой относительно оси посадочного отверстия равен радиусу наружной поверхности (периферии). В зависимости от допустимых неуравновешенных масс для шлифовальных кругов на керамической, бакелитовой, вулканитовой и специальных органических связках установлено четыре класса неуравновешенности шлифовальных кругов, обозначаемых цифрами 1, 2, 3 и 4. Допустимые неуравновешенные массы должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 168.

168. Допустимые неуравновешенные массы кругов, г (по ГОСТ 3060—75)

Масса круга, кг	Класс неуравновешенности			
	1	2	3	4
0,20—0,25	2,5	4,0	6,0	12,0
2,0—2,50	7,5	12,0	20,0	40,0
4,0—5,0	11,0	17,0	27,0	55,0
8,0—10,0	15,0	25,0	40,0	75,0
16,0—20,0	22,0	35,0	55,0	110,0
30,0—40,0	30,0	50,0	75,0	150,0
63,0—80,0	45,0	65,0	110,0	215,0
125,0—160,0	60,0	95,0	150,0	300,0
250—300,0	85,0	130,0	210,0	420

Примечание. Промежуточные значения находят экстраполированием табличных значений.

Допустимые неуравновешенные массы контролируют на станках для статической балансировки, основной частью которых являются два параллельно расположенных цилиндрических валика одинакового диаметра. Параметр шероховатости поверхности валиков и балансировочной оправки $Ra = 2,5$ мкм.

При контроле неуравновешенности на периферии круга устанавливают грузы с массой (с учетом массы зажимов), равной допустимой неуравновешенной массе. Если после установки круга с балансировочной оправкой на балансировочный станок контрольный груз будет подниматься и занимать верхнее положение, то такой круг не отвечает требованиям данного класса неуравновешенности по ГОСТ 3060—75.