



Справочник заточника



В.А.КАЩУК
Д.А.МЕЛЕХИН
Б.П.БАРМИН

Справочник заточника

Серия
справочников
для рабочих

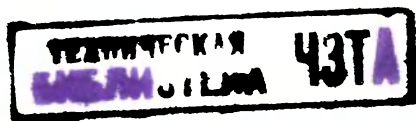


В.А.КАЩУК
Д.А.МЕЛЕХИН
Б.П.БАРМИН

Справочник заточника

Издание второе, переработанное и дополненное

24384-



Москва
«Машиностроение»
1982



ББК 30.613
К12
УДК 621.923.6(031)

Рецензент В. А. Хрульков

Кашук В. А., Мелехин А. Д., Бармин Б. П.

К12 Справочник заточника. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1982. — 232 с., ил. — (Серия справочников для рабочих).

В пер.: 1 р. 20 к.

В справочнике содержатся сведения о свойствах инструментальных материалов и конструкциях абразивных инструментов, способах их установки, эксплуатации, рекомендации по выбору режимов обработки и смазочно-охлаждающих жидкостей, а также данные по наладке приспособлений для заточки инструментов, методам и средствам его контроля, правилам техники безопасности.

Второе издание (1-е изд. 1967 г.) дополнено материалами по заточке и доводке инструментов из быстрорежущих специальных сталей, твердого сплава и синтетических сверхтвердых материалов, кругами из синтетических алмазов, кубического нитрида бора, электрокорунда, карбида кремния и др.

Справочник предназначен для рабочих-заточников, бригадиров заточных участков и технологов инструментальных цехов.

К 2704040000
038(01)-82 98-82

ББК 30.613
6П4.6

ИБ № 2948

Виталий Авксентьевич Кашук, Дмитрий Александрович Мелехин,

Борис Павлович Бармин

СПРАВОЧНИК ЗАТОЧНИКА

Редактор Г. Н. Сидорова Художественный редактор С. С. Водчий
Технический редактор Л. П. Гордеева Корректоры В. А. Воробьева и
А. О. Мишина

Сдано в набор 04.11.81. Подписано в печать 02.08.82. Т-16301. Формат 84 × 108¹/₃₂.
Бумага типографская № 2. Шрифт литературный. Печать высокая.
Усл. п. л. 12,18. Уч.-изд. л. 16,37. Тираж 60 000 экз. Заказ 749. Цена 1 р. 20 к.
Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Б-76; Стромынский пер. 4

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Монсеенко, 10.

© Издательство «Машиностроение», 1982 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава 1. АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ	6
Абразивные материалы и их основные свойства	6
Форма и зернистость абразивных материалов	11
Твердость абразивного материала	16
Абразивные инструменты	17
Абразивные круги	17
Алмазные круги	31
Круги из кубического нитрида бора	52
Литература	68
Глава 2. РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ	69
Инструментальные материалы	69
Геометрические и конструктивные элементы режущих инструментов	77
Износ режущих инструментов и их переточка	83
Глава 3. СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ ИНСТРУМЕНТА	93
Типы и модели станков	93
Универсально-заточные станки	93
Станки для заточки резцов	105
Станки для заточки сверл	108
Станки для заточки фрез	110
Станки для заточки зуборезного инструмента	115
Станки для заточки протяжек	118
Станки для заточки метчиков	121
Технические требования к заточным станкам для алмазно-эльборовской обработки и основные правила их эксплуатации	124
Литература	125
Глава 4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	126
Приспособление для заточки резцов	126
Приспособление для заточки фрез	129
Приспособления для заточки сверл	139
Приспособления для заточки червячных фрез и протяжек	143
Литература	145

Глава 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .	145
Основные сведения	146
Технологические разновидности процесса заточки .	151
Заточка и доводка твердосплавного инструмента	153
Заточка и доводка инструмента из быстрорежущих сталей	173
Заточка и доводка инструмента из синтетических сверх-	
твердых материалов (СТМ)	185
Литература	189
Глава 6. ЭЛЕКТРОАЛМАЗНАЯ ЗАТОЧКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .	190
Сущность и особенности электроалмазного способа заточки	190
Выбор алмазных кругов, режимов заточки и электролита	191
Модернизация станков для электроалмазной заточки	195
Технологические процессы электроалмазной заточки ин-	
струмента	199
Глава 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ	201
Методы и средства контроля	201
Контроль шероховатости поверхности	206
Контроль качества поверхности	212
Литература	214
Глава 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АБРАЗИВНЫХ, АЛМАЗНЫХ И ЭЛЬБОРОВЫХ КРУГОВ	215
Уравновешивание, установка и крепление кругов	215
Правка кругов и правящий инструмент .	217
Приспособления для правки	227
Предметный указатель	229

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важную роль в повышении эффективности и качества производства изделий в машиностроении играет металлорежущий инструмент. Повышение точности и стойкости инструмента, а также стабильности его режущих свойств приобретает большое значение в условиях применения высокопроизводительного металлообрабатывающего оборудования: агрегатных станков, станков с программным управлением, многопозиционных станков-автоматов, автоматических линий — и освоения труднообрабатываемых высокопрочных материалов. На стойкость, надежность и точность формообразующих элементов инструмента, его расход и долговечность в значительной степени влияют технологические процессы заточки и доводки как окончательные (финишные) в его изготовлении и определяющие не только геометрические параметры, но и качество режущей кромки и рабочих поверхностей инструмента. Под качеством обработки инструмента понимают не только шероховатость рабочей поверхности инструмента, но и наличие дефектных слоев с трещинами и прижогами. Некачественная заточка рабочих поверхностей инструмента приводит к повышенному износу, а следовательно, к минимальной его стойкости, ухудшает точностные параметры обрабатываемой детали и в итоге ведет к простоям металлообрабатывающего оборудования и потерям рабочего времени.

Качество заточки и доводки режущего инструмента зависит от физико-механических свойств инструментальных материалов, абразивного материала шлифовального круга, способов и приемов заточки, степени механизации и автоматизации заточного оборудования, методов и средств контроля и т. д.

Промышленное производство синтетических сверхтвердых материалов (СТМ) таких, как алмаз, эльбор, кубонит, гексанит и других, позволило резко улучшить качество и повысить производительность заточки, расширить область применения новых марок быстрорежущих сталей, в том числе повышенной производительности, характеризующихся ухудшенной шлифуемостью; появилась возможность механизации и автоматизации процессов заточки; повысилось качество правки шлифовальных кругов, сократился расход инструментальных материалов, повысилась культура производства и улучшились условия труда.

Во втором издании справочника нашли отражение материалы, связанные с освоением высокопроизводительных методов заточки и доводки режущего инструмента.

По данным справочника можно подобрать абразивный материал шлифовального круга в зависимости от материала затачиваемого инструмента и предъявляемых к нему технических требований, выбрать способ заточки и оптимальные режимы обработки, состав смазочно-охлаждающей жидкости, подобрать соответствующие заточной станок и приспособление, а также необходимые средства контроля качества инструмента после заточки.

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Абразивные материалы (табл. 1—3) по содержанию основного компонента подразделяют на алмазные, на основе карбонитридов бора, карбида кремния и окиси алюминия. Качество материалов определяется формой и размером зерен, твердостью, хрупкостью, абразивной способностью и физико-механическими свойствами. Абразивные материалы, применяемые при шлифовании, заточке и доводке режущего инструмента, подразделяют на естественные и искусственные (синтетические).

Из всех абразивных материалов по своим уникальным физико-механическим свойствам особое место занимают природные алмазы и синтетические сверхтвердые материалы (СТМ): синтетические алмазы и кубический нитрид бора. Алмазы природные (условное обозначение А) по твердости превосходят все известные и применяемые в промышленности инструментальные и абразивные материалы.

Алмаз — это кристаллическая модификация углерода. Алмаз и графит по химическому строению представляют собой чистый углерод, но являются различными его модификациями, отличающимися размещением атомов в гексагональной (шестигранной) структурной решетке (рис. 1, а). Алмаз имеет кубическую кристаллическую решетку, содержащую 18 атомов углерода (рис. 1, б), из которых восемь расположены в вершинах куба, шесть в центрах граней куба и четыре в центрах четырех из восьми кубов, образованных делением элементарной кубической ячейки тремя взаимно перпендикулярными плоскостями.

Наряду с высокими твердостью и упругостью алмаз обладает высокой теплопроводностью, малыми коэффициентами теплового расширения и трения. Высокие теплопроводность и удельная теплоемкость алмаза способствуют лучшему отводу тепла и снижению температуры в зоне резания. Алмаз обладает высокой износостойкостью, которая

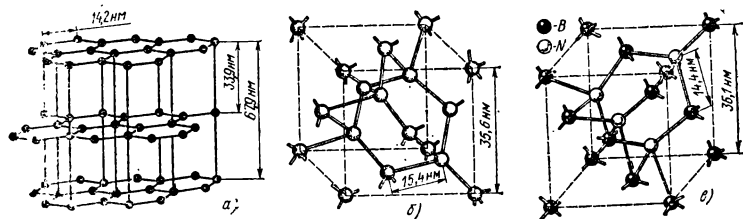


Рис. 1. Кристаллические решетки:

а — графита; б — алмаза; в — кубического нитрида бора

1. Характеристики абразивных материалов и область их применения

Характеристика	Условное обозначение	Содержание основного абразивного материала, %	Область применения
<i>Наждак природный</i> — горная корундовая порода, представляющая собой мелкокристаллическую окись алюминия с различными примесями; кристаллы остроугольной формы, цвет темно-серый и черный	Н	25—30 α — Al_2O_3	Зерна и порошки для изготовления точильных брусков, полировальных кругов, шлифовальной шкурки; для шлифования свободным абразивом
<i>Корунд природный</i> — кристаллическая окись алюминия с примесями различных минералов; анизотропный двухпреломляющий минерал; весьма твердый и не очень хрупкий; цвет различных	Е	80—95 α — Al_2O_3	В виде порошков и микропорошков для доводки, притирки и полирования металлов, стекла и других материалов
<i>Электрокорунд нормальный искусственный</i> — продукт плавки в электропечах, основная составляющая часть которого кристаллическая окись алюминия; цвет розовый, бурый или коричневый	16А, 15А, 14А, 13А, 12А	91—96 α — Al_2O_3	В виде шлифовальных зерен в кругах для шлифования и заточки стальных режущих инструментов; для шлифовальной шкурки и брусков
<i>Электрокорунд белый</i> — продукт плавки; кристаллическая окись алюминия; кристаллы — многогранники неправильной формы	25А, 24А, 23А	97—99 α — Al_2O_3	То же
<i>Электрокорунд хромистый</i> — получается при плавке в электропечах глинозема с добавлением хромистой руды, повышающей ударную вязкость и абразивную способность; цвет розовый	34А, 33А, 32А	97 α — Al_2O_3	В виде шлифовальных зерен в кругах для предварительного шлифования углеродистых преимущественно незакаленных сталей
<i>Электрокорунд титанистый</i> — получается при плавке в электропечах глинозема с добавлением соединений титана, способствующих повышению прочности и износостойкости	37А	97—99 α — Al_2O_3	В виде шлифовальных зерен в кругах для заточки и шлифования труднообрабатываемых материалов
<i>Электрокорунд циркониевый</i> — с добавкой окиси циркония, придающего ему повышенные прочностные свойства	ЭЦ	97 α — Al_2O_3	В кругах, работающих на операциях с неравномерными нагрузками

Продолжение табл. 1

Характеристика	Условное обозначение	Содержание основного абразивного материала, %	Область применения
<i>Монокорунд</i> — кристаллическая окись алюминия с добавками сернистого железа (получается в электропечах плавлением бокситов в виде зерен, обладающих высокой абразивной способностью и механической прочностью); превосходит по всем показателям электрокорунды	45А, 44А, 43А	97—99 α—Al ₂ O ₃	В виде зерен в кругах для шлифования и заточки инструментов из труднообрабатываемых быстрорежущих сталей; на чистовых и получистовых операциях шлифования легированных закаленных сталей с низкой теплопроводностью
<i>Сфекорунд</i> — образуется из глинозема в виде полых корундовых сфер; в процессе шлифования сферы разрушаются и обнажают острые режущие кромки, что обеспечивает более производительное шлифование при небольшом тепловыделении	СФК	99 Al ₂ O ₃	В виде гранул-зерен в абразивных инструментах для обработки мягких и вязких материалов
<i>Карбид кремния зеленый</i> — химическое соединение кремния с углеродом; по сравнению с карбидом кремния черным имеет повышенную твердость и абразивную способность; кристаллы зеленого цвета	63С, 64С	97 SiC	В виде шлифовальных зерен в кругах для шлифования, заточки и доводки твердосплавных, минералокерамических и стальных режущих инструментов, в виде шлифовальных порошков для доводки, а также на операциях правки
<i>Карбид кремния черный</i> — химическое соединение кремния с углеродом, получаемое плавкой в электропечах при высокой температуре (2100—2200 °С); кристаллы черного и темного цвета	55С, 54С, 53С, 52С	95 SiC	То же
<i>Карбид бора</i> — продукт плавки в дуговых электропечах из борной кислоты и малозольного кокса; обладает высокой твердостью, износостойкостью и абразивной способностью; весьма хрупок; по твердости уступает лишь алмазу и кубическому нитриду бора	КВ	В ₄ С	В виде шлифовальных порошков для доводки твердосплавных и минералокерамических режущих инструментов, деталей из чугуна и цветных металлов

Продолжение табл. 1

Характеристика	Условное обозначение	Содержание основного абразивного материала, %	Область применения
<i>Алмаз природный</i> — разновидность углерода с небольшим количеством примесей; бывает двух разновидностей: баллас и карбонадо. Лучший сорт — карбонадо черного цвета; остальные сорта — различных цветов	А	С	В виде крупных зерен для изготовления лезвийных режущих инструментов и для правки абразивных кругов
<i>Алмазы синтетические</i> — практически не отличаются от природных; кристаллы блочной формы с множеством режущих граней, цвет светло-зеленый и темно-серый	АС	С	В виде зерен в кругах для шлифования, заточки и доводки твердосплавных, минералокерамических режущих инструментов; в виде шлифпорошков для доводки
<i>Кубический нитрид бора (КНБ)</i> (эльбор, кубонит, гексанит) — кристаллизуется в структуре алмазного типа; отдельные зерна состоят из монокристаллов, плотных и зернистых агрегатов, мелких зерен темного цвета	Л (эльбор), К (кубонит), Г (гексанит)	ВН	В виде зерен в кругах для шлифования, заточки и доводки инструментов из труднообрабатываемых быстрорежущих сталей; для шлифования сталей и чугунов

2. Физико-механические свойства абразивных материалов

Материал	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	Твердость		Микротвердость
		по Моосу	по Рид-жвеку	
Алмаз природный А	3,01—3,56	10	15	10 060
Алмаз синтетический АС	3,48—3,54	10	15	8600—10100
Кубический нитрид бора КНБ	3,45—3,54	9,8—10	15	7300—10000
Карбид бора КБ (В ₄ С)	2,48—2,52	9,3—9,6	14	4000—5000
Карбид кремния	3,16—3,39	9,03—9,15	13	2850—3600
Электрокорунд	3,93—4,16	9,0—9,15	12	1800—2780
Материал	Термостойкость, °С	Прочность, МПа		Абразивная способность
		при изгибе	при сжатии	
Алмаз природный А	700—900	206—480	1962	1,0
Алмаз синтетический АС	700—900	294,3	1962	0,75—0,77
Кубический нитрид бора КНБ	1400—1800	—	—	0,58—0,64
Карбид бора КБ (В ₄ С)	500—700	294,3	1765,8	0,4—0,6
Карбид кремния	1200—1300	152	1471,5	0,25—0,45
Электрокорунд	1500—1700	85,54	42,6	0,12—0,25

3. Геометрические параметры зерен электрокорунда, синтетического алмаза и эльбора

Абразивный материал	Зернистость	Длина зерна l	Ширина зерна b	Радиус округления ρ	Угол заострения β , °	Число острых углов, %
		мкм				
Электрокорунд	25	910—250	500—180	21,0	108	20,0
	16	500—180	320—110	14,5	111	23,3
	3	15—10	69—19	3,8	97	42,0
	M28	71—24	47—11	2,7	92,54	43,0
Синтетический алмаз	200/160	71,2—536,2	64,3—377,5	7,8	84	61,0
	100/80	110,0—275,0	60,0—135	8,0	87	40,0
	80/63	62,5—229,7	53,6—147,2	3,2	76	72,0
	50/40	48,6—130,2	35,2—97	2,6	71	74,0
	60/40	40,0—110,0	30—65	6,0	80	60,0
Эльбор	16	98,5—253,9	85,6—192,6	10,1	96,8	40,0
	10	68,1—208,5	55,6—133	6,3	95,6	43,0
	8	54,4—177,2	46,2—112,8	5,0	94,9	46,0
	6	36,5—145,3	32,8—90,5	4,6	92,8	49,0

особенно наглядно проявляется при обработке твердых и хрупких материалов. Зерна алмазов имеют много острых вершин с малыми радиусами округлений. Это благоприятно сказывается на характере механического воздействия алмазных зерен с обрабатываемым материалом. Алмаз химически инертен и только при высокой температуре приобретает незначительную химическую активность. Он является диэлектриком и диамагнетиком. Нагревание алмаза в контакте с железом (или сплавом на основе железа) до температуры выше 750—800 °C приводит к его растворению в железе, что необходимо учитывать при обработке указанных материалов.

В природе алмазы встречаются в виде отдельных монокристаллов и их обломков, а также в форме сросшихся многочисленных кристаллов—агрегатов. Наиболее распространенными формами кристаллов алмазов являются следующие: октаэдр (восьмигранник с гранями в виде правильных треугольников), ромбодекаэдр (двенадцатигранник с гранями ромбической формы) и реже — куб.

Наибольшую твердость имеют грани октаэдра, наименьшую — грани куба. Алмазы бывают бесцветными, а также окрашенными в желтые, синие, розовые и другие цвета. Благодаря высокому показателю преломления алмазы обладают ярким блеском. Чрезвычайно высокая твердость и непревзойденная износостойкость алмаза позволяют успешно применять его для обработки режущих инструментов из твердого сплава, минералокерамики и других труднообрабатываемых материалов.

Алмазы синтетические (АС). АС являются продуктом синтеза в высокотемпературной установке (камере) высокого давления. По своему строению, физико-механическим, теплоэлектрическим и химическим

* Размер самой маленькой точки, которую можно увидеть невооруженным глазом, около 100 мкм.

свойствам высококачественные синтетические алмазы почти не отличаются от природных, а по некоторым показателям превосходят их.

Кубический нитрид бора (КНБ). Второй по твердости после алмаза синтетический сверхтвердый материал, как вещество в природе неизвестен. За рубежом аналогичный материал называют боразоном. КНБ получен путем синтеза в высокотемпературной аппаратуре высокого давления из нитрида бора (BN). Как и графит, имеет гексагональную решетку. КНБ представляет собой химическое соединение двух элементов — бора (43,6 %) и азота (56,4 %) — и имеет кристаллическую решетку почти с такими же строением и параметрами, как и алмаз (см. рис. 1, в). Каждый атом азота соединен с тремя атомами бора и наоборот. Атомы азота и бора связаны между собой прочными ковалентными связями.

КНБ, обладая всеми преимуществами алмаза, имеет в то же время большую термостойкость, достигающую 1400—1800 °C и превышающую термостойкость алмаза почти в 2 раза.

В отличие от алмаза КНБ инертен к железу, входящему в большинство используемых в промышленности материалов, благодаря чему снижается износ абразивных зерен в инструменте. КНБ менее хрупок, чем алмаз, и обладает высокой химической устойчивостью. Он не травится в разбавленных и крепких концентрированных кислотах (соляной, серной, азотной, фосфорной, плавиковой). Кристаллы КНБ в зависимости от условий синтеза и состава исходной шихты могут быть бесцветными и окрашенными от желтого до темнокоричневого и черного цветов.

Высокая термостойкость и химическая инертность к железу позволяют широко применять КНБ для обработки труднообрабатываемых сталей и сплавов, особенно в закаленном состоянии. При шлифовании сталей КНБ по абразивной способности превышает природный алмаз.

В СССР КНБ выпускают трех модификаций: эльбор, кубонит и гексанит. Промышленные способы производства позволяют получать эльбор, кубонит и гексанит различного строения, физико-механических свойств и эксплуатационных показателей в зависимости от назначения материала. Так, эльбор-Л, кубонит-К и гексанит-А применяют для изготовления абразивного инструмента (в основном шлифовальные круги, хонинговальные брусочки, пасты), а эльбор-Р и гексанит-Р используют для пластинок лезвийного инструмента (резцы, фрезы, сверла и т. п.).

ФОРМА И ЗЕРНИСТОСТЬ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

После плавки в электропечах большие куски абразивного материала (см. табл. 1) размельчают в дробилках до получения зерен требуемых размеров.

Зернами называют частицы абразива, у которых размеры в поперечном сечении не превышают 5 мм и отношение наибольшего размера к наименьшему не более 3 : 1. Шлифующие зерна являются многогранниками неправильной формы и имеют округленные вершины (рис. 2). Геометрические параметры зерен электрокорунда, синтетического алмаза и эльбора, приведены в табл. 3. После дробления зерна очищают от посторонних примесей, подвергают химико-термической обработке и просеивают на ситах для сортировки по размерам. В процессе размельчения зерна приобретают разную форму. Формы абра-

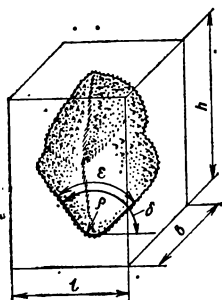


Рис. 2. Режущие элементы абразивного зерна: r — радиус округления; ε — угол заострения; δ — угол резания

живных зерен могут быть со следующими соотношениями высоты, длины и ширины зерна: для изометрических или нормальных $h:l:b = 1:1:1$; для пластинчатых $h:l:b = 1:1:1/3$; для мечевидных $h:l:b = 1:1/3:1/3$. Возможны сростки из нескольких указанных форм. Наилучшей формой зерен является изометрическая.

В результате дробления, а затем разделения зерен по размерам, каждый номер зернистости характеризуется содержанием отдельных фракций (в процентах по массе). Различают основную, крупную, предельную, мелкую и комплексную фракции. Размер зернистости характеризуется размером только основной фракции. Чем больше ее содержание, тем более однороден состав порошка абразива и лучше условия шлифования.

Зернистость абразивных материалов (табл. 4) определяет величину зерен (линейный размер) и характеризуется размерами сторон ячеек двух сит, через которые просеивают шлифзерна и шлифпорошки. Определение зернистости микропорошков производят классификацией отмучиванием по времени осаждения. Содержание основной фракции в зависимости от зернистости кругов приведено в табл. 5.

4. Группы и зернистость абразивных материалов (ГОСТ 3647—80)

Зернистость	Размер зерен основной фракции, мкм	Зернистость	Размер зерен основной фракции, мкм	Зернистость	Размер зерен основной фракции, мкм
<i>Шлифзерно</i>		<i>Шлифпорошки</i>		<i>Микропорошки</i>	
200	2500—2000	12	160—125	M63	63—50
160	2000—1600			M50	50—40
125	1600—1250	10	125—100	M40	40—28
100	1250—1000			M28	28—20
80	1000—800	8	100—80	M20	20—14
63	800—630			M14	14—10
50	630—500	6	80—63	<i>Тонкие микрошлифпорошки</i>	
40	500—400				
32	400—315	5	63—50		
25	315—250				
20	250—200	4	50—40		
16	200—160			M10	10—7
				M7	7—5
				M5	5—3

Марки и зернистость порошков из синтетических алмазов. Алмазные порошки представляют совокупность алмазных зерен различной величины и формы в виде монокристаллов, их осколков, сростков и поликристаллов. В зависимости от размера зерен, метода их получения и контроля алмазные порошки делятся на две группы: шлифпорошки (табл. 6) и микропорошки.

Зернистость алмазных микропорошков: 60/40, 40/28, 28/20, 20/14, 14/10, 10/7, 7/5, 5/3, 3/2, 2/1, 1/0.

5. Содержание основной фракции в зависимости от зернистости

Индекс	Содержание основной фракции, %, для зернистости							
	200—32	25—16	12—8	6—4	3	M63—M28	M20—M14	M10—M5
В	—	—	—	—	—	60	60	55
П	55	55	55	55	—	50	50	45
Н	45	43	45	40	40	45	40	40
Д	41	39	41	36	36	42	37	37

Примечание. Номер зернистости дополняется буквенными индексами В; П; Н; Д в зависимости от процентного состава основной фракции при соблюдении норм по остальным фракциям. Например, 125П; М28Н и т. п. (В — высокое; П — повышенное; Н — низкое; Д — допустимое содержание основной фракции).

6. Зернистость алмазных шлифпорошков, мкм

Зернистость	Марка алмазов						Зернистость	Марка алмазов					
	А	АСО	АСР	АСВ	АСК	АСС		А	АСО	АСР	АСВ	АСК	АСС
<i>Широкий диапазон зернистостей</i>							400/315	++	++	++	++	++	++
							315/250	++	++	++	++	++	++
							250/200	++	++	++	++	++	++
400/250	++	++	++	++	++	++	200/160	++	++	++	++	++	++
250/160	++	++	++	++	++	++	160/125	++	++	++	++	++	++
160/100	++	++	++	++	++	++	125/100	++	++	++	++	++	++
100/63	++	++	++	++	++	++	100/80	++	++	++	++	++	++
63/40	++	++	++	++	++	++	80/63	++	++	++	++	++	++
<i>Узкий диапазон зернистостей</i>							63/50	++	++	++	++	++	++
							50/40	+	+	+	+	+	+
630/500	+	+	+	+	+	+							
500/400	+	+	+	+	+	+							

Согласно ГОСТ 9206—70* «Порошки алмазные» шлифпорошки из синтетических алмазов выпускают марок АСО, АСР, АСВ, АСК и АСС, а микропорошки марок АСМ и АСН. Качество шлифпорошков характеризуется их зерновым составом и прочностью, а микропорошков — зерновым составом, абразивной способностью и шероховатостью обработанной ими поверхности. Размер зерен в каждой фракции шлифпорошков определяется размерами (в мкм) сторон ячеек двух контрольных сит по ГОСТ 3584—73 — через верхнее сито зерна должны проходить, а на нижнем задерживаться. Зернистость шлифпорошка определяется по основной фракции и обозначается дробью,

* С 01.07.1981 г. действует ГОСТ 9206—80 «Порошки алмазные». Новое обозначение марок см. в табл. 7.

7. Характеристики и область применения шлифпорошков

Марка* порошка или кристаллов	Характеристика зерен	Область применения
АСО (АС2) обычной прочности	Шероховатая, наиболее развитая режущая поверхность и повышенная хрупкость; хорошо удерживается в связке	Для изготовления шлифовальных кругов на органической связке, применяемых при чистовой заточке и доводке режущих инструментов
АСР (АС4) повышенной прочности	Меньшая хрупкость и большая прочность, чем у АСО; имеют развитую поверхность и хорошо удерживаются в связке	Зернистостью 250/200 — 63/50 используют для изготовления кругов на металлических и керамических связках и применяют для снятия больших припусков и предварительной заточки инструментов
АСВ (АС6) высокой прочности	Меньшая хрупкость и большая прочность, чем у АСО и АСР; имеют по сравнению с последними более гладкую поверхность	Для изготовления кругов на металлических связках; работающих при повышенных удельных нагрузках
АСК (АС15) кристаллы	Меньшая хрупкость и большая прочность, чем у АСО, АСР и АСВ. Преобладает в основном гладкая поверхность; зерна размером до 0,6 мм имеют прочность, равную прочности зерна природных алмазов	Для изготовления кругов на металлических связках, применяемых в особо тяжелых условиях (шлифования стального инструмента, труднообрабатываемых сталей и сплавов, резка и обработка неметаллических материалов)
АСС(АС32) монокристаллы сортированные	Наибольшая прочность по сравнению с алмазами других марок. Алмазы этой марки размером до 0,6 мм имеют прочность большую, чем у природных алмазов	Для изготовления бурового инструмента, правки абразивных кругов, резки и обработки корунда и других особо твердых материалов
АСБ (АРВ1) (баллас)	Образуются при дроблении поликристаллов АСБ и обладают прочностью, превышающей прочность стандартных монокристаллических порошков	Для изготовления кругов на металлических связках, обеспечивающих очень высокую производительность; обладают малым износом, что делает их весьма эффективными при заточке инструментов из труднообрабатываемых материалов
АСПК (АРК4) (карбонадо)	Образуются при дроблении поликристаллов АСПК и имеют очень высокие механические свойства без дефектов, присущих крупным монокристаллам	То же

* Марки в скобках по ГОСТ 9206—80.

8. Свойства и область применения эльбора различных марок

Марка	Характеристика зерен	Область применения
ЛО обычной прочности	Шероховатая наиболее развитая поверхность; небольшая прочность; хорошо удерживаются связкой	Для изготовления инструментов на органической связке
ЛП повышенной прочности	Большая прочность, чем у ЛО; хорошо развитая поверхность	Для изготовления инструментов на органической, керамической и металлической связках
ЛД (дробленый)	Образуется при дроблении кристаллов	Для изготовления инструментов на металлической связке
ЛОМ металлизированные ЛОС со стеклопокрытием	Большая прочность и износостойкость, чем у ЛО	Для изготовления кругов на керамической и органической связке

числитель которой соответствует размеру стороны ячейки верхнего сита, а знаменатель — размеру стороны ячейки нижнего сита. Зернистость микропорошка обозначается дробью, у которой числитель соответствует наибольшему, а знаменатель — наименьшему размеру зерен основной фракции.

Шлифпорошки выпускаются двух диапазонов зернистостей — широкого и узкого, охватывающих соответственно 5 и 12 зернистостей. Промышленное производство крупных поликристаллов алмазов типа АСБ (баллас) и АСПК (карбонадо) позволило после дробления применять их в алмазном лезвийном инструменте. Характеристики и область применения различных марок шлиф- и микропорошков из алмазов приведены в табл. 7.

Алмазы с покрытиями. Применение алмазов с различными покрытиями повышает их работоспособность. По материалу покрытия различают алмазы с металлическими (металлизированные алмазы), неметаллическими и композиционными покрытиями.

Покрытия повышают прочность и износостойкость, предохраняют от раскалывания и выкрашивания зерен, обеспечивают лучшее удерживание их связкой, способствуют снижению температуры в зоне резания и улучшают физико-механические свойства связки. Алмазы с металлическим покрытием условно обозначаются буквой М, которая добавляется к маркам алмазных порошков. Например, АСОМ, АСРМ и т. п.

Марки и зернистость эльбора. Марку эльбора характеризует механическая прочность зерен шлифпорошков и шлифзерна или содержание основной фракции микропорошков. Характеристики и область применения различных марок эльбора приведены в табл. 8.

Зернистость и зерновой состав эльбора приведены в табл. 9.

Марки и зернистость кубонита. Из кубонита изготавливают шлифпорошки двух марок: обычной прочности КО с зернистостью 160/125—50/40 и повышенной прочности КР с зернистостью 250/200—50/40; микропорошок КМ с зернистостью 60/40—1/0. Зерна КО имеют более развитую поверхность и меньшую механическую прочность, чем КР. Кроме того, выпускаются порошки с металлическим покрытием (КОМ

9. Обозначение зернистости и зерновой состав эльбора (по ОСТ 2-МТ79-2—75)

Группа	Обозначение зернистости	Размер зерен, мкм		Группа	Обозначение зернистости	Размер зерен, мкм	
		основной	крупный			основной	крупный
Шлиф-верно	Л20	250—	315—	Микрошлиф-порошки (марки ЛВМ)	ЛВМ63	63—50	100—63
		200	250		ЛВМ50	50—40	80—50
	Л16	200—	250—		ЛВМ40	40—28	63—40
		160	200		ЛВМ28	28—20	50—28
Шлиф-порошки	Л12	160—	200—		ЛВМ20	20—14	40—20
		125	160		ЛВМ14	14—10	28—14
	Л8	100—80	125—		ЛВМ10	10—7	20—10
			100		ЛВМ7	7—5	14—7
	Л6	80—63	100—80		ЛВМ5	5—3	10—5
	Л5	63—50	80—63				
	Л4	50—40	63—50				

обычной и КРМ повышенной прочности), с неметаллическим покрытием (КОС) и агрегатированные с металлическим покрытием (КОМА). Покрытие зерен кубонита, так же как и алмазов, повышает их механическую прочность.

Марка и зернистость гексанита-А. Из гексанита-А марки ГА изготавливают абразивные порошки зернистостью 1000/800—1/10 мкм, представляющие собой поликристаллы сверхтвердого материала на основе вюртцитоподобного нитрида бора (размер частиц 1 мкм и менее). Эти порошки обладают высокой микротвердостью и прочностью на сжатие. Из порошков гексанита-А изготавливают шлифовальные круги и пасты.

ТВЕРДОСТЬ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА

Твердость характеризует способность материала проникать в другие тела и обуславливается составом и строением атомных и ионных решеток материала. Абразивные материалы подразделяются на три группы: высокой, средней и низкой твердости. В группу высокой твердости, состоящей, главным образом, из искусственных абразивных материалов, входят также природные материалы: алмаз, кубический нитрид бора, карбид бора, карбид кремния, электрокорунд, корунд, наждак.

Природные абразивные материалы, которые входят во вторую и третью группу, для изготовления абразивных инструментов не применяются. Количественно твердость абразивных материалов оценивается по десятибалльной шкале Мооса или пятнадцатибалльной шкале Риджвея и микротвердости (см. табл. 2).

По шкале Мооса, состоящей из десяти эталонов минералов, алмаз занимает высшее место. Все искусственные абразивные материалы по шкале Мооса занимают место между 9 и 10: корунд — 9; электрокорунд — 9,05—9,1; карбид кремния — 9,13—9,15; карбид бора — 9,6; кубический нитрид бора — 9,8—10.

Абразивные материалы для обработки должны выбираться с более высокой твердостью, чем обрабатываемый материал. Если твердость последнего равна твердости обрабатываемого материала или близка к ней, процесс обработки возможен, но недостаточно производителен.

Абразивная способность — это способность абразивного материала обрабатывать другие материалы. Основным компонент абразивного материала, определяющий его твердость, хрупкость, прочность, строение и форму кристаллов, обуславливает также его абразивную способность.

Абразивная способность шлифзерна и шлифпорошков определяется при шлифовании стеклянного диска. Зерна одного и того же гранулометрического состава, расположенные между двумя вращающимися в разных направлениях дисками, сошлифовывают за установленное время некоторое количество материала, которое и принимается за критерий абразивной способности обрабатываемого материала. Абразивная способность порошка характеризуется слоем металла, снятым с образца в единицу времени.

АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Абразивными инструментами называют инструменты, изготовленные из зерен абразивного материала (см. табл. 1), скрепленных между собой в одно целое связующим веществом (связкой) и разделенных друг от друга порами. Основным абразивным инструментом для шлифования, заточки и доводки режущих инструментов является шлифовальный круг, характеристиками которого являются форма и геометрические размеры, абразивный материал и его зернистость, связка, твердость и структура.

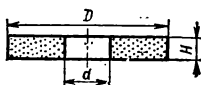
Выбор формы и размеров круга определяется конструкцией и назначением затачиваемого режущего инструмента, причем размеры круга зависят также и от конструкции станка. Производительность процесса заточки, качество обработанных поверхностей, стойкость режущего инструмента, себестоимость операции во многом зависят от того, насколько правильно и обоснованно выбрана характеристика круга.

АБРАЗИВНЫЕ КРУГИ

Типы, основные размеры, вид абразивного материала и связки абразивных кругов приведены в табл. 10—20. В этих таблицах приняты следующие обозначения видов абразивных материалов: 1А — электрокорунд нормальный; 2А — электрокорунд белый; 3А — легированные электрокорундовые материалы; 4А — монокорунд; 5С — карбид кремния черный; 6С — карбид кремния зеленый. Обозначение связок: К — керамическая; Б — бакелитовая; В — вулканитовая. Размеры кругов, приведенные в скобках, по возможности не следует применять. Для заточки рекомендуется применять круги больших диаметров, так как при этом повышается производительность и улучшается качество заточки.

Материал и зернистость абразивного круга (см. табл. 1—5) имеют большое значение с точки зрения работоспособности круга, качества и производительности шлифования. Так, с увеличением зернистости

10. Круги типа ПП общего назначения (ГОСТ 2424—75)



D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	
мм					мм					
3	6; 10 8	1	2А; 4А	К	16	3,2; 4; 5; 8; 10; 13 16; 25; 20; 32; 40	6	2А; 4А	К	
4	1 2; 3,2; 8 4; 6; 10	1,6				2А; 4А; 6С				
5	8.	2				2А; 4А				
	2; 8				2А; 4А; 6С					
					2А; 4А					
6	6 8 10 2; 3,2; 4	1,6	2А; 4А; 6С			20; 25; 32; 40	8	2А; 4А; 6С		
	6 8 10; 13	2	2А; 4А			25; 32				
	8	6 8; 10 13 16	3		2А; 4А; 6С	25	3,2; 16 4; 5; 6; 8 10; 13 20; 25; 32 40 13; 20; 25; 32 40 16; 20; 32	6		2А; 4А
			4		2А; 4А		8	2А; 4А; 6С		
					10		2А; 4А			
10	3; 2 4; 6; 10; 16 13; 20	3	2А; 4А		32	2,5; 4; 5; 6 8; 10 6; 10; 13; 20 8 16; 25 32; 40 8; 32 16; 25	6 10 13	1А		К
13	3,2 4; 6; 8; 10; 13; 16 20	4	2А; 4А; 6С					2А; 4А		
			2А; 4А; 6С					2А; 4А		
			2А; 4А; 6С					2А; 4А		
	10; 16; 20	6	1А							

Продолжение табл. 10

D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	
мм					мм					
40	2	8	2A	K	80	6	20	2A	K	
	4; 5					10		1A	B	
	6		1A	B		13; 20		2A; 6C	K	
	8	10	2A	K		16		1A	B	
	10					25		2A	K	
	6	13	1A	B		32		2A; 6C	K	
	8; 10; 13		2A	K		40		1A	B	
	16; 20					50		2A; 6C	K	
	25	16	2A; 6C			1A		B		
	40									
32; 40										
50; 63		2A					2A	K		
50	3,2; 8	10	1A	B	100	4; 5; 6; 8	13	2A	K	
	4; 5; 6					10				
	10; 40	13	2A	K		4	20	1A	B	
	6		2A; 6C			5		2A	B	
	8		2A			6		1A	B; B	
	10		2A; 6C			8		2A	K	
	13		2A; 4A			10		1A	B; B	
	20; 25		2A; 4A; 6C			13		2A; 6C	K	
	32; 40; 50	20	2A; 6C	K		16		1A	B	
	63		2A			20		2A; 6C	B	
			25		1A	B				
			32; 40		2A; 6C	B				
63	3,2	10	1A	B	100	50		32	2A; 6C	K
	6					63			2A	
	10	16	2A	K		80; 100				
	13									
	6; 8	20	1A	B						
	8; 10; 13		2A; 6C	K						
			2A							
			1A							
	13		2A; 6C	K						
	16		2A							
20	1A									
25										
32; 40; 50		2A; 6C								
63										
80	2,5; 5	20	1A	B						
	4; 6									

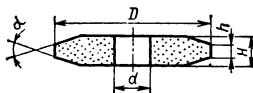
Продолжение табл. 10

<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка		
мм					мм						
125	20	20	2 A	К	150	16	32	2 A 4 A 6 C	К		
	4		6 C					1 A	Б; В		
	5		1 A	Б				2 A; 4 A	К		
	6		2 A 6 C	К		5 C; 6 C					
	8		1 A	Б		1 A		Б; В			
	10		1 A; 2 A 6 C	К		2 A 6 C		К			
	13		1 A; 6 C	Б		2 A					
	16		2 A	К							
	20; 25		4 A; 6 C	К		1 A	В				
	32		1 A			Б	2 A; 6 C	К			
	50		2 A 4 A; 5 C; 6 C	К		2 A 6 C					
	25; 32; 50	51	1 A	Б		175	4; 5 6	32	2 A	Б	
	100		6 C	К	1 A				К		
4	1 A		Б	13	6 C				Б		
6	2 A 6 C		К		1 A		Б				
8	1 A		Б		2 A 6 C		К				
10	2 A 6 C		К	16	1 A		Б В				
13	1 A		В		2 A 5 C 6 C		К				
	1 A		Б		1 A			Б В			
150			32	2 A 6 C	К		20; 25; 32			2 A 5 C 6 C	К
				1 A	Б					1 A	
				1 A	Б						2 A 5 C 6 C
		1 A		Б						1 A	Б В
		1 A		Б							

Продолжение табл. 10

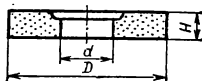
D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	
мм					мм					
175	40	32	2A	К	200	20	32	1A 6C	Б	
	50		6C			2A 6C		К		
	10; 13	51	2A	К				50	1A	Б
	50		1A			51	2A	К		
	25; 40 50	76	2A	К						
200	6	32	1A	Б		40	76	2A	К	
	8		2A 6C							К
	10; 13		1A	Б				50	1A	Б
			2A 6C	К					2A	К
			1A	Б					1A	Б В
	16; 25; 32		2A 4A 5C	К				80 125	2A	К
	20		6C					200		В

11. Круги типа 2П общего назначения (ГОСТ 2424—75)



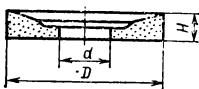
D	H	d	h	α°	Вид абразивного материала	Связка
мм						
250	10 13 16 20	76 (75)	4	40	2A; 6C	К
	25		5			

12. Круги типа ПВ (ГОСТ 2424—75)



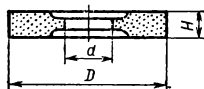
D	H	d	Вид абразивного материала	Связка	D	H	d	Вид абразивного материала	Связка
мм					мм				
10	13	3	2 А; 4 А; 6С	К	100	32 40	20	2 А; 6С	Б
13	16; 20	4				50	1 А		
16	13	6				63 20; 32	2 А; 6С	К	
	16; 20; 25; 32; 40						2 А		
25	13; 20; 25	125			50	4 А			
32	32				150	25; 32	2 А 4 А		
	16; 20; 25; 32	10	1 А 2 А						
	25; 32	13	175		32	76	4 А		
40	25; 32; 40; 50	13					1 А 2 А		
50	25; 40	200			40		1 А 2 А 4 А 6С		
63	50						16		2 А
	32; 50		20		63; 80		2 А		
80	20								
	25; 32; 40 50; 63; 80								

13. Круги типа ПВК (ГОСТ 2424—75)



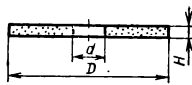
D	H	d	Вид абразивного материала	Связка
мм				
300; 350 500	50	127 203	2А	К
600 750	80	305		

14. Круги типа ПВД (ГОСТ 2424—75)



<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка
мм				
250	80 150	76	2А 1А	К В
300	50	127	2А	К
	100; 125; 150		1А	В
350	80; 150 200; 250	203	2А 1А	К В
	150		1А	В
450	50		2А	К
600	63; 80; 100	305	1А 2А	К

15. Круги отрезные типа Д (ГОСТ 21963—76)

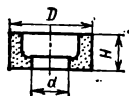


<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка
мм					мм				
125	0,6	32	1 A	В	125	1,6	32	1 A	Б
	0,8		2A; 6C 1A	Б В		2			В
	1,0		2A; 6C	Б		2,5			Б В
	1,3		1 A	В		3,2 4,0 0,6; 0,8		1 A	Б
	1,6		1A; 6C; 2A			В Б В			

Продолжение табл. 15

<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка
мм					мм				
125	1,0	32	1А; 6С	Б	175	2,0	32	2А	Б
	1,3		1А 2А; 6С	Б Б		2,5		1А	Б
	1,6		1А	Б		3,2		1А; 6С 1А; 5С	Б
	2,0		1А; 5С; 6С	Б		4,0		1А	Б
	2,5		1А; 2А; 6С	180	3,2; 4,0	22; 32	1А; 6С	ВУ	
	3,2		1А		2,0; 3,0				
150	4,0	32	1А; 5С	Б	200	0,6; 0,8	32	6С	Б
	0,6 0,8		1А 6С	Б Б		1,0		1А	Б
	1,0		1А 2А	Б В		1,6		2А; 6С	Б
	1,6		1А 5С	Б		2,0		1А; 2А 5С; 6С	Б
175	2,0	32	1А	Б	200	2,5 3,2	32	1А 5С; 6С	Б Б
	5С		Б	1А; 2А		Б			

16. Круги формы ЧЦ (ГОСТ 2424—75)



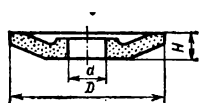
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка
мм				
40	25	13	2 А	К
50	32		6С	
80; 100 125	40; 50	20	6С	Б
	63	32	2 А	К
		51	1 А; 6С	Б
150	80	32; 51		
	63	32	2 А	К
200	40	51	1 А	Б
	63		1 А	Б
	80	76		

17. Круги типа ЧК (ГОСТ 2424—75)



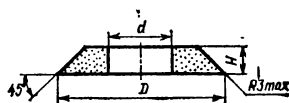
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка
мм				
50	25	13	2А	К
80	32 40	20	6С 1А; 6С	
100	25; 40			
125	50 40; 50	32	2А 4А	К
150	40; 50		1А; 5С; 6С	Б
175	63			
300	150	150	2А	К

18. Круги типа Т (ГОСТ 2424—75)



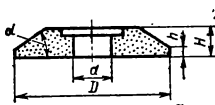
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	Вид абразивного материала	Связка	
мм					
80	8	13	2А	К	
100	10	20	4А; 6С		
125	13	32	6С	Б	
150	10		2А 4А 2А	К	
	16				
175	4А				
200	6С				
250	20				2А
	25				4А; 6С

19. Круги типа 4Т



<i>D</i>		<i>H</i>		<i>d</i>		Вид абразивного материала	Связка
мм							
250	6	8	10	—	76 (75)		
300	—			13	127		

20. Круги формы 3П



D	H	d	h				
мм				α°	Вид абразивного материала	Связка	
80	6	20	2	15	2А; 4А; 6С	К	
	8			20			
	10			30			
	18			35			
100	6	20		10	2А; 4А; 6С	Б	
	8			1А			
	10	51		15; 20	2А; 4А; 6С	К	
	13	20		20; 35			
	16			15; 25			
	10	51		35	4А; 6С	К	
125	8	32		10	1А	Б	
150	8			35	2А	К	
	10						
	20		5,5	18	1А	Б	
175	10	32	3	20	2А; 4А; 6С	К	
		51	2	15			
	200		13	3			10
			16		25	2А; 4А; 6С	К

и остроты граней зерен растут съём металла и производительность шлифования.

Шероховатость и качество поверхностного слоя затачиваемого инструмента зависят от зернистости кругов: чем меньше зернистость шлифовального круга, тем меньше шероховатость обработанной поверхности, так как царапины от мелкого зерна тоньше и накладываются чаще.

Связка. Для изготовления абразивных кругов применяют органические (бакелитовые, вулканитовые) и неорганические (керамические, силикатные) связки. Наиболее распространены керамическая, бакелитовая и вулканитовая связки. Основным ее назначением является скреп-

ление зерен абразивного инструмента и удержание их от преждевременного выкрашивания в процессе шлифования.

От количества, вида, качества и равномерности распределения ее в абразивном круге зависят твердость, прочность, пористость, однородность качества, структура, неуравновешенность и допускаемая скорость шлифования. С уменьшением зернистости связки прочность ее увеличивается. На прочность и твердость всех связок в разной степени воздействуют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Степень изменения твердости и прочности связок обуславливается абсорбционной и химической активностью компонентов абразива и поверхностно-активных веществ СОЖ.

Краткая характеристика и область применения различных видов связок. *Керамическая связка* (К). Разновидности: К0, К1, К3, К5, К7, К8, К51. Связка состоит из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца и других материалов. Круги на этой связке обладают высокой прочностью и кромкостойкостью. По водостойкости, теплостойкости и химической стойкости выше других связок. Допускают применение различных СОЖ. Керамическая борная связка (окиси бора увеличивает прочность связки) повышает производительность кругов на 20—30 %. Скорость кругов может достигать 65 м/с. К недостаткам относятся хрупкость и малая упругость; тонкие круги не могут воспринимать боковых нагрузок.

Изготавливаемый инструмент: шлифовальные круги, сегменты, бруски и головки. Применяется для всех видов шлифования, за исключением операций резки и прорезки узких пазов. Круги на керамической связке изготавливают из электрокорунда и карбида кремния. Круги на керамической борной связке применяются для ответственных шлифовальных операций.

Бакелитовая связка (Б). Разновидности: Б, Б1, Б2, Б3, БУ. Представляет собой бакелитовую смолу (пудрбакелит) в виде порошка или бакелитового лака. Круги обладают высокой прочностью и упругостью, что дает возможность работать со скоростью 70 м/с и изготавливать круги малой толщиной. Она имеет невысокую теплоемкость, при температуре 250—300 °С выгорает, а зерна абразива выкрашиваются.

При работе со смазочно-охлаждающими жидкостями с содержанием кальцинированной соды более 1,5 % резко снижается прочность и твердость кругов, поэтому их иногда покрывают лаком или парафином. Круги на бакелитовой связке с добавлением наполнителя — криолита обладают повышенной стойкостью. Связка БУ — с упрочняющими материалами (тканевыми прокладками или стеклосеткой), обладает большой прочностью и допускает работу со скоростью до 100 м/с.

Изготавливаемый инструмент: шлифовальные круги всех форм и размеров, сегменты и бруски; применяется для шлифования, заточки, доводки и полирования деталей и инструментов из различных материалов; разрезки и прорезки узких пазов, плоского и фасонного шлифования.

Вулканитовая связка (В). Разновидности: В, В1, В2, В3. В основе имеет синтетический каучук, который смешивают с небольшим количеством серы. Круги более упруги, но менее теплостойкие, чем круги на бакелитовой связке. При температуре выше 150 °С связка размягчается. Круги на этих связках обладают эластичностью и позволяют

работать при скорости 80 м/с с охлаждением. Из-за большой плотности круги непригодны для снятия больших припусков и работы на тяжелых режимах шлифования; требуют частой правки.

Твердость абразивного инструмента — это сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием внешних сил. Чем тверже круги, тем труднее вырвать зерно из связки. Твердость шлифовального круга при одних и тех же номерах зернистости определяется изменением количественного состава связки. Шкала твердости приведена в табл. 21.

При выборе характеристики шлифовального круга следует руководствоваться правилами:

для предварительной заточки и шлифования режущего инструмента из быстрорежущей стали выбирают среднетвердые круги, а из твердых сплавов — круги на одну-две степени мягче;

21. Твердость абразивных кругов согласно шкале твердости и в зависимости от абразивного материала и вида связки

Обозначение	Группа твердости	Вид связки			Область применения
		К	Б	В	
Мягкие (М)	M1 M2 M3	+	+	—	Твердый сплав, минералокерамика, чугун, сплавы цветных металлов
		+	+	—	
		+	+	—	
Среднемягкие (СМ)	СМ1 СМ2	+	+	+	Твердый сплав, быстрорежущая сталь, чугун, цветные металлы
Средний (С)	С1 С2	+	+	+	Конструкционная и быстрорежущая сталь, бронза
Среднетвердые (СТ)	СТ1 СТ2 СТ3	+	+	+	Конструкционная сталь
		+	+	+	
		+	+	+	
Твердые (Т)	T1 T2	+	+	+	Для правки кругов
Весьма твердые (ВТ)	ВТ1 ВТ2	+	+	—	
Чрезвычайно твердые (ЧТ)	ЧТ1 ЧТ2	+	+	—	

* Цифры 1, 2, 3 справа от буквенных обозначений характеризуют степень твердости инструмента в порядке ее возрастания.

П р и м е ч а н и е. Выбор абразивных кругов по твердости производят в зависимости от твердости и вязкости обрабатываемых инструментальных материалов, вида обработки (плоское или круглое, наружное или внутреннее шлифование), зернистости применяемых кругов, их размеров и профиля, способа обработки (с охлаждающей жидкостью или без нее), режимов обработки, формы и размеров обрабатываемых деталей.

при работе на станках с автоматической подачей выбирают круги на одну-две степени мягче, чем при такой же работе на станках с ручной подачей;

при работе на заточных и шлифовальных станках с повышенной жесткостью и устойчивостью против вибраций пользуются мягкими абразивными кругами;

при применении кругов из электрокорунда белого (24А, 25А) вместо нормального (16А, 15А) твердость выбирают на степень выше;

при замене кругов из электрокорунда белого (24А, 25А) кругами из монокорунда (45А, 44А) твердость выбирают на одну-две степени выше;

при шлифовании фасонного режущего инструмента круги выбирают с повышенной твердостью, которые характеризуются увеличенной стойкостью профилирующей кромки;

при шлифовании без смазывающе-охлаждающей жидкости следует применять более мягкие круги, чем при шлифовании с охлаждением;

при повышенных режимах шлифования необходимо применять более твердые круги;

при заточке режущих инструментов предпочтительно, во избежание прижогов, применять мягкие и среднемягкие круги.

Структура абразивного инструмента (табл. 22) представляет соотношение объема (в %) абразивного материала, связи и пор в единице объема круга. Различают три группы структур: № 1—5 — закрытые (плотные), № 6—10 — открытые и № 11—18 — высокопористые (рис. 3).

22. Структура абразивных кругов и область их применения

Условное обозначение структуры кругов		Содержание зерна в круге, % по объему	Вид связи	Область применения
группа	№			
Закрытая или плотная	1	60	В	Шлифование и заточка стального инструмента, однокорбидных сплавов типа ВК, фасонные работы; шлифование цветных металлов
	2	58		
	3	56		
	4	54		
	5	52		
Открытая	6	50	К	Шлифование, заточка двухкорбидных сплавов ТК, минералокерамики
	7	48		
	8	46		
	9	44		
	10	42		
Высокопористая	11	40		
	12	38		
	13	36		
	14	34		
	15	32		
	16	30		
	17	28		
	18	26		

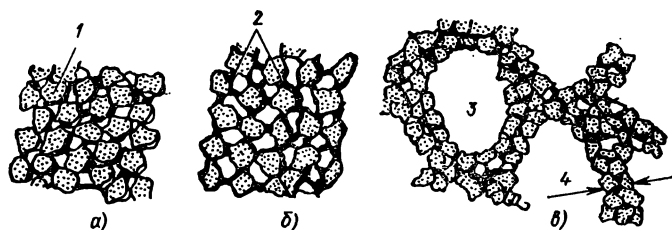


Рис. 3. Структура шлифовального круга:

a — закрытая; *б* — открытая; *в* — высокопористая; 1 — абразивное зерно; 2 — связка; 3 — пора; 4 — стенка

При заточке режущего инструмента применяют круги с открытыми структурами (с более свободными пространствами между зернами), так как это облегчает удаление стружки из зоны резания и уменьшает возможность образования дефектов (сколов, трещин, прижогов) на затачиваемом инструменте. При заточке инструмента из быстрорежущих сталей кругами из электрокорунда наибольшими сроком, производительностью и наименьшим износом обладают круги структуры № 7.

Маркировка абразивных кругов (табл. 23). На кругах диаметром 40—250 мм маркируют товарный знак предприятия-изготовителя, шлифовальный материал, зернистость, связку (кроме кругов диаметром 40—60 мм), степень твердости, классы точности и дисбаланса, допустимую окружную скорость и типоразмеры. Для кругов диаметром менее 40 мм маркировку наносят на коробку или пакет с кругами. ГОСТ 2424—75 допускает класс дисбаланса круга наносить на обратной его стороне, а маркировку на кругах типов ЧК, ЧЦ — на периферии инструмента.

23. Маркировка абразивных кругов

Эскиз круга	Условные обозначения маркировки, нанесенной на круг
	МАЗ 24А 25 СМ1 7К 25 м/с 150×80×32 Б 2 кл. МАЗ — марка завода-изготовителя; 24А — материал — электрокорунд белый; 25 — зернистость; СМ1 — твердость; 7 — структура; К — связка керамическая; 125 — диаметр круга, мм 80 — высота, мм 32 — диаметр отверстия (посадочного), мм Б — класс ин-струмента; 2 кл. — класс дисбаланса

АЛМАЗНЫЕ КРУГИ

Алмазный круг характеризуется формой и размерами, маркой алмаза как абразивного материала, зернистостью и концентрацией алмазов в алмазоносном слое. Типаж алмазных кругов для заточных и шлифовально-доводочных работ приведен в табл. 24. Алмазные шлифовальные круги изготавливают по ГОСТ 16167—80—ГОСТ 16180—81. В соответствии с этими стандартами круги помимо буквенного обозначения и формы (АПП, АЧК, А1Т и т. д.) имеют еще цифровое обозначение каждого типоразмера инструмента. Алмазные круги всех форм и размеров (кроме АППП) состоят из корпуса, который изготавливают из стали, алюминиевого сплава или пластмасс. В корпусе имеются базовые отверстия, диаметр которых соответствует диаметру посадочных шеек оправок заточных станков. Алмазоносный слой (кольцо) состоит из алмазного порошка, связки и в ряде случаев наполнителя.

Связка. При выборе связки алмазных кругов (табл. 25) следует учитывать требуемую производительность при заданных шероховатости поверхности и качестве поверхностных слоев. Она не только удерживает режущие зерна в рабочем слое инструмента, но и влияет на производительность обработки и качество заточенных поверхностей, оказывает полирующее действие, снижает коэффициент трения и адгезию с обрабатываемыми поверхностями, обеспечивает работу инструмента в режиме самозатачивания, обуславливает прочность, жесткость и износостойкость рабочего слоя круга, участвует в образовании и отводе тепла из зоны обработки. Существенное влияние оказывает наполнитель, который в одних случаях приводит к повышению прочности, твердости и износостойкости связки, в других — к интенсификации процесса резания, в третьих — к улучшению теплоотвода в круг. Общий объем алмазного шлифпорошка (микropорошка) и наполнителя составляет 50 % объема рабочего слоя круга. Алмазные круги изготавливаются на органических (О), металлических (М) и керамических (К) связках. Органическая связка обеспечивает хорошее самозатачивание круга при его работе, она достаточно прочная и вязкая, но имеет сравнительно небольшую жесткость; поэтому круги на органической связке изготавливают чаще всего с наполнителем, в качестве которого используют абразивные шлифпорошки (карбид бора, карбид кремния, электрокорунд).

Металлические связки отличаются высокой прочностью и износостойкостью. В некоторые связки добавляют наполнитель (электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, стекло). Наполнителями могут быть также высокотемпературные твердые смазки, обеспечивающие возможность работы алмазных кругов без охлаждения.

Керамические связки отличаются хрупкостью. Круги на этих связках работают в режиме самозатачивания и изготавливаются как с наполнителем, так и без него. Зернистость алмазных кругов в соответствии с ГОСТ 9206—70 определяется зернистостью используемых для их изготовления шлифпорошков и микropорошков (см. табл. 6).

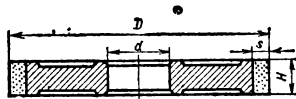
Концентрация алмазов в кругах. Эффективность работы алмазных кругов зависит от концентрации в них алмазов, т. е. от содержания алмазного порошка (в каратах) * в 1 см³ алмазного слоя. За 100 % -ную

* 1 карат равен 0,2 мг.

24. Типаж алмазных кругов для заточных и шлифовально-доводочных работ

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм				Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>		50	100	150

Круги плоские прямого профиля формы 1А1 по ГОСТ 16167—80
(АПП по ГОСТ 16167—70)



2720— 0001 0002	16	8	(5) 6	—	2	O; M; K	1,55	3,1	4,6			
0003 0004		13	(5) 6				2,51	5,0	7,5			
0005 0006		20	10				(5) 6	2,49	5,0	7,5		
0007 0008			16				(5) 6	4,00	8,0	11,9		
0009 0010	25	10	(5) 6				3	O; M; K	4,6	9,1	13,7	
0011 0012		16	(5) 6						7,3	14,6	21,9	
0013 0014	32	10 16	10						6,00 9,60	12,0 19,2	18,0 28,8	
0015 0016	40	10 16	16						7,70 12,3	15,4 24,6	23,0 37,0	
0017 0018	50	10 16							9,7 15,6	19,5 31,0	29,2 47,0	
0019	63	2	20						O; M	2,49	5,0	7,5
0020 0021		10 16							O; M; K	12,4 19,9	24,9 40,0	37,0 60,0
0022 0023 0024 0025		80							3 6 10 20	O; M	4,80 9,60 16,0 32,0	9,6 19,1 32,0 64,0
0026 0027 0028	6 10 20				O; M; K	15,6 26,0 52,0			31,0 52,0 104,0	47,0 78,0 156,0		
0029 0030 0031	100				6 10 20	3 5			O; M; K	12,10 20,10 40,00	24,2 40,0 81,0	36,0 60,0 121,0
0032 0033					6 10	5				19,70 33,00	39,0 66,0	59,0 98,0

Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм				Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %					
	D	H	d	b		50	100	150			
2720—	100		20	—	5	O; M; K	66,00	131,0	197,0		
0034		20					105,00	210,0	315,0		
0035		32									
0036		6	(32)		3		12,10	24,2	36,0		
0037		10					20,10	40,0	60,0		
0038		20					40,00	81,0	121,0		
0039		6					19,70	39,0	59,0		
0040		10			33,00		66,0	98,0			
0041		20			66,00		131,0	197,0			
0042		32			105,00		210,0	315,0			
0043	(110)	6	(20)	3	O; M; K	13,30	26,6	40,0			
0044		10				22,20	44,0	67,0			
0045		20				44,00	89,0	133,0			
0046		6		5		21,80	44,0	65,0			
0047		10					36,00	73,0	109,0		
0048		20					73,00	145,0	218,0		
0049		32					116,00	232,0	348,0		
0050		6		3		13,30	26,6	40,0			
0051		10					22,20	44,0	67,0		
0052		20					44,00	89,0	133,0		
0053	6	5	21,80		44,0	65,0					
0054	10			36,00	73,0	109,0					
0055	20			73,00	145,0	218,0					
0056	32			116,00	232,0	348,0					
0057	125	3	32	3	O; M; K	7,60	15,2	22,8			
0058		6				15,20	30,0	46,0			
0059		10				25,30	51,0	76,0			
0060		20				51,00	101,0	152,0			
0061		3		5		12,40	24,9	37,0			
0062		6					24,90	50,0	75,0		
0063		10					41,00	83,0	124,0		
0064		20					83,00	166,0	249,0		
0065		32				133,00	265,0	398,0			
0066		150		6		(50)	3	O; M; K	18,3	37,0	55,0
0067	10			31,0	61,0		92,0				
0068	20			61,0	122,0		183,0				
0069	6		5	30,0	60,0		90,0				
0070	10				50,0		100,0		150,0		
0071	20				100,0		201,0		301,0		
0072	32				160,0		321,0		481,0		
0073	150		6	(50)	3		O; M; K		18,3	37,0	55,0
0074			10						31,0	61,0	92,0
0075			20						61,0	122,0	183,0

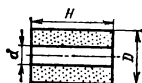
Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	D	H	d	b			50	100	150
2720 —									
0076		6					18,3	37,0	55,0
0077		10	51		3		31,0	61,0	92,0
0078		20					61,0	122,0	183,0
0079		6					30,0	60,0	90,0
0080	150	10	(50)				50,0	100,0	150,0
0081		20					100,0	201,0	301,0
0082		32			5		160,0	321,0	481,0
0083		6					30,0	60,0	90,0
0084		10	51	—			50,0	100,0	150,0
0085		20					100,0	201,0	301,0
0086		32					160,0	321,0	481,0
0087		6			3		24,4	49,0	73,0
0088		10					41,0	82,0	123,0
0089		20	(32)				82,0	163,0	245,0
0090		6					40,0	81,0	121,0
0091		10			5		67,0	135,0	202,0
0092		20					135,0	270,0	405,0
0093		40					270,0	540,0	810,0
0094		6					24,4	49,0	73,0
0095		10	(50)				41,0	82,0	123,0
0096		20			3		82,0	163,0	245,0
0097		6				O; M; K	24,4	49,0	73,0
0098		10	51				41,0	82,0	123,0
0099		20					82,0	163,0	245,0
0100		6					40,0	81,0	121,0
0101		10	(50)				67,0	135,0	202,0
0102		20					135,0	270,0	405,0
0103		40			5		270,0	540,0	810,0
0104	200	6					40,0	81,0	121,0
0105		10	51				67,0	135,0	202,0
0106		20					135,0	270,0	405,0
0107		40					270,0	540,0	810,0
0108		6					24,4	49,0	73,0
0109		10	(75)				41,0	82,0	123,0
0110		20			3		82,0	163,0	245,0
0111		6					24,4	49,0	73,0
0112		10	76				41,0	82,0	123,0
0113		20					82,0	163,0	245,0
0114		6					40,0	81,0	121,0
0115		10	(75)				67,0	135,0	202,0
0116		20					135,0	270,0	405,0
0117		40			5		270,0	540,0	810,0
0118		6					40,0	81,0	121,0
0119		10	76				67,0	135,0	202,0
0120		20					135,0	270,0	405,0
0121		40					270,0	540,0	810,0

Продолжение табл. 24

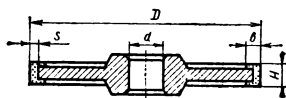
Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>			50	100	150

Круги плоские прямого профиля без корпуса формы А8 по ГОСТ 16168—80
(АПП по ГОСТ 16168—70)



2720—	6	6	2			О; М	0,33	0,66	1,00
0181									
0182	8	10	3				0,57	1,14	1,71
0183							0,95	1,90	2,85
0184		6		—	—		0,88	1,76	2,64
0185	10	10					1,57	3,10	4,70
0186	13	6	4				1,59	3,20	4,80
0187		10					2,64	5,30	7,90

Круги плоские прямого профиля трехсторонние формы 14У1 по ГОСТ 16169—81
(А2ПП по ГОСТ 16169—70)



2720—	125	6	32	4	2	O; M	16,80	33,60	53,50
0201		8					20,20	40,40	53,50
0202									
0203	10	24,30	49,00	73,00					
0204							28,40	57,00	85,00
0205	8	6	32,00	64,00					
0206	10						36,00	72,00	108,00
0207	150	8	51	4					
0208		10					28,40	57,00	85,00
0209	10	32	6	32,00					
0210					10	36,00	72,00	108,00	
0211	12	32	6	73,00					146,00
0212					14	81,00	162,00	243,00	
0213	12	103,00	207,00	310,00					
0214	200				14	10	3	111,00	223,00
0215	12	51	6	73,00	146,00				
0216	14					81,00	162,00	243,00	
0217	12	10	103,00	207,00	310,00				

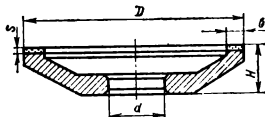
Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %			
	D	H	d	b			50	100	150	
0038	200	29		10	4	О; М; К	53,0	105,0	158,0	
0039				20			100,0	199,0	299,0	
0040				40			177,0	354,0	530,0	
0041		31		10	6		79,0	158,0	236,0	
0042				20			149,0	299,0	448,0	
0043				40			265,0	530,0	795,0	
0044		29	76	10	4		53,0	216,0	158,0	
0045				20			100,0	105,0	299,0	
0046				40			177,0	199,0	530,0	
0047	250	31		10	6		79,0	354,0	236,0	
0048				20			149,0	158,0	448,0	
0049				40			265,0	299,0	795,0	
0050		29		10	4		66,0	133,0	199,0	
0051				20			127,0	254,0	382,0	
0052				40			232,0	465,0	695,0	
0053		31	51	10	6		99,0	199,0	299,0	
0054				20			191,0	382,0	570,0	
0055				40			348,0	695,0	1045,0	
0056	250	29	76	10	4		66,0	133,0	199,0	
0057				20			127,0	254,0	382,0	
0058				40			232,0	465,0	695,0	
0059		31		10	6		99,0	199,0	299,0	
0060				20			191,0	382,0	570,0	
0061				40			348,0	695,0	1045,0	
0062		29	(127)	10			66,0	133,0	199,0	
0063				20			127,0	254,0	382,0	
0064				40			232,0	465,0	695,0	
0065	300	31	76	10	4		80,0	160,0	241,0	
0066				20			155,0	310,0	465,0	
0067				40			288,0	575,0	860,0	
0068		33		60	6		398,0	795,0	1195,0	
0069				10			120,0	241,0	361,0	
0070				20			232,0	465,0	695,0	
0071				40			431,0	860,0	1295,0	
0072				60			595,0	1195,0	1790,0	
0073		31		10	4		80,0	160,0	241,0	
0074				20			155,0	310,0	465,0	
0075				40			288,0	575,0	860,0	
0076		33	127	60	6		398,0	795,0	1195,0	
0077				10			120,0	241,0	361,0	
0078				20			232,0	465,0	695,0	
0079				40			431,0	860,0	1295,0	
0080				60			595,0	1195,0	1790,0	

Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	D	H	d	b			50	100	150

Круги чашечные конические формы 12A2 по ГОСТ 16172-80
(АЧК по ГОСТ 16172-70)



2724 —		19,5		2	(1,5)		1,00	1,99	2,88
0001				3			1,46	2,92	4,40
0002									
0003	50		16	2		О; М	1,99	4,00	6,00
0004		21		3	3		2,92	5,80	8,80
0005	75		20	3			2,99	6,00	9,00
0006		20		6	2		5,70	11,40	17,20
0007				3			4,50	9,00	13,40
0008		21		6	3	О; М; К	8,60	17,20	25,80
0009				6		О; М	11,70	23,40	35,00
0010		26		10	3		18,70	37,00	56,00
0011				6		О; М; К	15,60	31,00	47,00
0012		27		10	4		24,90	50,00	75,00
0013	100		20	6		О; М; К	19,50	39,00	58,50
0014		28		10	5		31,00	62,00	93,00
0015				3		О; М	6,00	12,00	18,10
0016		32		5	3		9,90	19,70	29,60
0017				10		О; М; К	18,70	37,00	56,00
0018				3		О; М	10,10	20,10	30,00
0019		34		5	5		16,40	33,00	49,00
0020				10		О; М; К	31,00	62,00	93,00
0021	125			6	3	О; М	14,80	29,60	44,00
0022		26		10	3	О; М; К	23,80	48,00	71,00
0023				6		О; М; К	19,70	39,00	59,00
0024		27		10	4	О; М	32,00	64,00	95,00
0025			20	6			24,70	49,00	74,00
0026		28		10	5		40,00	80,00	119,00

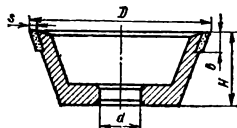
Продолжение табл 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %			
	D	H	d	b			50	100	150	
2724 — 0027 0028 0029	125	40	32	3	3	O; M; K	7,60	15,20	22,80	
0030				5			12,40	24,90	37,00	
0031		10		23,80	48,00		71,00			
0032		3		12,60	25,30		38,00			
0033 0034 0035 0036 0037 0038 0039 0040 0041	42	5		5	20,70		41,00	62,00		
				10	40,00		80,00	119,00		
		26		3	6		18,00	36,00	54,00	
					10		29,00	58,00	87,00	
	28			5	15		42,00	84,00	126,00	
					6		30,00	60,00	90,00	
		40		5	10		48,00	97,00	145,00	
					15		70,00	140,00	210,00	
0042 0043 0044 0045 0046 0047 0048 0049 0050	42		5	(5)	15,00		30,00	45,00		
				10	29,00		58,00	87,00		
		40	3	20	54,00		108,00	162,00		
				(5)	25,10		50,00	75,00		
	(51)		5	10	48,00		97,00	145,00		
				20	90,00		180,00	269,00		
		42	3	(5)	15,00	30,00	45,00			
				10	29,00	58,00	87,00			
25	2		20	54,00	108,00	162,00				
			(5)	25,10	50,00	75,00				
	0051 0052 0053 0054 0055 0056 0057 0058 0059 0060 0061 0062	175	51	6	3	O; M	21,00	42,00	63,00	
							10	34,00	68,00	103,00
26				4	15		50,00	100,00	149,00	
					6		28,00	56,00	84,00	
				27	5		10	46,00	91,00	137,00
							15	66,00	133,00	199,00
28		3	6		35,00		70,00	105,00		
			10		57,00		114,00	171,00		
		200	26	15	83,00		166,00	249,00		
					10		39,00	79,00	119,00	
0063 0064				15	3		58,00	115,00	173,00	

Продолжение табл. 24

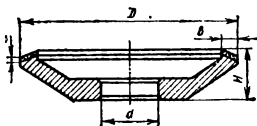
Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	D	H	d	b			50	100	150

Круги чашечные конические формы 11V9 по ГОСТ 16173—81 (А1ЧК по ГОСТ 16173—70)



2724— 0101	50	20	16	3	1,5	O; M	1,47	2,95	4,40
0102	75	32					5,90	11,70	17,60
0103			20	6	2,0		7,90	15,90	23,80
0104	100			10			13,00	26,10	39,00
0105		40		6			14,90	29,80	45,00
0106	125		51	8	3,0		19,60	40,00	59,00

Круги чашечные тарельчатые формы 12V5 по ГОСТ 16174—81 (А24К по ГОСТ 16174—70)

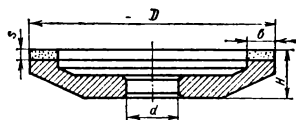


2724— 0121 0122	50	20	16	3	3	O; M	2,93	5,90	8,80	
0123 0124	75	25	20				3	4,50	9,00	13,40
0125 0126							6	7,80	15,50	23,50
0127 0128	100	32	3				8,10	16,10	24,20	
0129 0130	125	40	32	6	15,60		31,20	46,80		
0131 0132				3	10,10		20,20	30,00		
0133 0134	125	40	32	6	4		19,70	39,40	59,20	

Продолжение табл. 24

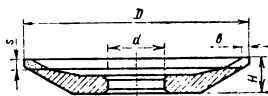
Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>			50	100	150

Круги тарельчатые конические формы 12А2 по ГОСТ 16175—81 (АТ по ГОСТ 16175—70)



2725—				3				1,95	3,90	5,80
0001			10	6				3,70	7,30	11,00
0002	50	8		3				1,95	3,90	5,80
0003				6				3,70	7,30	11,00
0004			16	3				2,99	6,00	9,00
0005	75	10		6				5,70	11,40	17,20
0006				3				4,00	8,00	12,10
0007	100	12	20	6				7,80	15,60	23,40
0008				3				5,10	10,10	15,20
0009	125	16		6	2	O; M		9,90	19,70	29,00
0010				10				15,90	32,00	48,00
0011			32	3				6,10	12,20	18,30
0012	150	18		6				11,90	23,90	36,00
0013				10				19,40	39,00	58,00
0014	175	20		6				14,00	28,00	42,00
0015				10				22,80	46,00	68,00
0016	200	22	51	6				16,10	32,00	48,00
0017				10				26,30	53,00	79,00
0018	250	25		6				20,20	40,00	61,00
0019				10				33,00	66,00	100,00
0020										

Круги тарельчатые А1Т по ГОСТ 16176—70 (12К4 по ГОСТ 16176—82)

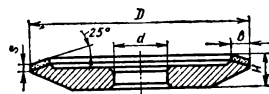


2725—										
0031	50	6	16	1	1,5			0,67	1,34	2,01
0032				2				1,12	2,25	3,40
0033	80	10	20	1,5	2	O; M;		1,97	3,90	5,90
0034				3				3,40	6,90	10,30

Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>			50	100	150
2725— 0035	100	10	20	1,5	2	О; М;	2,49	5,00	7,50
0036			3	4,40			8,80	13,10	
0037			32	1,5			2,49	5,00	7,50
0038				3			4,40	8,80	13,10
0039	125	13	32	1,5			3,10	6,30	9,4
0040				3			5,60	11,10	16,70
0041	150	16	(50)	3	3		10,00	20,00	30,00
0042				5			15,60	31,00	47,00
0043			(50)	3			10,00	20,00	30,00
0044				5			15,60	31,00	47,00
0045			51	3			10,00	20,00	30,00
0046				5			15,60	31,00	47,00

Круги тарельчатые АЗТ по ГОСТ 16177—70 (12V5 по ГОСТ 16177—82)

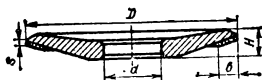


2725— 0061	32	6	10		1	O; M	0,32	0,63	0,95		
0062	50			16	1,5		1,5	0,75	1,51	2,26	
0063	80	10	32	3	1,5			1,22	2,44	3,70	
0064			5	2,40				4,80	7,20		
0065					3,90			7,80	11,70		
0066	100		20	2	1,5			3,03	4,10	6,10	
0067				3			3,00	6,00	9,00		
0068				5			4,90	9,90	14,80		
0069							3,03	4,10	6,10		
0070		(32)	2		3,00		6,00	9,00			
0071			5		4,90		9,90	14,80			
0072	125	13	32	2	2		3,40	6,80	10,20		
0073				3			5,10	10,10	15,20		
0074				5			8,30	16,60	24,90		
0075	150	16	(50)	5	3		15,00	30,00	45,00		
0076				10			29,00	58,00	87,00		
0077									15,00	30,00	45,00
0078							10		29,00	58,00	87,00

Продолжение табл. 2

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм					Вид связки	Масса алмазов, кар. при концентрации, %		
	D	H	d	b			50	100	150
2725— 0079 0080	150	16	51	5 10	3	О; М	15,00 29,00	30,00 58,00	45,00 87,00

Круги тарельчатые А4Т по ГОСТ 16178—80 (12Д9 по ГОСТ 16178—82)



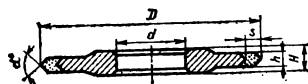
2725— 0101	125			4	2		6,7	13,4	20,1
0102							12,9	25,9	39,0
0103				8			23,5	47,0	71,0
0104			32	12			34,0	69,0	103,0
0105				16			44,0	89,0	133,0
0106				25			65,0	130,0	195,0
0107				8			23,5	47,0	71,0
0108			50	12			34,0	69,0	103,0
0109				16			44,0	89,0	133,0
0110				25			65,0	130,0	195,0
0111				8			23,5	47,0	71,0
0112			51	12			34,0	69,0	103,0
0113				16			44,0	89,0	133,0
0114				25			65,0	130,0	195,0
0115				8			32,0	64,0	96,0
0116			32	12			47,0	94,0	141,0
0117				16			61,0	122,0	183,0
0118				25			91,0	181,0	272,0
0119				8			32,0	64,0	96,0
0120			(50)	12			47,0	94,0	141,0
0121				16			61,0	122,0	183,0
0122				25			91,0	181,0	272,0
0123				8			32,0	64,0	96,0
0124			51	12			47,0	94,0	141,0
0125				16			61,0	122,0	183,0
0126				25			91,0	181,0	272,0
0127				16			78,0	155,0	233,0
0128			32	25			117,0	233,0	350,0
0129				40			174,0	348,0	525,0
0130				16			78,0	155,0	233,0
0131			(50)	25			117,0	233,0	350,0
0132				40			174,0	348,0	525,0

Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм				Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %										
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>		50	100	150								
2725— 0133 0134 0136	250	20	51	16 25 40	3	О; М	78,0 117,0 174,0	155,0 233,0 348,0	233,0 350,0 525,0							
0136			(75)	16 25 40			78,0 117,0 174,0	155,0 233,0 348,0	233,0 350,0 525,0							
0137				76			16 25 40	78,0 117,0 174,0	155,0 233,0 348,0	233,0 350,0 525,0						
0138											300	25	(75)	16 25 40	216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0
0139			76													
0140				(75)			60 40 60	216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0	645,0 895,0 895,0						
0141	300	25									(75)	16 25 40	216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0	645,0 895,0 895,0	
0142			76													40
0143				300			25	(75)	16 25 40	216,0 298,0 298,0						
0144	76	40									216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0	645,0 895,0 895,0			
0145			300											25	(75)	16 25 40
				76			40	216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0	645,0 895,0 895,0						
	300	25			(75)	16 25 40					216,0 298,0 298,0	431,0 595,0 595,0	645,0 895,0 895,0			

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм						Вид связки	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	α°	<i>H</i> ₁	<i>S</i>		50	100	150

Круги плоские с двухсторонним коническим профилем А211 по ГОСТ 16179—70 (15ЕЕ1Х и 1ЕЕ1Х по ГОСТ 16179—82)



2727 —	25	3	6	40	3	2	O; M	0,78	1,57	2,35		
0001		6			6			1,12	2,23	3,30		
0002					6			0,83	1,67	2,50		
0003		3		(55)	3			1,26	2,52	3,80		
0004		6			6			0,85	1,69	2,54		
0005		3		60	3			1,29	2,58	3,90		
0006		6			6			0,78	1,57	2,35		
0007		3	(10)	40	3			1,12	2,23	3,30		
0008		6			6			0,83	1,67	2,50		
0009		3		(55)	3			1,26	2,52	3,80		
0010		6			6			0,85	1,69	2,54		
0011		3		60	3			1,29	2,58	3,90		
0012		6			6							

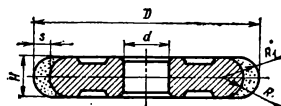
Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм						Вид связи	Масса алмазов, кар, при концентрации, %			
	D	H	d	α°	H ₁	s		50	100	150	
2727— 0013 0014	50	3 6	16	40	3 6	4	О; М	3,50 5,40	7,00 10,80	10,40 16,20	
0015 0016				(55)	3 6			3,60 5,70	7,20 11,40	10,80 17,10	
0017 0018				60	3 6			3,60 5,80	7,20 11,50	10,80 17,30	
0019 0020				125	6			32	30 40	3	9,60 9,70
0021 0022	(55) 60	9,80 9,80	19,60 19,60						29,40 29,40		
0023 0024	90 120	9,90 10,00	19,80 19,90						29,80 29,90		
0025 0026	250	8	(75)	40	4 6	5		33,00 49,00	66,00 98,00	99,00 147,00	
0027 0028				(55)	4 6			— 50,00	— 90,00	— 148,00	
0029 0030				60	4 6			33,00 50,00	67,00 99,00	100,00 149,00	
0031 0032				76	40			4 6	40,00 59,00	80,00 119,00	120,00 178,00
0033 0034			(55)		4 6			— 50,00	— 90,00	— 148,00	
0035 0036			60		4 6			33,00 50,00	87,00 99,00	100,00 149,00	
0037 0038			300	127	40			4 6	40,00 59,00	80,00 119,00	120,00 178,00
0039 0040					(55)			4 6	40,00 60,00	81,00 120,00	121,00 180,00
0041 0042		4 6			40,00 60,00	81,00 120,00		121,00 180,00			

Продолжение табл. 24

Обозначение типоразмеров кругов	Основные размеры, мм						Вид связи	Масса алмазов, кар, при концентрации, %		
	D	H	d	R	R ₁	s		50	100	150

Круги плоские с полукругло-выпуклым профилем А5П по ГОСТ 16180—70
(ИФХИ по ГОСТ 16180—82).



2729—										
0001	50	2	16	1	—	2	M; (O)	1,18	2,36	3,50
0002		3		1,5	2			3,7	7,30	11,00
0003								6,1	12,10	18,20
0004	80	4	20	2	3		M; (O)	7,9	15,90	23,80
0005		5		2,5				10,0	20,10	30,10
0006		6		3	4	4		11,7	23,50	35,00
0007	100						M; (O)	15,4	31,00	46,00
0008		8		4	5			19,6	39,00	59,00
0009		10		5	6			24,2	48,00	73,00
0010	125	12	32	6	7	5	M; (O)	36,0	73,00	109,00
0011		8		4	5	4		19,6	39,00	59,00
0012		10		5	6			24,2	48,00	73,00
0013	150	12	(50)	6	7	5	M; (O)	36,0	73,00	109,00
0014		3		1,5	2			9,7	19,40	29,10
0015		4		2	3			12,7	25,30	38,00
0016	125	6	32	3	4	4	M; (O)	18,8	38,00	56,00
0017		8		4	5			24,9	50,00	75,00
0018		10		5	6			31,0	61,00	92,00
0019	150	12	(51)	6	7	5	M; (O)	46,0	92,00	138,00
0020		16		8	9			61,0	121,00	182,00
0021		20		10	12	6		87,0	174,00	261,00
0022	150						M; (O)	106,0	212,00	318,00
0023		24		12	13	7		153,0	305,00	458,00
0024		32		16	17			201,0	401,00	600,00
0025	150	20	(50)	10	12	6	M; (O)	106,0	212,00	318,00
0026		24		12	13	7		153,0	305,00	458,00
0027		32		16	17			201,0	401,00	600,00
0028	150	20	(51)	10	12	6	M; (O)	106,0	212,00	318,00
0029		24		12	13	7		153,0	305,00	458,00
0030		32		16	17			201,0	401,00	600,00

25. Характеристика алмазных кругов и область применения

Марка		Область применения	Преимущества и недостатки
связки	алмаза		
Органическая связка			
БР	АСМ *, АСО	Доводочное шлифование торцом круга и доводка инструмента с охлаждением и без него для получения шероховатости $Ra=0,08\div0,02$ мкм	Сохраняют постоянную режущую способность благодаря интенсивному самозатачиванию, не требуют частой правки; повышают качество обработанных поверхностей в связи с уменьшением силы резания и температуры в зоне шлифования
	АСН	Доводка режущей части инструмента из сверхтвердых поликристаллических материалов	
Б1	АСО; АСМ	Чистовая заточка и доводка твердосплавного инструмента без охлаждения, чистовое шлифование твердосплавных деталей с охлаждением и без него при повышенных требованиях к качеству обработанной поверхности	
Б2	АСР, АСРМ, АСРМА, АСОМ, АСОМА (алмазы с покрытием агрегатированные) АСО, АСОМ, АСОАМ, АСР, АСРМ, АСРАМ	Чистовая заточка твердосплавного инструмента без охлаждения; чистовое шлифование твердосплавных деталей с охлаждением и без него Профильное шлифование, резбошлифование, шлифовка канавок на деталях и инструменте из твердого сплава с охлаждением и без него	
	Б3	АСМ	
Б8	АСОМА, АСРМА, АСОМ, АСРМ, АСМ	Чистовое шлифование и заточка твердосплавной части инструмента с охлаждением и без него	Повышенный расход алмазов; обладают значительной чувствительностью к высоким температурам в зоне шлифования, что не позволяет производить большие подачи на глубину шлифования
ТО2	АСО, АСР	Получистовое шлифование твердосплавных изделий и инструмента с повышенной производительностью без охлаждения и с охлаждением; заточка инструмента из поликристаллов сверхтвердых материалов	

Продолжение табл. 25

Марка		Область применения	Преимущества и недостатки
связки	алмаза		
БП2	АСР	Получистовое высокопроизводительное шлифование твердосплавных изделий с охлаждением и без него; высокопроизводительная заточка твердосплавных инструментов на станках с механическими подачами без охлаждения	Высокая производительность обработки и износостойкость круга; возможность обработки твердого сплава совместно со стальной державкой; позволяют работать в режиме электроалмазного шлифования
Б156	АСО, АСР, АСРМА, АСРМ, АСВ, АСМ	Обработка неперетачиваемых твердосплавных пластин в массовом производстве; профильное шлифование и заточка инструмента узкокрючочными кругами без охлаждения	

Металлическая связка

М1	АСР, АСРМ, АСВ	Шлифование и заточка твердосплавного инструмента при повышенных требованиях к стойкости кругов, профильное шлифование, резка и прорезка пазов в твердом сплаве с охлаждением; нанесение стружколомательных канавок; шлифование и заточка твердых сплавов в алмазном режиме; шлифование стружколомательных канавок мелкоразмерных сверл, разверток, зенкеров, борфрез и другого инструмента с охлаждением	Высокая износостойкость, сохраняют форму профиля инструмента; повышают размерную стойкость инструмента; допускают работу с перегрузками и ручными подачами
МИ, КИ	АСР, АСВ, А		
М1П (алмазосодержащий прокат)	АСВ, АСК, АСМ		
МО4	АСР, АСРМ, АСВ, АСРМ	Заточка и шлифование, в том числе совместно со стальной державкой; глубинное шлифование; глубинное шлифование стружколомательных канавок с охлаждением в режиме электроалмазного шлифования и заточки; резка материалов	
МО7	АСР, АСВ	Шлифование резьбы инструмента многониточными кругами с применением охлаждения	
МО8	АСВ	Глубинное шлифование в электроалмазном режиме стружечных канавок у цельнотвердосплавных борфрез и другого мелкоразмерного инструмента	Для снятия больших припусков; обдирочное шлифование с применением охлаждения и в режиме электроалмазного шлифования

Продолжение табл. 25

Марка		Область применения	Преимущества и недостатки
связки	алмаза		
МО13	АСР, АСРМ, АСВ, АСВМ, АСРС	Многопроходная и глубинная заточка твердосплавной части инструмента с касанием по стальной державке с охлаждением; шлифование неперетачиваемых пластин	Для снятия больших припусков; обдирочное шлифование с применением охлаждения и в режиме электроалмазного шлифования
МО13Э	АСР, АСРМ, АСВ, АСВМ	Электрохимическая заточка твердосплавного режущего инструмента совместно со стальной державкой	
МО16	АСК	Круглое наружное предварительное шлифование инструмента из труднообрабатываемых марок быстрорежущих сталей с охлаждением	
МО20	АСРС	Шлифование боковых поверхностей и радиусов многогранных неперетачиваемых пластин	
МВ1	АСР, АСРМ, АСВ, АСВМ, АСРМА	Многопроходная и глубинная заточка твердосплавного инструмента совместно со стальной державкой с охлаждением и в режиме электроалмазного шлифования	
ТМ2	АСВ	Шлифование твердого сплава охлаждением на предварительных операциях, глубинное шлифование с охлаждением	
МП1	АСВ, АСВМА	Заточка твердосплавного инструмента совместно со стальной державкой (1 : 1) с охлаждением; глубинное шлифование с охлаждением; заточка и шлифование твердосплавного инструмента в электрохимическом режиме	Высокая износостойкость
М	АСВ, АСК, А	Отрезка, прорезка пазов в твердом сплаве и других труднообрабатываемых материалах	
Э1 (гальваническая)	АСР, АСВ, АСК, А	Профильное шлифование твердых сплавов и других труднообрабатываемых материалов	

Продолжение табл. 25

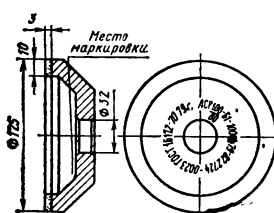
Марка		Область применения	Преимущества и недостатки
связки	алмаза		
Керамическая связка			
K1	АСР, АСВ	Заточка и шлифование твердого сплава вместе со стальной державкой при жестком креплении инструмента с охлаждением	Повышают качество обработанной поверхности, обладают высокими режущими свойствами
K5	АСР, АСВ		
K16	АСМ		

* Обозначение марок алмазов см. в табл. 7.

концентрацию принимают содержание алмазов 4,4 карата алмазов в 1 см³ алмазного слоя (0,878 мг/мм³). Шлифовальные круги выпускают 50, 75, 100 и 150 %-ной концентрации с содержанием алмазов соответственно 0,439; 0,658; 0,878; 1,317 мг/мм³. Специальные алмазные круги изготовляют 200 %-ной концентрации (1,756 мг/мм³).

Выбор концентрации алмазных кругов определяется характером заточной операции, производительностью процесса заточки, расходом

26. Маркировка алмазных кругов

Эскиз	Условные обозначения
	2724—0023 ГОСТ 16172—70 АСР 100/80—Б1—100 1979 г. № 79-82; ▼ — товарный знак предприятия-изготовителя; 2724—0023 ГОСТ 16172—70 — типоразмер круга; АСР 100—80 — марка и зернистость алмазного порошка; Б1 — связка; 100 — концентрация алмаза в алмазном слое, %; 1979 — год изготовления (допускается помещать две последние цифры года изготовления); № 7982 — номер круга по системе нумерации предприятия-изготовителя

алмазов и экономическими показателями. На выбор концентрации кругов влияет также вид связки и абразивного материала. С увеличением концентрации алмазов в кругах повышаются производительность заточки, износостойкость и кромкостойкость, снижаются силы резания, уменьшается себестоимость заточных операций.

Маркировка алмазных кругов. На корпусах алмазных кругов с наружным диаметром 60 мм и более наносят товарный знак предприятия-изготовителя, обозначение круга, марку и зернистость алмазного порошка, концентрацию алмазов в алмазоносном слое (в %), марку связки, номер круга по системе нумерации предприятия-изготовителя, номер стандарта и год изготовления.

На корпусах кругов с наружным диаметром до 60 мм маркируется только номер круга и товарный знак завода-изготовителя. Полная маркировка этих кругов содержится на бирках из прессшпана. Алмазные круги снабжаются паспортом, содержащим кроме маркировочных данных еще и такие сведения, как масса алмазов (в каратах), допустимая рабочая скорость (в м/с), и имеют штамп технического контроля предприятия-изготовителя. Пример маркировки, наносимой на круги из синтетических алмазов, приведен в табл. 26.

КРУГИ ИЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

Круги из эльбора. Основное место в номенклатуре инструмента из эльбора занимают шлифовальные круги, применяемые для шлифования, заточки и доводки инструментов из быстрорежущих сталей. Типы и основные размеры кругов из эльбора приведены в табл. 27—48.

Круг характеризуется формой и размерами, маркой эльбора как абразивного материала, зернистостью, твердостью, структурой и концентрацией эльбора в эльборосодержащем слое. Корпус круга изготавливают из стали, алюминия, электрокорунда и других материалов. В корпусе имеются базовые отверстия, диаметр которых соответствует диаметру посадочных шеек оправок или планшайб заточных и шлифовальных станков.

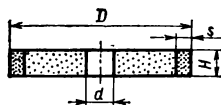
Эльборосодержащее кольцо состоит из эльборового порошка, связки и наполнителя, повышающего прочность кольца и снижающего его износ. Иногда между корпусом и эльборосодержащим слоем помещают безэльборовый слой из связки. Толщина эльборосодержащего слоя различна и составляет 1—5 мм в зависимости от назначения круга.

Эльборосодержащий слой кругов изготавливается из эльбора марок ЛО, ЛП, ЛД (дробленные), ЛОМ (металлизированные), ЛОС (со стеклопокрытием) зернистостью Л20—ЛМ20 для кругов на керамической и Л20—ЛМ5 для кругов на органических связках.

Связка. Круги из эльбора, кубонита и гексанита — А изготавливают на органических (О), керамических (К) и металлических (М) связках (табл. 49). Круги на органических связках (Б1, КБ, Б156) по форме и технологии изготовления подобны аналогичному алмазному инструменту, а на керамической связке — абразивному инструменту.

Зернистость. Зернистость эльборовых кругов определяется зернистостью используемых для их изготовления шлифзерен, шлифпорошков и микропорошков (см. табл. 9). Зернистость эльборовых кругов выбирается в зависимости от требований, предъявляемых к шероховатости обрабатываемой поверхности. Твердость кругов из эльбора,

27. Круги плоские прямого профиля типа А1А (ЛПП-1), исполнение 1 (ГОСТ 17123—79)

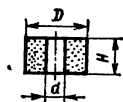


D	H	d	s	D	H	d	s	D	H	d	s
мм				мм				мм			
25	5	6		50	10	16		100	5		
	6				20				6		
	10				25				9		
	20				32				10		
32 (30)	10	10			20				11	20	
	12				25				12		
	20				32				16		
	25				40				20		
(35)	6	13		63 (60)	10			(110)	32		
	10				11				40		
	12				20				50		
	20				32				10		
40	10	10		75 (70)	10	20		125	11		
	15				11				13		
	20				12				17		
	25				18				19		
50	8	6			24				20	32	
	11				25				21		
	7				32				25		
	8				50				40		
50	10	10		80	10				50		
	8				11				10		
	10				12				12		
	20				20				17		
50	10	13			32				18		
	20				40				19		
	25				50				20		
	10				10				21		
50	32	16 (20)		(90)	25				25		
	10				50				27		
	4								32		
	10										

Продолжение табл. 27

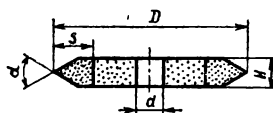
D	H	d	s	D	H	d	s	D	H	d	s	
mm				mm				mm				
150	5 10 16 16	32	5	100	5 6 9 10 11 12 16 20 32 40 50	20	5	(160)	10 16 20 32	32	5	
(160)	10 16 20 32		0; 20					8 10 16 20				
200	8 10 16 20 10 16 20 20		5		(110)			10 11 13 17 19 20 24 50	10; 20			
	76		10; 20		5 10 11 12 17 19 20 21 25 40 50			20				
250	10 16 20 25	76	5	125	10 12 17 18 19 20 21 25 27 32	32	10; 20	250	10 16 20 25	76	5	
300	10 16 20 25				127 (76)			300	10 16 20	127 (76)		
(320)	8 10 12 16 20 25				127 (76)			350	16 20 25 40 8 63	127; 160		10
80	12 20 32 40 50				20			150	5 10 16 16	160		20
(90)	25 50							(360)	10 16 20	127	5	

29. Круги плоские прямого профиля без корпуса типа А8 (ЛППП)



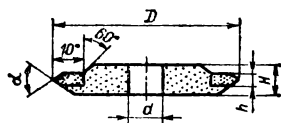
D	H	d	D	H	d	D	H	d
мм			мм			мм		
1,0 1,5 2,0	1,6 1,7 2,2	0,5 0,8 1,0	8,0	6,0 8,0 10,0 12,0 14,0 16,0	3,0	15,0	11,0 16,0 20,0 25,0	4,0 (5,0)
3,0	4,0 6,0	1,2		2,0 3,2			20,0	
	0,8 2,0 2,5 3,5 4,0	1,5	9,0	6,0 7,0 10,0 12,0	3,0	16,0	3,0 10,0 16,0	3,0 5,0
4,0	6,0 8,0	1,6; 1,8		6,0 8,0 10,0 12,0 14,0 16,0			5,0 6,0 10,0 12,0 16,0 25,0	
5,0	3,5 5,0 6,0 8,0 10,0	2,0	10,0	4,0 10,0	4,0	17,0	3,0 16,0	3,0
	10,0			3,0 4,0 8,0 10,0 12,0 16,0			6,0 11,0 14,0 16,0 18,0	
6,0	10,0	2,6	12,0	8,0 10,0 12,0 13,0 16,0	4,0	20,0	3,0	3,0
	5,0 6,0 7,0 8,0 10,0			6,0 8,0 12,0 14,0			10,0 16,0 17,0 20,0 25,0	
7,0	2,0 3,0 5,0	2,0	13,0	6,0 8,0 12,0 14,0	4,0 (5,0)	22,0	8,0 13,0	8,0
	10,0 12,0	3,0		10,0 16,0				

30. Круги плоские с двусторонним коническим профилем типа 1Е1 (ЛП2-2)



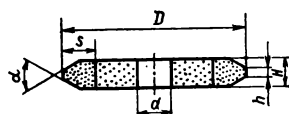
D	H	d	s	α°	D	H	d	s	α°	
мм					мм					
25 35	8	8	1	60	75 (70)	8	20	10	60	
					90 100					
50		16	10			10	32	15	40	
60		20			150		51		60	

31. Круги плоские с двусторонним коническим профилем типа 1Е6Q (ЛП2-3)



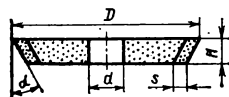
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	$\alpha,^{\circ}$
мм				
75 (80)	6	20	3	60
100	8	32		45; 55
125				60
150				
350				
400	10	203	3; 4	60
500	13	305	6	45

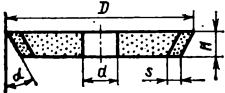
32. Круги плоские с двусторонним коническим профилем типа 1D1 (Л2П-1)



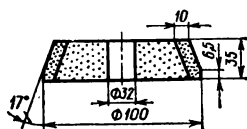
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	$\alpha, ^\circ$	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	$\alpha, ^\circ$
мм						мм					
60	10	13	2	12	30	150	10 13 16 20	32	3	10; 15	40; 60
80	13; 20	16		15	40; 60						30; 40; 60
100	10	20		20	40; 60						
	16		3	25	40						
	20		5								
125	13	32	2	15	60		250	13	76	4	18
	16		3								
	20		4	25	40						

33. Круги плоские с односторонним коническим профилем типа 1U1 (ЛЗП)

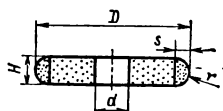


	D	H	d	α°	
	mm				
	100	8	32	5	15
	125				
	150	10 15			
		20 32			
		20		15	
250	76	10	15; 30		

34. Круг плоский с односторонним коническим профилем типа 1R1 (ЛП4-1)

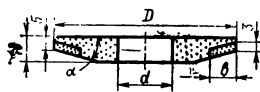


35. Круги плоские с полукругло-выпуклым профилем типа 1F1X (Л1ФП)



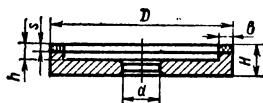
D	H	d	s		D	H	d	s	r
мм					мм				
35	10,0	10	5	5,0	80	11,5	20	10	8,5
45	9,0		6			14,0			
50	10,5	16	5	6,0	90	15,5		8	9,0
60	5,0	20	5	3,0	100	7		10	4,0
	11,0		6	5,0	125	18	32	12,5	9,5
75 (70)	10,5		10	7,5		20		8,0	12,0
	12,0				135	24		12,5	15,4
	13,5					29			17,9

36. Круги профильные типа 4U9 (Л14П-2)



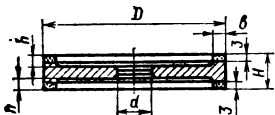
D	H	d	b	α°
мм				
200	16	32	3; 12; 16	15; 20
250	20	50,8	16; 25	

37. Круги плоские с выточкой типа 6А2 (ЛПВ)



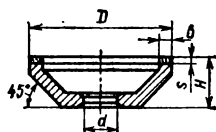
D	H	d	b	s	h	D	H	d	b	s	h
MM						MM					
75 (80)	23 (20)	20	5	3	13 (11)	150	23	51	5; 10; 20	3	13
100						25	5			15	
125	23 (25)		32		3; 5; 10	10	200	28 (20)	(32)	10; 20	3
150	23 (20)	28 (23)		(32) 51; 76	10; 20; 40		3	15 (13)			
	23	30 (25)					5	17 (15)			
	25	5; 10; 20		3			13	250	28 (23)	76	3
	5	15	30 (25)	5	17 (15)						

38. Круги плоские с двухсторонней выточкой типа 9А3 (ЛПВД)



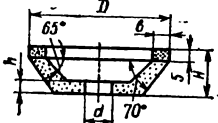
D	H	d	b	h
мм				
100	20	32	3	4
125			3; 5; 10	
150			5; 10	
200			10; 20	5
250	21 (25)	76		

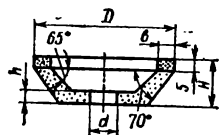
39. Круги чашечные типа 12А2-45° (ЛЧК-2)



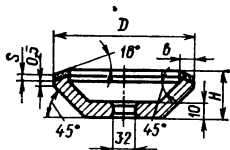
D	H	d	b	s	D	H	d	b	s
mm					mm				
50	20 23	16	3	3 6	125	26 (32) 29 (35)	32	3; 5; 10	3 6
75 (80)	25	20		3	150	26 (32)		3; 5; 10; 20	3
	28			6		29 (35)			6
100	26 (32)	5	3	200	26 (40) 29 (43)	10; 20		3 6	
	29 (35)		6						

40. Круги чашечные конические типа 11А2 (ЛЧК-1)

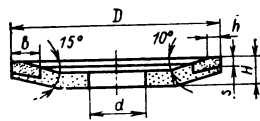
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>h</i>
	mm				
	75 (80)	35	20	5	10
	100				
	125	50	32	10	
	150				



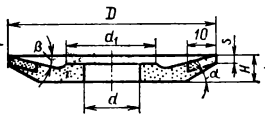
41. Круги чашечные конические типа 12V5-45° (Л2ЧК)

	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>b</i>	<i>s</i>
	мм			
	125	39 (32)	3; (5); 6	3
		41 (35)		6
150	39 (32)	3; (5); 6	3	
	41 (35)		6	

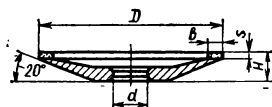
42. Круги тарельчатые типа 12R9 (Л12Т)

	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>h</i>
	mm					
100	10	20	32	10	2	2
125	13	16		5	4	4
150	5				5; 8	

43. Круги тарельчатые типа 12V9 (Л14Т)

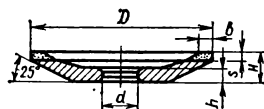
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	α°	β°	
	мм						
	220	20	90	140	2; 4; 6; 8	20	12
	225	18	40	105		18	4,5
						20	10
275	20	40; 90	118	20		45; 10	
		90			15		

44. Круги тарельчатые типа 12A2-20° (ЛЗТ)



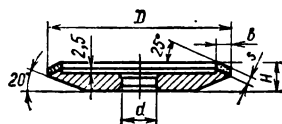
D	H	d	b		D	H	d	b	s
мм					мм				
50	10,0	10 (16)	3; 5	1,5	100	11,5	32	3; 5	3,0
	11,5			3,0	125	13,0			1,5
75 (80)	10,0	1,5		14,5		3,0			
	11,5	3,0		150	16,0	5; 10	1,5		
100	10,0	1,5			17,5		3,0		
	11,5	3,0		200	20,0		1,5		
	10,0	1,5			21,5		3,0		

45. Круги тарельчатые типа 12R4 (ЛЛТ)



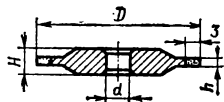
D	H	d	b	s	h
мм					
75 (80)	10	20	2	3,0	5
100			2; 3		
125	13	32	2; 3; 4	1,5; 3,0	
150	16		3; 5	5,0	
160					
200	20		5		

46. Круги тарельчатые типа 12V5-20 * (ЛЗТ)



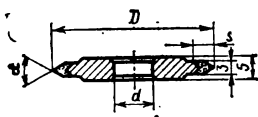
D	H	d	b	
мм				
50	10,0	16	3	1,5
	11,5			3,0
63	10,0	20		1,5
	11,5			3,0
75 (80)	10,0		3; 5	1,5
	11,5			3,0
100	10,0			1,5
	11,5			3,0
125	10,0	32	1,5	
	11,5		3,0	

47. Круги плоские прямого профиля типа 14A1 (ЛПП-3)



D	H	d	h
мм			
75	6 (13)	20	5
100	6 (10) (13)	20 (32)	3; 5

48. Круги плоские с двусторонним коническим профилем типа 14EE1X (Л2П-4)



<i>D</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	$\alpha,^{\circ}$
мм			
50	16	3	45
125	32	5	35; 45; 60; 90
350	127		60
400	203		

49. Марки связок кругов из эльбора, кубонита *, гексанита, области их применения, преимущества и недостатки

Марка связки	Марка зерен **	Область применения	Преимущества и недостатки
Органическая связка			
Б1, Б156	ЛО, ЛП, ЛД, ЛОМ, ЛОС, КО, КОМ, КОАМ; КМ; ГА (гекса- нит-А)	Чистовое шлифование и доводка без охлаждения; заточка и шлифование ин- струмента с охлаждением	Сохраняют постоянную режущую способность за счет интенсивного самозатачивания. По- вышенный удельный расход
КБ	ЛО, ЛМ	Доводка инструментов с прямолинейными канав- ками	
Б2	ЛО, ЛМ, КО, КМ	Профильное и чистовое шлифование резб для по- лучения шероховатости поверхности $Ra=0,16 \div$ $\div 0,04$ мкм	
Б8	КОС	Заточка инструментов без охлаждения и с охлажде- нием	
БИ1	ЛО	Высокопроизводительная заточка многолезвийного инструмента из быстроре- жущих сталей, в том чис- ле труднообрабатываемых, без охлаждения	По сравнению с кру- гами на связках Б1 и КБ более производи- тельные; обеспечи- вают стабильное полу- чение шероховатости обработанной поверхно- сти; обладают повы- шенной износостой- костью
ТО2	ЛО, ЛМ	Многопроходное шлифован- ие; чистовая заточка и доводка инструмента с ох- лаждением	
Керамическая связка			
С10	ЛО	Чистовое и профильное шлифование; заточка и до- водка инструмента с ох- лаждением и без него; резбшлифование инстру- ментов с применением ох- лаждения	Высокая стойкость про- филя, легко правятся, повышенная тепло- стойкость; устойчи- вость к действию СОЖ; хрупкость повышенная

Продолжение табл. 49

Марка связки	Марка зерен **	Область применения	Преимущества и недостатки
K19	КО	Заточка инструментов из быстрорежущих сталей, в том числе труднообрабатываемых, без охлаждения	Высокая производительность при низкой износостойкости
<i>Металлическая связка</i>			
M1	КР, КРМ	Резьбошлифование однониточными кругами; шлифование и заточка фасонного инструмента с охлаждением; многопроходное и глубинное шлифование стружечных канавок мелкогабаритного инструмента	Обладают высокой износостойкостью; склонны к засаливанию
MO4	КР, КРМ	Шлифование, в том числе бесцентровое; многопроходная и глубинная заточка инструмента с охлаждением	Повышенная по сравнению со связкой M1 производительность обработки
MO16	КР, КРМ	Глубинная и многопроходная заточка инструмента узкопроходными кругами с охлаждением	Обладают высокой производительностью при повышенных подачах; высокая износостойкость
MO20, MO139	КРС	Электрохимическая, в том числе глубинная, заточка инструмента	
M15	ЛР	Электрохимическое шлифование и заточка инструмента	Пониженная стойкость
MB1K	ГА (гексанит-А)	Многопроходная и глубинная заточка инструмента	

* Круги из кубонита изготавливаются по типоразмерам алмазных кругов.

** Обозначение марок эльбора см. табл. 8, кубонита и гексанита-А — табл. 24 гл. I

как и твердость обычных абразивных кругов, характеризует прочность удержания зерен связкой.

Круги на керамической связке выпускаются следующих степеней твердости: мягкие М (М2, М3), среднемягкие СМ (СМ1, СМ2), средние С (С1, С2), среднетвердые СТ (СТ1, СТ2, СТ3), твердые Т (Т1, Т2). Цифры (1, 2 и 3) характеризуют твердость кругов в порядке ее возрастания. Иногда на кругах маркируется интервал твердости, например, С1—С2 или С2—СТ1. Твердость эльборовых кругов на органических связках КБ, Б1 и Б156 не регламентируется. Круги на связке БИ1 выпускаются трех степеней твердости (М, С и Т).

Твердость эльборосодержащей части кругов на керамической связке определяется на приборах типа «Роквелл» стальным шариком. По средним значениям твердости, полученным на приборе, с помощью таблицы определяется соответствующая степень твердости по ГОСТ 19202—80. Твердость кругов из эльбора на керамической связке соответствует значениям, указанным в табл. 50.

50. Твердость кругов из эльбора на керамической связке

Обозначение степени твердости	Твердость для кругов зернистостью			Обозначение степени твердости	Твердость для кругов зернистостью		
	Л10— Л8	Л6—Л5	Л4 и мель- че		Л10— Л8	Л6—Л5	Л4 и мель- че
М3	8—22	29—40	50—60	СТ1	66—74	76—82	88—93
СМ1	22—35	40—50	60—68	СТ2	74—81	82—89	93—98
СМ2	35—48	50—59	68—76	СТ3	81—88	89—94	98—103
С1	48—57	59—68	76—82	Т1	88—93	94—99	103—106
С2	57—66	68—76	82—88	Т2	93—98	99—104	106—109

Примечание. Твердость кругов зернистостью свыше Л10 устанавливается рецептурно.

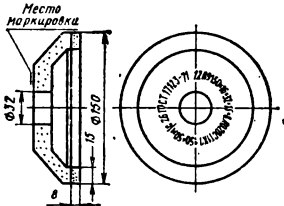
Структура кругов из эльбора характеризуется содержанием зерен эльбора, связки и пор в единице объема рабочей (эльборосодержащей) части круга, выраженным в процентах, и обозначается определенным номером. Структуре с объемом зерен в эльборосодержащей части круга 60 % присвоен первый номер. Каждому следующему номеру структуры соответствует объем эльборовых зерен, уменьшенный на 2 %. Так, для структуры № 6 объем зерен равен 50 %, для структуры № 9 — 44 %, а для структуры № 12 — 38 %.

В объем эльборовых зерен входит и объем зерен наполнителя (из электрокорунда или карбида кремния), а содержание эльбора задается его концентрацией в круге. Для одного и того же номера структуры количество зерен, находящихся на единице рабочей поверхности круга и участвующих в процессе резания, сохраняется постоянным для данной зернистости независимо от твердости круга. Чем выше номер структуры, тем больше связки и меньше абразива в единице объема круга при одинаковой твердости. Круги из эльбора на керамической связке изготавливают со структурой № 6 — № 12. Структура кругов из эльбора на органических связках не регламентируется.

Концентрация (в %) показывает количество эльбора в эльборосодержащем слое. За концентрацию 100 % условно принимают содержание 0,878 г эльбора (4,4 карата) в 1 см^3 эльборосодержащего слоя (по аналогии с концентрацией алмаза в алмазосодержащем слое). Эльборовые круги изготавливают в основном 100 %-ной концентрации, но могут содержать 150 или 200 %-ную концентрацию. Технические требования содержат правила приемки и методы испытаний, условия маркировки, упаковки, транспортирования и хранения, а также гарантии поставщика.

Маркировка эльборовых кругов. На корпусе круга с наружным диаметром 200 мм и более нанесены: товарный знак предприятия-изготовителя, марка эльбора, зернистость, твердость (для кругов на керамической связке), связка, рабочая скорость (для кругов на керамической связке), относительная концентрация эльбора в эльборосодержащем слое (кроме 100 %-ной); номер партии (или номер круга), номер стандарта. Пример маркировки приведен в табл. 51.

51. Маркировка эльборовых кругов

Эскиз	Условное обозначение маркировки, нанесенной на круг
	12R9 150×16×32×15×8 ЛО20 СТ1 К7 150 50 м/с 26 ГОСТ 17123—71 круг типа 12R9 с наружным диаметром 150 мм, высотой $H=16$ мм, шириной эльборосодержащего слоя $B=15$ мм, толщиной эльборосодержащего слоя $S=8$ мм, из эльбора марки ЛО, зернистостью 20, твердостью СТ1, на керамической связке К, структурой 7, относительной концентрацией 150, с рабочей скоростью 50 м/с, партии № 26

Примечание. Маркировка кругов диаметром до 200 мм нанесена на этикетку, которая наклеена на коробку с кругами.

Круги из гексаниа-А. Изготовление кругов из гексаниа-А производится по типоразмерам, аналогичным алмазным кругам и связкам, марки которых приведены в табл. 25.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник. Под ред. А. Н. Резникова. М.: Машиностроение, 1977. 391 с.
2. Бакуль В. И. Сверхтвердые инструментальные материалы.— В кн.: Синтетические алмазы в промышленности. Киев: Наукова думка, 1974. с. 7—11.
3. Эльбор в машиностроении/ Под ред. В. С. Лысанова. Л.: Машиностроение, 1978. 280 с.

Глава 2

РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инструментальные материалы (табл. 1), из которых изготавливают режущую часть инструмента, должны обладать следующими свойствами: прочностью (в процессе резания возникают большие усилия); износостойкостью (стойкость инструмента зависит от степени истирания режущих кромок); теплостойкостью (в процессе резания выделяется большое количество тепла, часть которого идет на нагрев режущих кромок инструмента, а последний, нагреваясь, теряет первоначальную твердость и режущие свойства).

Инструментальные материалы неодинаково устойчивы против действия тепла: одни теряют свои режущие свойства при нагреве до температуры 250—300 °С, а другие способны резать материалы даже при температуре 1000 °С и более.

Углеродистые и легированные инструментальные стали в современном инструментальном производстве имеют ограниченное применение из-за низких физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик по сравнению с другими инструментальными материалами.

Быстрорежущие стали широко применяют для изготовления режущего инструмента, работающего в условиях значительного силового нагружения и нагрева режущего лезвия инструмента. Основные характеристики современных быстрорежущих сталей и их рекомендуемая область применения приведены в табл. 2.

Высокие режущие свойства быстрорежущих сталей обеспечиваются благодаря легированию сильными карбидообразующими элементами: вольфрамом, молибденом, ванадием и некарбидообразующим кобальтом. Быстрорежущие стали приобретают после закалки и отпуска высокие твердость, прочность, износостойкость, теплостойкость, сохраняют режущие свойства во время работы при нагревании до 600—650 °С. Режущие инструменты, изготовленные из этой стали, позволяют обрабатывать материалы с повышенными режимами резания (в 2—4 раза выше, чем инструменты из углеродистой и легированной стали).

В зависимости от химического состава, а следовательно, и основных свойств, быстрорежущие стали подразделяют на стали нормальной и повышенной производительности. Стали, легированные вольфрамом и молибденом, при содержании ванадия не более 2 % относят к сталям нормальной производительности (P18, P12, P9, P6M5, P6M3), с более высоким содержанием ванадия, а также дополнительно легированные кобальтом, относят к сталям повышенной производительности (P18Ф2, P12Ф3, P6M5Ф3, P18Ф2K5, P12Ф4K5, P12M3Ф2K8, P9M4K8, P6M5K5 и др.).

1. Инструментальные материалы, их характеристики и область применения

Инструментальный материал	Характеристика	Область применения
Инструментальные стали:		
углеродистые	Высокая твердость после термической обработки и низкая твердость в отожженном состоянии. Недостаток — низкая теплостойкость (250—300 °С)	Для изготовления режущего инструмента, применяемого для обработки конструкционных материалов с малыми скоростями резания
легированные	По сравнению с углеродистой сталью повышенные теплостойкость (350—400 °С) и вязкость в закаленном состоянии, меньше склонность к деформациям и трещинам при закалке	Для изготовления инструмента, работающего с ударными нагрузками при обработке конструкционных сталей
Быстрорежущие стали	Высокие твердость, износостойкость и теплостойкость по сравнению с углеродистой и инструментальной легированной сталью	Основной инструментальный материал, применяемый на операциях прерывистого резания легированных и коррозионно-стойких сталей, жаропрочных сплавов, неметаллических материалов
Сплавы твердые спеченные (металлокерамические)	Высокие режущие свойства вследствие большой твердости, теплостойкости и износостойкости. Недостаток — повышенная хрупкость и малая теплопроводность, что ограничивает их применение в условиях ударных нагрузок	Для инструмента, применяемого при обработке твердых легированных и отбеленных чугунов, закаленных и коррозионно-стойких сталей, высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, титановых и цветных сплавов
Минералокерамические инструментальные материалы	Достаточно высокие износостойкость и теплостойкость; основной недостаток — относительно низкая теплопроводность. Выпускаются в виде минералокерамических пластин, а также неперетачиваемых многогранных пластин высокой точности	Для инструмента при чистой и полустойковой обработке чугуна, стали и цветных сплавов. Преимущественно на операциях безударного точения в условиях автоматизированного производства
Сверхтвердые синтетические инструментальные материалы (СТМ)	Обладают чрезвычайно высокой твердостью и теплостойкостью. Выпускаются в виде поликристаллов алмаза — АСБ (баллас), АСПК (карбонадо) и поликристаллов кубического нитрида бора (КНБ) — эльбора-Р, гексанида-Р и др.	АСБ и АСПК для инструмента, применяемого при обработке цветных металлов, титановых и твердых сплавов, минералокерамических материалов, КНБ — для инструмента, применяемого при обработке закаленных и цементируемых сталей и других труднообрабатываемых материалов.

По сравнению со сталями нормальной производительности высокованадиевые стали имеют более высокую износостойкость. Применение быстрорежущих сталей повышенной производительности обеспечивает повышение стойкости инструмента в 1,5—3 раза и экономию вольфрама на 30—70 % по сравнению с инструментом из стали Р18.

Спеченные (металлокерамические) твердые сплавы состоят из карбидов тугоплавких металлов и цементирующего металла кобальта. Для изготовления твердых сплавов применяют карбиды вольфрама, титана и тантала. Основные свойства и назначение твердых сплавов приведены в табл. 3. Твердый сплав по сравнению с быстрорежущей сталью обладает более высокими твердостью, износостойкостью и красностойкостью; однако он имеет повышенную хрупкость и малую теплопроводность. Химический состав и физико-механические свойства твердых спеченных (металлокерамических) сплавов установлены ГОСТ 3882—74 *. Высокие красностойкость (900—1000 °C) и износостойкость объясняются присутствием в твердых сплавах соответствующих карбидов, обладающих высокой твердостью.

Применение инструментов из твердых сплавов в металлообрабатывающей промышленности позволяет повысить производительность труда в среднем в 2—3 раза, а скорости резания — в 2,5—4 раза (100—200 м/мин вместо 40—50 м/мин для инструментов из быстрорежущей стали).

Шлифование, заточка и доводка твердосплавного инструмента сопряжены с большими трудностями, поэтому применение алмазных кругов позволило резко повысить производительность и качество заточки. Безвольфрамовые сплавы заменяют твердые сплавы на основе карбида вольфрама.

Эти сплавы разработаны на основе карбида, карбонитрида титана и тугоплавких связок (никельмолибденовых). Выпускают несколько марок сплавов: КНТ-16, ТМ-1, ТМ-3 и ТН-20. Они имеют высокую окалинностойкость, низкий коэффициент трения, что уменьшает силы резания, пониженную и адгезионную способность к обрабатываемым материалам и в 2 раза меньшую плотность, чем твердые сплавы. Безвольфрамовые сплавы применяют для инструментов, работающих на высоких скоростях резания (чистовая и получистовая обработка конструкционных и малолегированных сталей и некоторых цветных металлов), но они обладают невысокой прочностью.

Минералокерамические инструментальные материалы (табл. 4) по своим свойствам значительно отличаются от металлокерамических твердых сплавов. Они не уступают им по твердости, превосходят по износостойкости, но обладают низкими показателями ударной вязкости и сопротивления изгибу. Физико-механические свойства минералокерамики зависят от ее структуры, которая характеризуется формой, размером, плотностью и взаимным расположением зерен.

Для оснащения режущего инструмента применяют пластинки из материала марки ЦМ-332 («Микролит») на основе окиси алюминия Al_2O_3 (корунда) с небольшими добавками окиси цинка или кальция, окиси магния или марганца.

Основной недостаток минералокерамики — низкая теплопроводность. Это необходимо учитывать при выборе типа крепления пластинок к державкам инструмента и способа обработки. Для оснащения режущего инструмента используют и другие виды минералокерамических материалов, имеющих в своем составе кроме основного ком-

2. Основные характеристики и область применения быстрорежущих сталей

Сталь	Характеристика	Шлифуемость	Область применения
P18	Удовлетворительная прочность, широкий интервал оптимальных температур закалки	Удовлетворительная	Имеет ограниченное применение; для всех видов режущего инструмента при обработке конструкционных материалов
P12	Близка по свойствам к стали P18, несколько более высокая износостойкость, повышенная пластичность при температурах горячей деформации		
P9	Повышенная износостойкость, более узкий интервал оптимальных температур закалки, повышенная пластичность при температурах горячей деформации	Пониженная по сравнению со сталью P18	Для изготовления инструмента простой формы, не требующего большого объема шлифовки; для обработки обычных конструкционных материалов
P6M5	Повышенная прочность, более узкий, чем у стали P18, интервал оптимальных температур закалки, повышенная склонность к обезуглероживанию	Удовлетворительная	То же, что и для стали P18; предпочтительна для изготовления резбонарезного инструмента, работающего с ударными нагрузками
P12Ф3	Несколько повышенная износостойкость по сравнению со сталью P18	Пониженная по сравнению со сталью P18	Для изготовления инструмента, применяемого при обработке материалов повышенной твердости и вязкости

Р6М5Ф3	Повышенная износостойкость	Низкая	Для изготовления инструмента, работающего со снятием небольшой стружки; для обработки материалов, обладающих абразивными свойствами в условиях нормального разогрева режущей кромки
Р18Ф2К6, Р9М4К8, Р6М5К5	Повышенные вторичная твердость и износостойкость	Пониженная, но лучше, чем у стали Р12Ф3	Для обработки высокопрочных нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки
Р10К5Ф5	Повышенная вторичная твердость, высокая износостойкость	Низкая	Для обработки высокопрочных коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов
Р9К5	Повышенная вторичная твердость	Пониженная, близкая к стали Р9	Для обработки сталей и сплавов повышенной твердости и вязкости, пригодна для работы с ударными нагрузками
Р9К10			Для обработки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов, сталей повышенной твердости и вязкости

Примечания: 1. В обозначении марки стали буквы и цифры означают: Р — быстрорежущая; цифра, следующая за буквой, — среднее содержание вольфрама, %; буквы Ф — ванадий, К — кобальт и М — молибден; цифры, следующие за этими буквами, означают соответственно содержание ванадия, кобальта и молибдена.

2. Твердость после закалки и отпуска должна быть не менее: у стали марок Р18, Р12, Р9 — $HRC\ 62$; у стали марок Р18К5Ф5, Р6М5, Р10К5Ф5, Р9К5, Р9К10 — $HRC\ 64$; у стали марок Р6М5К5, Р9М4К8 — $HRC\ 65$.

3. В производстве быстрорежущих сталей предусматривается сокращение выпуска сталей с высоким содержанием вольфрама (на базе стали Р18) и увеличение с пониженным содержанием вольфрама (на базе сталей марок Р12, Р9 и Р6).

3. Свойства и назначение спеченных твердых сплавов для режущего инструмента

Сплав	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	Твер- дость HRA	Предел прочности при изгибе, МПа	Красно- стой- кость, °C	Назначение
ВК3	15,0—15,3	90	1176	—	Чистовое точение с малым сечением среза, окончательное нарезание резьбы, развертывание отверстий при обработке чугуна, цветных металлов и их сплавов
ВК3-M	15,0—15,3	90	1176	—	Чистовая обработка (точение, растачивание, нарезание резьбы, развертывание) твердых, легированных и отбеленных чугунов, цементированных и закаленных сталей
ВК4	14,9—15,2	89,5	1519	—	Черновое точение при неравномерном сечении среза, черновое и чистовое фрезерование, рассверливание и растачивание. Черновое зенкерование при обработке чугуна, цветных металлов и сплавов, титана и его сплавов
ВК6-OM	14,7—15,0	90,5	1274	—	Чистовая и получистовая обработка твердых, легированных и отбеленных чугунов, закаленных сталей и некоторых марок коррозионно-стойких высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов на основе вольфрама и молибдена
ВК6-M	14,8—15,1	90	1421	800	Чистовая и получистовая обработка жаропрочных сталей и сплавов, коррозионно-стойких сталей аустенитного класса, специальных твердых чугунов, бронзы и сплавов легких металлов. Обработка углеродистых и легированных сталей при тонких сечениях среза на малых скоростях резания
ВК6	14,6—15,0	88,5	1519	800	Черновое и получистовое точение, предварительное нарезание резьбы, получистовое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание и растачивание отверстий, зенкерование серого чугуна, цветных металлов и их сплавов
ВК8	14,4—14,8	87,5	1666	800	Черновое точение при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, строгании, черновое фрезерование, сверление, черновое рассверливание, черновое зенкерование серого чугуна, цветных металлов и их сплавов. Обработка коррозионно-стойких высокопрочных и жаропрочных труднообрабатываемых сталей и сплавов, в том числе сплавов титана

ВК10-М	14,2—14,6	87	1617	—	Сверление, зенкерование, развертывание, фрезерование стали, чугуна цельнотвердосплавным и мелкоразмерным инструментом
ВК15	13,9—14,1	86	1862	—	Режущий инструмент для обработки дерева
Т30К4	9,5—9,8	92	980	900	Тонкое точение с малым сечением среза, нарезание резьбы и развертывание отверстий в незакаленных и закаленных углеродистых сталях
Т15К6	11,1—11,6	90	1176	900	Черновое и полустачное точение при непрерывном резании, чистовое точение при прерывистом резании, нарезание резьбы, помучистовое и чистовое фрезерование сплошных поверхностей, развертывание отверстий в сталях
Т14К8	11,2—11,6	89,5	1274	—	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, черновое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание отверстий и черновое зенкерование сталей
Т5К10	12,3—13,2	88,5	1421	1000	Черновое точение при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, фасонное точение, отрезание токарными резцами, чистовое строгание, черновое фрезерование прерывистых поверхностей при обработке углеродистых и легированных сталей
ТТ7К12; ТТ10К8-Б	13,0—13,3 12,8—13,3	87 90,5	1666 1323	—	Черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и различных неметаллических включений при неравномерном сечении среза и наличии ударов; все виды строгания углеродистой и легированной стали; обработка стальных деталей на многорезцовых станках, полуавтоматах и автоматах при низких скоростях резания

П р и м е ч а н и е. ВК — вольфрамкобальтовые сплавы; цифра после буквы К показывает процентное содержание кобальта; ТК — титановольфрамовые сплавы; цифра после буквы Т указывает на процентное содержание карбидов титана, после буквы К — на процентное содержание карбидов тантала и карбидов титана, после буквы К — на процентное содержание кобальта. Для мелкозернистых твердых сплавов в конце условного обозначения сплава ставится буква М, ОМ (особо мелкозернистая), а для крупнозернистых — буква В. Так, например, вольфрамкобальтовый сплав, состоящий из 94 % карбида вольфрама и 6 % кобальта, изготавливается трех модификаций: с среднезернистой структурой — ВК6, с мелкозернистой ВК6М и крупнозернистой ВК6В.

4. Физико-механические свойства твердых сплавов и минералокерамики

Материал	Твердость <i>HRA</i>	Предел прочности, МПа		Тепло- стой- кость, °С	Тепло- провод- ность, Вт/(м·°С)
		при из- гибе	при сжатии		
Твердые сплавы:					
ВК	86—89	981—1570	3260	800	0,15—0,20
ТК	88,5—91	685—1130	3920	900	0,05—0,07
Минералокерамика ЦМ-332	92—93	293—392	2940	1200	0,042

понента (Al_2O_3) добавки металлов или их карбидов. Такие материалы получили название керметов. Введение подобных добавок в состав минералокерамики позволило улучшить физико-механические свойства и, в первую очередь, повысить предел прочности при изгибе.

В промышленности применяют кермет марки HC20M, имеющий следующий химический состав (%): 73,52 Al; 12,12 Mo; 7,45 Ti; 3,35 W; 0,37 Fe; 0,08 Co; 0,032 Ni; 0,016 Cr; 0,01 Mn; 0,014 Si и 3,0 C.

По сравнению с минералокерамикой ЦМ-332 прочность на изгиб у кермета HC20M на 24 % выше, на сжатие — более чем в 2 раза выше, твердость *HRA*-91,8. Инструменты, оснащенные керметом HC20M, применяют для чистового и тонкого точения сталей.

По отраслевым ТУ 48-42-2—70 выпускается кермет марки В-3, который применяется для обработки чугуна. Применение инструмента из керметов вместо твердых сплавов при обработке деталей из стали 40Х и чугуна позволяет повысить производительность обработки в 2—2,5 раза.

Сверхтвердые синтетические инструментальные материалы (СТМ) применяют для изготовления резцов, фрез и т. д. По физико-механическим свойствам они значительно превосходят твердые сплавы, минералокерамику и быстрорежущие стали.

Поликристаллические алмазы типа баллас (АСБ) или карбонадо (АСПК) применяются при обработке титановых, высококремнистых алюминиевых сплавов, стеклопластиков и пластмасс, минералокерамики, пластифицированного твердого сплава, полупроводников, медных сплавов и других материалов и для изготовления шлифовальных кругов из дробленых балласов.

Модификация кубического нитрида бора [композит 01 (эльбор-Р); композит 02 (белбор)] применяют для тонкого и чистового точения без удара деталей из закаленных сталей твердостью *HRC* 56—67, чугунов любой твердости и твердых сплавов ВК15, ВК20 и ВК25; для обработки отверстий малых диаметров, пазов, канавок и т. д., получение которых невозможно сборным режущим инструментом.

Композит 03 (исмит) применяют для точения, растачивания чугуна и закаленных сталей. Композит 05 используют при чистовом и получистовом точении без удара деталей из закаленных сталей твердостью *HRC*, 41—50 и чугунов твердостью *HB* 300. Композит 09 (ПТНБ) и композит 10 (гексанит-Р) применяют для тонкого чистового и получистового точения с ударом деталей из закаленных сталей твердостью

5. Физико-механические свойства СТМ

Параметр	АСБ	АСПК	Спеки (двухслой- ные пластинки)	Эльбор-Р
Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	3,5—4,1	3,5—3,9	3,45—3,53	3,37—3,45
Микротвердость	7 500— 8 000	8 000— 8 500	10 000— 11 000	7 300—7 800
Предел прочности, МПа:				
на изгиб	490—635	490—685	590—785	590—685
на сжатие	490—785	785—1175	1 470—1 960	490—590
Модуль упругости, МПа	685 000	755 000	880 000— 9 810 000	635 000— 685 000
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,20	0,25— 0,28	0,30—0,33	0,10—0,15
Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	2,2—2,4	2,0—2,3	1,7—1,8	2,5—5,0
Теплостойкость, °С	650—700	700—800	900—1 000	1 200
Абразивная способность, см ³ /мг	20—50	30—70	40—60	10—15
Коэффициент трения	0,12— 0,25	0,10— 0,15	0,07—0,13	0,20—0,30

не выше HRC_{α} 59, чугунов любой твердости и твердых сплавов ВК15, ВК20 и ВК25. Физико-механические свойства СТМ приведены в табл. 5.

Применение инструментов, оснащенных СТМ, при обработке различных материалов (см. табл. 1) обеспечивает низкую шероховатость обработанной поверхности и высокую точность обработки; отсутствие структурных изменений и шаржирования в поверхностном слое; повышение производительности обработки.

Особенностью композита 09, представляющего собой поликристаллы твердого нитрида бора (ПТНБ), является то, что его микротвердость равна микротвердости алмаза (8000—10000), более чем в 4 раза превосходит микротвердость минералокерамики и твердого сплава и в 8 раз быстрорежущей стали.

ПТНБ значительно превосходит все известные материалы по теплостойкости: в 1,9 раза термостойкость алмаза, в 1,5 раза твердого сплава, в 2,3 раза быстрорежущей стали и в 1,2 раза минералокерамики. Поликристаллы кубического нитрида бора химически инертны к углероду и железосодержащим материалам.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

По конструкции и назначению режущие инструменты весьма разнообразны. Элементы рабочей части резца показаны на рис. 1. Поверхности и плоскости, образуемые при обработке деталей резцом, показаны на рис. 2. Геометрические параметры токарного проходного резца показаны на рис. 3.

Углы в главной секущей плоскости связаны между собой зависимостями:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \quad \delta = \alpha + \beta.$$

Рис. 3. Геометрические параметры токарного проходного резца:

I — основная плоскость; II — главная секущая плоскость; III — вспомога-
 тельная секущая плоскость; α — углы в главной секущей плоскости (разрез
 по главной секущей плоскости); α — задний угол между главной задней по-
 верхностью и плоскостью резания; β — угол заострения (между передней
 и главной задней поверхностями); γ — передний угол (между передней по-
 верхностью и плоскостью перпендикулярной к плоскости резания и прохо-
 дящей через режущую кромку); δ — угол резания (между передней поверх-
 ностью и плоскостью резания); δ — α_1 — задний вспомогательный
 угол (разрез по вспомогательной секущей плоскости); θ — углы
 в плане: ϕ — главный угол (между проекцией главной режущей кромки на
 основную плоскость и направлением продольной подачи); ϕ_1 — вспомога-
 тельный угол (между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную
 плоскость и направлением продольной подачи); ϵ — угол при вершине (между
 проекцией режущих кромок на основную плоскость); λ — угол наклона ре-
 жущей кромки (между главной режущей кромкой и линией, проведенной
 через вершину резца параллельно основной плоскости); ϵ — $\alpha_{\text{поп}}$ и $\gamma_{\text{поп}}$ —
 углы в секущей плоскости; δ — $\alpha_{\text{пр}}$ и $\gamma_{\text{пр}}$ — углы в продольной плоскости

 Рис. 4. Геометрические парамет-
 ры спирального сверла:

I — плоскость резания, II —
 главная секущая плоскость; I —
 передняя поверхность сверла;
 2 — задняя поверхность сверла;
 AB — главные режущие кро-
 мки; BB — поперечная режущая
 кромка; D — наружный диа-
 метр сверла; D_x — произволь-
 ный диаметр; f_x — ширина лен-
 точки; h — высота ленточки;
 a — толщина перемычки; 2ϕ —
 угол при вершине сверла; ω —
 угол наклона винтовой линии;
 ψ — угол между главной и по-
 перечной режущими кромками;
 γ' и γ'_x — передние углы в про-
 дольных плоскостях в точках,
 расположенных соответственно
 на диаметрах D и D_x ; α_x и
 γ_x — задний и передний углы
 в главной секущей плоскости
 в точке режущей кромки, рас-
 положенной на D_x ; H — шаг
 спирали

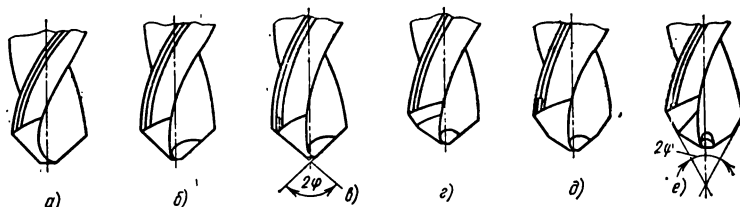
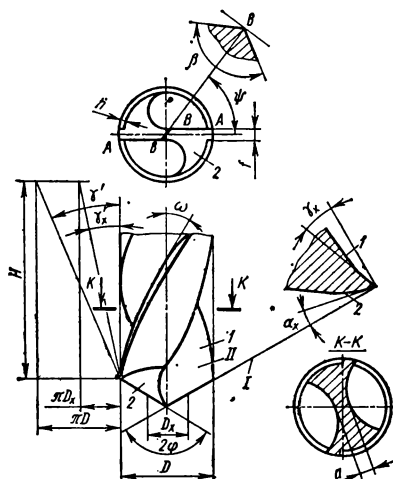


Рис. 5. Формы заточки режущей части сверла:

а — одинарная (нормальная) Н; б — одинарная с подточкой поперечной
 кромки НП; в — одинарная с подточкой поперечной кромки и ленточки НПЛ;
 г — двойная с подточкой поперечной кромки ДП; д — двойная с подточкой
 поперечной кромки и ленточки ДПЛ; е — двойная с подточкой поперечной
 кромки по методу В. И. Жирова ДПЖ

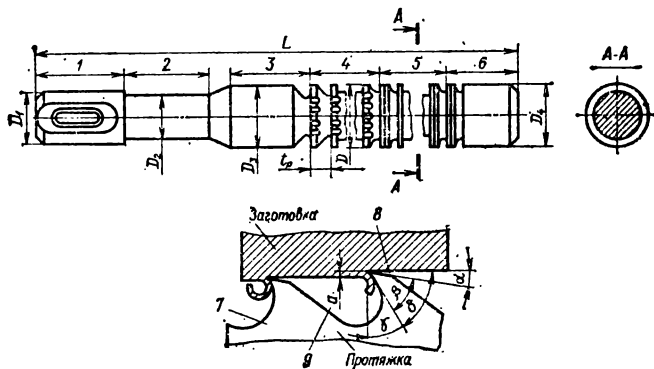


Рис. 6. Протяжка:

1, 3 и 5 — квостовая, направляющая и калибрующая части; 2 — шейка; 4 — режущие зубья; 6 — квостовик; 7 и 8 — передняя и задняя поверхности; 9 — канавка между зубьями для размещения стружки

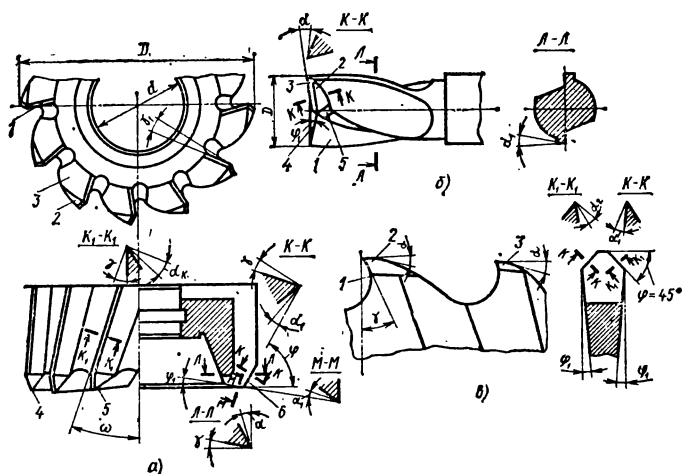


Рис. 7. Фрезы:

а — торцовая насадочная; б — концевая; в — прорезная; 1, 2 и 3 — передняя, главная задняя и вспомогательная задняя поверхности; 4, 5 и 6 — главная, вспомогательная и переходная режущие кромки

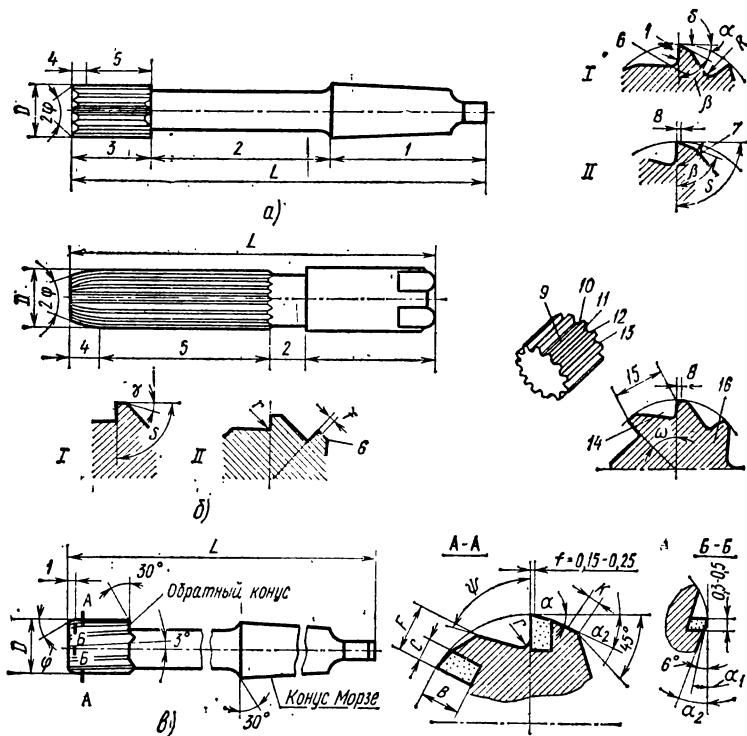


Рис. 8. Развертки:

а — машинная; б — ручная; в — твердосплавная; I и II — режущая и калибрующая части; 1 — хвостовик; 2 — шейка; 3, 4 и 5 — рабочая, режущая и калибрующая части; 6 и 7 — углы заострения и резания; 8 — ленточка; 9 — задняя кромка; 10, 11, 12 и 13 — заточенная, задняя, главная режущая и передняя поверхности; 14 — канавка; 15 — шаг зубьев; 16 — режущее перо

Если $\delta > 90^\circ$, то передний угол условно называют отрицательным ($-\gamma = \delta - 90^\circ$). Углы в плане связаны между собой зависимостью:

$$\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ.$$

Угол λ наклона режущей кромки измеряют в плоскости, перпендикулярной к основной и проходящей через режущую кромку. Он может быть положительным и отрицательным. Знак угла определяют так: если режущая кромка от вершины реза идет вверх, то угол считается положительным, если вниз — отрицательным. Геометрические параметры спирального сверла показаны на рис. 4.

Величину переднего угла γ_x для D_x определяют приблизительно

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \frac{D_x}{D} \frac{\operatorname{tg} \omega}{\sin \varphi}.$$

Рис. 11. Сборный прямой проходной резец с режущим элементом из эльбора-Р:

1 — заготовка из эльбора-Р; 2 — переходная вставка; 3 — болт; 4 — прижимная планка; 5 — державка

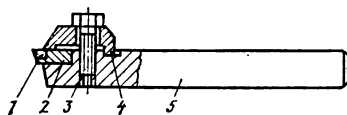
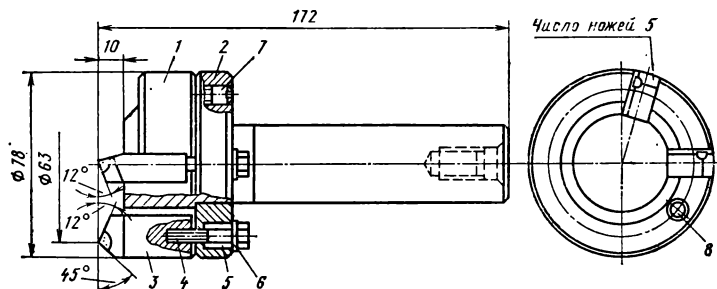
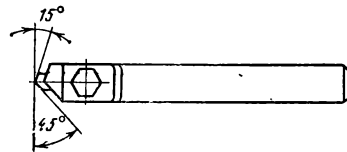


Рис. 12. Фреза торцовая с режущими элементами из эльбора-Р:

1 — корпус; 2 — кольцо; 3 — вставка с эльбором-Р; 4 — болт; 5 — пружина; 6 — шайба; 7 — винт; 8 — штифт



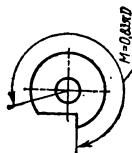
Основные формы заточки режущей части спиральных сверл показаны на рис. 5. Двойную заточку по форме ДПЖ (рис. 5, е), т. е. с большим углом 2φ, с плоской двойной задней поверхностью и подточкой поперечной кромки, производят только на универсально-заточном станке.

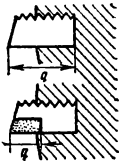
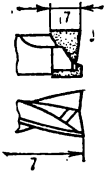
Поперечную кромку подтачивают для уменьшения ее длины или полного устранения, что значительно снижает осевое давление при сверлении. Рациональными формами подточек считаются такие, при которых с уменьшением длины поперечной кромки одновременно улучшается передний угол. Подточку перемычки сверл производят в универсальной головке заточного станка. Основные виды режущих инструментов, их рабочие поверхности и углы резания показаны на рис. 6—12.

ИЗНОС РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ПЕРЕТОЧКА

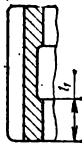
В процессе работы режущие инструменты изнашиваются по контактным площадкам на передней и задней поверхностях. Износ и последующее затупление режущих инструментов происходит вследствие трения инструмента о стружку и обрабатываемую деталь, пластической деформации материала инструмента при нагревании и под давлением стружки, вырывания или выкрашивания мельчайших частиц, что особенно часто наблюдается у хрупких материалов — твердых спла-

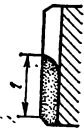
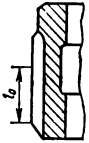
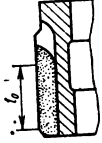
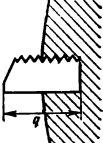
6. Допустимое стачивание инструмента

Инструмент	Эскиз	Размер, лимитирующий число переточек	Принятые значения допустимого стачивания
Резцы, затачиваемые по передней и задней грани: с пластинами из твердого сплава из быстрорежущей стали		Толщина пластины b	$(0,6 \div 0,7) b$ $(0,7 \div 0,9) b$
Резцы, затачиваемые по задней грани: с пластинами из твердого сплава из быстрорежущей стали		Ширина пластины b	$(0,6 \div 0,7) b$
Резцы дисковые из быстрорежущей стали		Длина окружности	$0,83 \pi D$
Фрезы монолитные: цилиндрические концевые дисковые угловые		Высота зуба H	$1H$ $0,6H$ $1H$ $(0,5 \div 2) H$

Фрезы со вставными ножами: торцовые: из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава		Ширина ножа b Ширина пластинки b	($0,6 \div 0,7$) b $0,6b$
Дисковые: из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава		Длина рабо- чей части L Длина пластинки L'	$0,5L$ $0,7L'$
Фрезы с затупленным зубом: пазовые фасонные		Толщина зуба b	($0,7 \div 0,8$) b $0,7b$

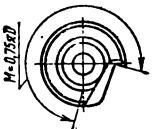
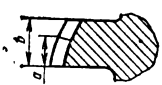
Продолжение табл. 6

Инструмент	Эскиз	Размер, лимитирующий число переточек	Принятые значения допустимого стачивания
Сверла спиральные: из быстрорежущей стали с пластинами из твердого сплава		Длина режущей части l_0	$(0,6 \div 0,8) l_0$
		Длина пластинки l	$0,6l$
Зенкеры цельные: с коническими хвостовиком насадки		Длина режущей части l_0	$(0,5 \div 0,6) l_0$
		Длина от вершины до выточки l_1	$0,7l_1$
Зенкеры со вставными ножами из быстрорежущей стали		Длина ножа l	$0,7l$

Зенеры с пластинками из твердого сплава		Длина пластины l	$(0,5 \div 0,6) l$
Развертки цельные (хвостовые и насадные)		Длина ка- либрующей части l_0	$(0,6 \div 0,7) l_0$
Развертки с напаянными твердосплавными пластинками (хвостовые и насадные)		Длина ка- либрующей части l_0	$0,5 l_0$
Развертки со вставными (рифленными) ножами		Ширина ножа b	$(0,3 \div 0,6) b$
Развертки с раздвижными ножами регулируемые		Допускаемый вертикальный размер перемещения ножа	

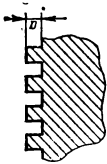
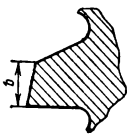
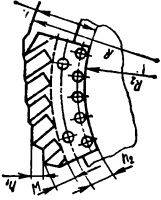
Продолжение табл. 6

Инструмент	Эскиз	Размер, лимитирующий число переточек	Принятые значения допустимого стачивания
Метчики: машинные для конической резьбы, гаечные с изогнутым хвостовиком		Длина ка- либрующей части l	$(0,6 \div 0,7) l$
Плашки: круглые тангенциальные		Ширина пера b Ширина плашки L	$(0,5 \div 0,7) b$ $(0,6 \div 0,65) L$

Гребенки круглые с винторезным самооткрывающимся головкам		Длина окружности	0,75 πD
Фрезы резцовые гребенчатые		Величина первой за- тыловки a	1 a
Резцы зубострогальные		Длина ре- жущей час- ти резца L	0,7 L

Продолжение табл. 6

Инструмент	Эскиз	Размер, лимитирующий число пере-точек	Принятые значения допустимого стачивания
Фрезы червячные: модульные цельные		Толщина зуба b	0,7 b
	модульные сборные		
для шлицевых валов			

Долбяки: дисковые чашечные		Высота зуба долбяка H	$(0,6 \div 0,7) H$
			$(0,46 \div 0,5) H$
Шевры дисковые для цилиндрических зубчатых колес		Глубина канавки a	$0,6a$
Протяжки круглые, шлицевые и шпоночные		Длина спинки зуба b	$0,6b$
Пилы круглые сегментные для металла		Высота сегмента H $M = R - \left(R_2 + h_2 + \frac{d_2}{2} + h_1 \right)$	

вов и минералокерамики (выкрашивание режущей части крупными кусками рассматривается как поломка инструмента).

В производстве допускается износ инструмента только до определенной величины, количественное значение которой устанавливается по критерию износа. Наиболее распространенным критерием является величина оптимального износа инструмента, при котором обеспечивается максимальный срок службы инструмента с учетом его переточек.

Величины износа по задней или передней поверхностям инструментов, соответствующие критерию, зависят от конструкции и размеров режущего инструмента, обрабатываемого материала, режима обработки и других условий. Стачивание за одну переточку зависит от величины оптимального износа, принятого в качестве критерия затупления, а также от конструкции инструмента, его геометрических параметров, способа затачивания с учетом минимально необходимого допуска на заточку. Допустимое стачивание режущего инструмента зависит от конструкции его режущей части.

Режущий инструмент конструктивно разделяется на цельный и со вставными ножами (пластинками). В инструментах цельной конструкции лимитирующими факторами при определении числа переточек являются габаритные размеры режущей части (длина спирали сверла, высота зуба фрезы и др.); в конструкциях инструмента со вставными ножами или пластинками число переточек лимитируют габаритные размеры ножей или пластин и устройство крепления их в корпусе инструмента. Величина допустимого стачивания в зависимости от типа режущего инструмента приведена в табл. 6.

Резцы. Твердосплавные и быстрорежущие резцы изнашиваются по передней или задней поверхности либо по обеим поверхностям одновременно, что зависит от условий обработки (обрабатываемый материал, глубина резания, подача, скорость резания и др.).

Заточку резцов в зависимости от их конструкции и условий работы производят по передней, задней или по обеим поверхностям. Для резцов всех видов нормальной конструкции с припаянной (приваренной) или механически закрепленной пластинкой заточку производят по всем режущим граням (передней и задней поверхностям); лимитирующим факторам, определяющим срок службы, является толщина пластинки. На резцах такой же конструкции, предназначенных для много-резцового станка, затачиваемых только по задней поверхности, лимитирующим фактором является длина (или ширина) пластинки, измеряемая в направлении заточки.

Для резцов фасонных прямоугольного сечения, тангенциальных и дисковых, заточку которых производят только по передней поверхности, лимитирующим фактором является высота или длина режущей части, измеряемая в направлении стачивания.

Глава 3

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ ИНСТРУМЕНТА

ТИПЫ И МОДЕЛИ СТАНКОВ

По характеру выполняемых технологических операций и типу конструкции все станки подразделяются на простые точильно-шлифовальные (точила)*, универсальные и специальные заточные станки. Типы и модели станков, применяемых для заточки и доводки инструмента, приведены ниже.

Универсально-заточные станки	3640, 3В641, 3Б641, 3М641, 3В642, 3Б642, 3М642, 3Б643, 3М642Е, 3М643Е, 3М642Е-1
Станки для заточки резцов	3В632В, 3621, 3622, 3622Д, 3А624, 3Е624, 3Д624, 3626, 3626Л, 3629, 3Е624Э, 3626Э, 3623
Станки для заточки сверл	3Б650, 3651, 3Е651, 3Г653, 3Д653, 3Б659, 3655
Станки для заточки фрез	3685, 3685Б, 3685Г, 3685Д, 3Г667, 3Э667, 3672, ВЗ-126, 3Б667
Станки для заточки пил	3692, 3Б690, 3Б692, 3А694, МЗ-15, МЗ-24
Станки для заточки зуборезного инструмента:	
червячных фрез	3А660Б, 3А662, 3663, 3664, 3663П
зуборезных головок	3А666, 3Б665
долбьков	3Р38М, ВЗ-112
Станки для заточки протяжек	3601, 3601-1, 3601-Б
Станки для заточки метчиков	4А, МФ-143, СИ-018, 3686, 3686Г, 3686Д, 3687, 3688

Специальные станки предназначены для заточки только одного вида режущего инструмента — резцов, сверл, червячных фрез, протяжек и др. Они имеют высокую производительность и обеспечивают высокую точность обработки. Кроме того, для шлифования режущего инструмента применяют кругло-, плоско- и профилишлифовальные станки.

УНИВЕРСАЛЬНО-ЗАТОЧНЫЕ СТАНКИ

Универсально-заточные станки (табл. 1) применяют для заточки и доводки зенкеров, разверток, фрез, долбьков и метчиков, а также резцов, червячных фрез, зуборезных головок и протяжек. На станках этого типа можно выполнять также круглое (наружное и внутреннее) и плоское шлифование. Станки выполнены с вертикальным перемещением шпиндельной головки, с продольным и поперечным перемещениями стола и нижним расположением привода шпинделя. Шлифовальная головка и верхний стол могут вращаться вокруг вертикальной оси.

* Модели этих станков из-за простоты конструкции не приводятся.

1. Техническая характеристика универсально-заточных станков

Параметр	3Б640	3Б641	3Б641	3Б642	3Б642	3Б643
Размеры зачищаемого инструмента, мм, не более:						
диаметр	100	160				400
длина (в центровых бабках)	250	400			250	1000
Диаметр шлифовального круга, мм, не более:					630	
прямого профиля	75	125			175	200
фасонного профиля	75	125			150	
Размеры рабочей поверхности стола, мм:						
ширина	63	100			140	200
длина	400	630			900	1400
Угол поворота шлифовальной головки в горизонтальной плоскости, °	160	280			450	720
—	—	—			350	
Скорость автоматического продольного перемещения стола, м/мин			—			0,3—8
Угол поворота стола, °:						
в крайних положениях	180					
в среднем положении	±90					
Частота вращения шлифовального шпинделя, об/мин	2 330—10 000	1120—9000			2240—6300	1200—5500 *
Мощность электродвигателя шлифовальной головки, кВт	0,27	0,56/0,7			1,0/1,4	2,5 **
Габаритные размеры, мм	1200×780×410	1530×1290×1500			2330×1680×1550	3620×1570×1740
Масса станка с принадлежностями и приспособлениями, входящими в комплект поставки, кг		700	750		1200	2500
					1350	

* Бесступенчатое регулирование.

** При максимальных оборотах электродвигателя постоянного тока.

Все механизмы смонтированы внутри станка и на верхней плоскости станины. Рабочее место в зависимости от характера выполняемой операции находится либо спереди станка, либо слева и справа (в соответствии с размещением органов управления).

Станки оснащены приспособлениями для заточки (см. гл. 4), которые поставляются частично вместе со станками и входят в комплект (универсальные приспособления), а частично по заказу потребителей (специальные приспособления).

Наиболее распространенным является универсально-заточной станок мод. 3В642, выпускаемый вместо устаревших мод. 3А64, 3А64М и 3А64Д. Ниже рассмотрены конструкция и кинематическая схема станка мод. 3В642 (рис. 1 и 2). Общая компоновка станка мод. 3В642 аналогична компоновке универсально-заточных станков мод. 3В642, 3В641, 3В641, 3В643, а различия в конструкции узлов незначительны. Краткая техническая характеристика универсально-заточных станков приведена в табл. 1.

Станина станка (рис. 1) представляет собой чугунную отливку коробчатой формы, несущую на себе привертнутые направляющие поперечного перемещения суппорта. Для обслуживания расположенного внутри станка электродвигателя шлифовального круга в боковой стенке станины имеется окно, закрытое крышкой 3. Внутри станины расположены бак системы охлаждения и электрошкаф, также закрытые крышками 17. В верхней части станины находится корыто для сбора и отвода СОЖ. Для удобства очистки корыта от шлама передняя стенка его ниже задней и боковых.

Рабочие и установочные движения на станке выполняются вращением шпинделя шлифовальной головки, продольным перемещением стола, поперечным перемещением суппорта и вертикальным перемещением колонны шлифовальной головки.

Вращение шпинделя (см. рис. 2) шлифовальной головки производится от двухскоростного электродвигателя 1 (2780 и 1420 об/мин). Насаженный на вал электродвигателя шкив 2 имеет четыре попарно одинаковых ручья, каждая пара которых соответствует частоте вращения 4500 и 6300 об/мин или 2240 и 3150 об/мин. Вращение от электродвигателя к шпинделю шлифовальной головки передается через клиноременный редуктор 3.

Продольное перемещение стола осуществляется вручную, ручное перемещение — вращением одного из трех маховичков 4 и 5 (на рис. 1 поз. 27), два из которых расположены с задней стороны суппорта (слева 4 и справа 5). На осях этих маховичков сидят реечные шестерни 6 и 7, сцепляющиеся с рейкой 8, закрепленной на верхнем столе.

Третий маховичок 9 (на рис. 1 поз. 15), расположенный спереди суппорта, служит для медленного перемещения стола. В маховичок встроен планетарный механизм 10. Переключение скорости перемещения стола осуществляется кнопкой 11 (на рис. 1 поз. 14). При перемещении стола подпружиненные упоры 10 и 13 упираются в жесткий упор (на рис. 1 не показан). При необходимости работы до жесткого упора упоры 10 и 13 меняют местами. Поворотный стол 12 (рис. 2), на верхнюю плоскость которого устанавливаются приспособления для заточки инструмента, имеет точный поворот по шкале на угол $\pm 3^\circ$ и приближенный поворот по лимбу на угол $\pm 60^\circ$. По всей его длине проходит Т-образный паз для установки крепежных болтов приспособлений.

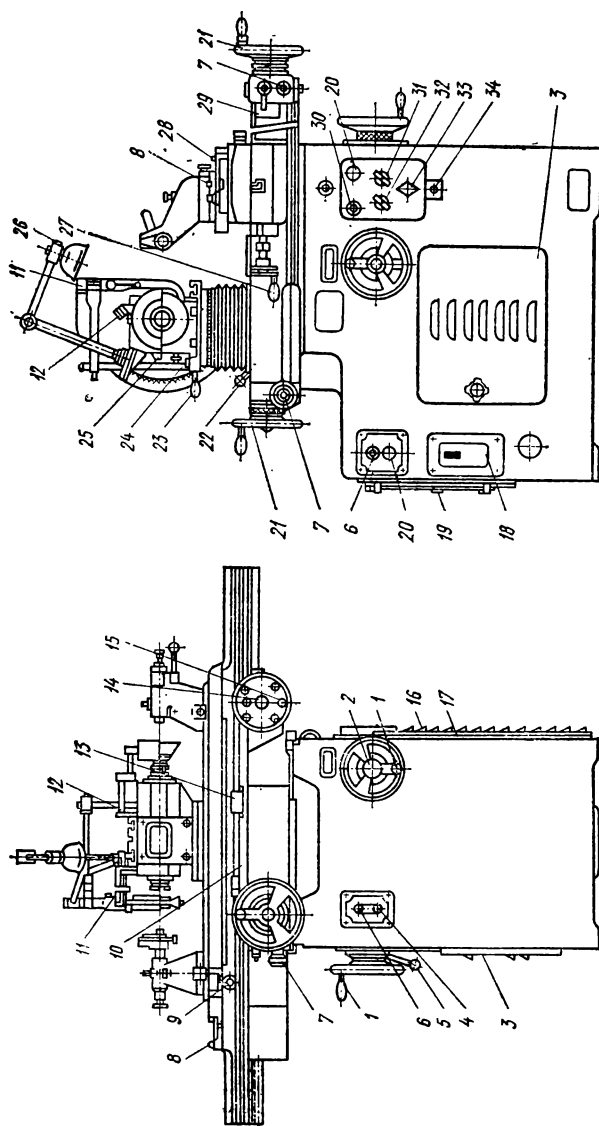


Рис. 1. Расположение органов управления универсально-заточного станка мод. 3B642:

1 — маховичок вертикальной подачи; 2 — кнопка включения медленной вертикальной подачи; 3 — крышка для доступа к электродвигателю шпинделя; 4 — кнопка «Стоп» электродвигателя шпинделя; 5 — рукоятка включения медленной вертикальной подачи; 6 — кнопка «Пуск» электродвигателя шпинделя; 7 — маховичок тонкой поперечной подачи; 8 — винт закрепления стола от поворота; 9 — винт поворота стола; 10 и 13 — левый и правый упор стола; 11 — край для подачи СОЖ; 14 и 15 — кнопка включения и маховичок медленной продольной подачи вручную; 16 — штепсельная розетка для пилсосо; 17 — крышка; 18 — вводный выключатель (автомат); 19 — замок крышки электрошкафа; 20 — кнопка «Общий стоп»; 21 — маховичок поперечной подачи; 22 и 23 — рукоятки закрепления и поворота шлифовальной головки; 24 — гайка; 25 — кнопка фиксации шпинделя от поворота; 26 — выключатель освещения; 27 — маховичок продольной подачи стола вручную; 28 — гайки закрепления стола от поворота; 29 — рычаг толчковый поперечной подачи; 30 — сигнальная лампа; 31 — реверс шпинделя; 32 — выключатель охлаждения и пылесоса; 33 — переключатель числа оборотов электродвигателя шпинделя; 34 — штепсельная розетка для подключения электродвигателей приспособлений

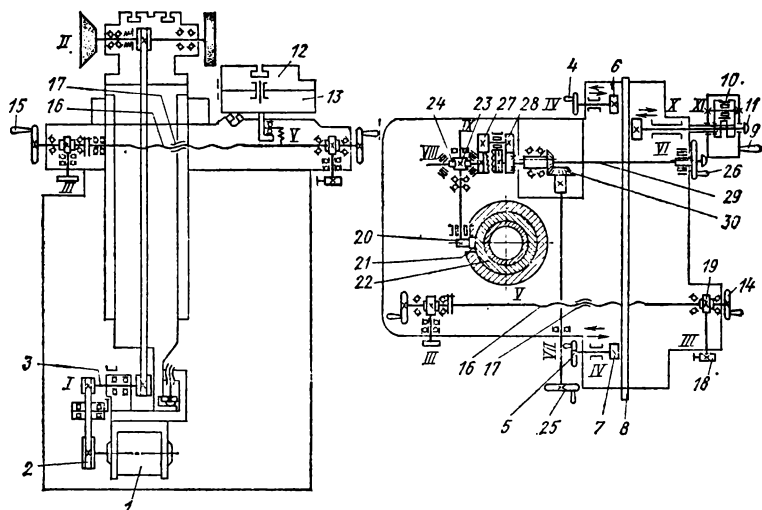


Рис. 2. Кинематическая схема универсально-заточного станка мод. 3B642: 1 — электродвигатель; 2 — шкив; 3 — редуктор; 4, 5, 9, 14, 15, 18, 25 и 26 — маховички; 6 и 7 — шестерни; 8 — рейка; 10 — планетарный механизм; 11 — кнопка; 12 — поворотный стол; 16 — ходовой винт; 17 — гайка; 19, 29 и 30 — шестерни; 20 и 21 — реечная пара; 23 — червячный редуктор; 24 — червяк; 27 — планетарный механизм; 28 — муфта

Поперечное перемещение суппорта 13 (рис. 2) осуществляется вращением маховичков 14 и 15 (на рис. 1 поз. 21), сидящих на ходовом винте 16 и перемещающихся вместе с суппортом относительно неподвижной самоустанавливающейся гайки 17, закрепленной в станине. Маховички 14 и 15 на винте 16 расположены с обоих концов для удобства обслуживания. Тонкая поперечная подача осуществляется вращением маховичка 18 (на рис. 1 поз. 7), а толчковая — нажатием на рычаг 29 (рис. 1), который через храповой механизм и пару косозубых шестерен 19 поворачивает ходовой винт 16.

Механизм толковой подачи установлен только на переднем конце ходового винта. Механизм тонкой плавной подачи, позволяющий плавно подводить затачиваемый инструмент к шлифовальному кругу (что весьма важно при алмазной заточке), смонтирован на обоих концах винта 16. Это позволяет осуществлять тонкую плавную подачу с двух рабочих мест.

Вертикальное перемещение шлифовальной головки осуществляется при помощи реечной пары 20 и 21 (рис. 2). Рейка закреплена на гильзе 22. Реечная шестерня 20 приводится во вращение червячным редуктором 23. Вращение червяка 24 производится быстро или медленно одним из маховичков 25 и 26 (на рис. 1 поз. 1), снабженных лимбом. Для медленного вертикального перемещения вал должен быть вытянут кнопкой (на рис. 1 поз. 2) или рукояткой. Тем самым включается планетарный механизм. Предусмотрено управление планетар-

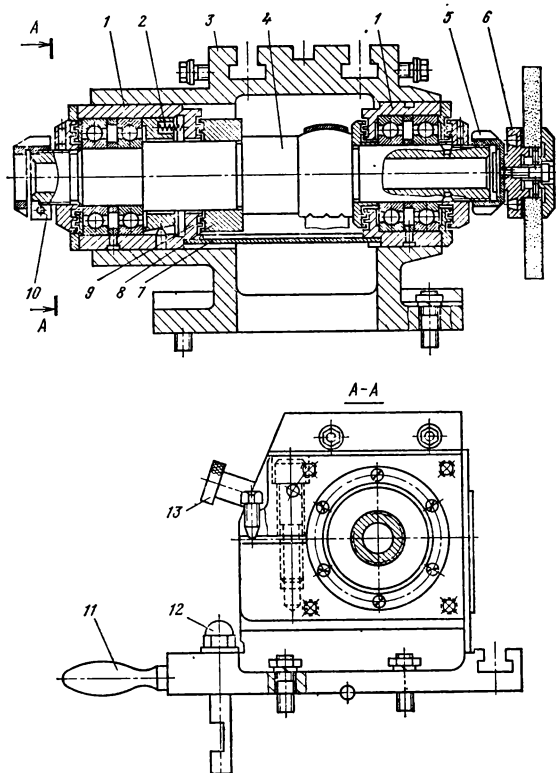


Рис. 3. Шлифовальная головка универсально-заточного станка мод. 3В642

ным механизмом с двух рабочих мест маховичками 25 и 26. С переднего рабочего места вращение маховичком 26 передается червяку 24 или через планетарный механизм 27 (замедленное), или при помощи кулачковых муфт 28 (быстрое). С бокового рабочего места вращение маховичком 25 передается посредством конических шестерен 29 и 30 и далее по той же цепи.

Конструкция шлифовальной головки станка мод. 3В642 показана на рис. 3. Шлифовальная головка, установленная на колонне механизма подъема, состоит из корпуса 3, в котором на двух парах радиально-упорных подшипников вращается шпиндель 4. Подшипники посажены в стаканы 1, соединенные планкой 7, которая располагается внизу между ветвями приводного ремня. Шпиндель 4 выполнен двухсторонним с двумя конусными гнездами для установки сменных оправок 6 со шлифовальными кругами. Оправки 6 затягиваются в гнездо шпинделя и выталкиваются из него гайкой 5. Для предотвращения сворачивания при реверсе гайка 5 фиксируется винтом 10. Во время

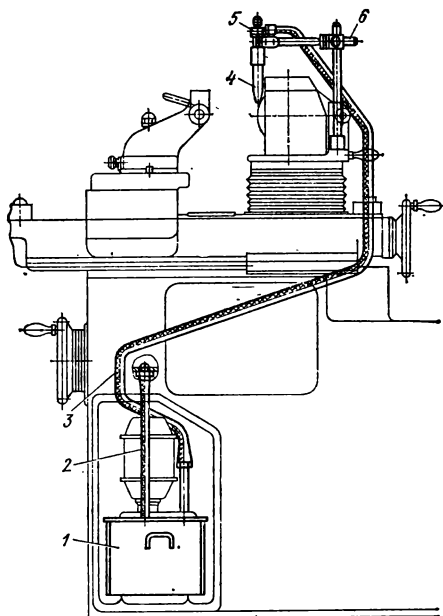


Рис. 4. Система подачи СОЖ универсально-заточного станка мод. 3B642:

1 — бак; 2 и 3 — шланги;
4 — сопло; 5 — кран; 6 —
кронштейн

затягивания гайки 5 шпindelъ удерживается от поворота фиксатором 13. Натяг подшипников осуществляется пружинами 2.

Корпус 3 по всей длине имеет односторонний разрез, осуществляющий разжим, благодаря которому шпindelъ 4 вместе со стаканами 1 может быть легко вынут из корпуса. Это необходимо при смене ремня. Корпус 3 может поворачиваться (вместе с колонной) вокруг вертикальной оси рукояткой 11. Фиксация после поворота производится гайкой 12. Уплотнение подшипниковых узлов осуществляется кольцами 8 и 9 с лабиринтными канавками.

В комплект приспособлений, поставляемых к универсально-заточным станкам (кроме передней и задней бабок), входят универсальная головка, универсальная упорка, приспособление для линейной правки абразивных кругов, подручник, малая универсальная головка, установочный шаблон, трехповоротные тиски, приспособление для наружного круглого шлифования, поводок, комутник, цанговый зажим и т. д. (см. гл. 4).

Возможность заточки режущего инструмента с применением СОЖ обеспечивается наличием системы охлаждения (рис. 4). Бак 1 с СОЖ устанавливается внутри станины станка. С помощью шланга 3 СОЖ подводится к крану 5, а через него — к соплу 4, закрепляемого на кронштейне 6. С помощью шланга 2 СОЖ из станины отводится в бак. Для защиты от разбрызгивания СОЖ применяют защитные экраны и щитки различной конструкции.

Станки мод. 3640, 3В641 и 3В642 имеют только ручное управление. Станки мод. 3В641, 3В642 и 3В643 снабжены гидроприводом и допускают следующий цикл работы; ручной — при заточке инструмента небольших партий и при специальных работах; механизированный — ручная поперечная подача и деление на зуб затачиваемого инструмента, автоматическое продольное перемещение стола; полуавтоматический — ручная поперечная подача, автоматическое продольное перемещение стола обеспечивается встроенным гидродвигателем, автоматическое деление на зуб — специальными гидравлическими съемными приспособлениями.

Автоматическая поперечная подача на станке мод. 3В643 обеспечивается встроенным механизмом, а на станке мод. 3В642 — съемным. Станок мод. 3В641 механизма автоматической поперечной подачи не имеет.

Станок мод. 3640 предназначен для заточки мелкого режущего инструмента, применяемого в часовой и приборостроительной промышленности. Заточка инструментов из быстрорежущей стали или оснащенных пластинками из твердого сплава производится абразивными, алмазными или эльборовыми кругами. В комплект станка входит несколько сменных шлифовальных шпинделей, каждый из которых оснащается шлифовальным кругом определенной характеристики. Легкая сменяемость шпинделей в обойме шлифовальной головки позволяет последовательно затачивать и доводить инструмент все более мелкозернистыми кругами, не затрачивая времени на установку, закрепление, уравнивание и устранение биения шлифовального круга. Число оборотов шпинделя бабки изделия устанавливается по лимбу и регулируется маховичком, вынесенным на правую стенку станины, где расположены также рукоятки поперечного перемещения шлифовальной головки и вертикального перемещения суппорта.

Станки мод. 3В641 и 3В642 предназначены для заточки соответственно малых и средних размеров инструментов из быстрорежущей стали и оснащенных пластинками из твердых сплавов абразивными, алмазными и эльборовыми кругами. На станках заточку производят со смазочно-охлаждающей жидкостью или без нее. Станки оснащены комплектом приспособлений (см. гл. 4) для заточки различных видов инструментов: фрез, разверток, зенкеров и т. д. Класс точности станков П.

Станок мод. 3В643 предназначен для заточки инструментов, применяемых в тяжелом машиностроении. Новая гамма станков, выпускаемая взамен станков мод. 3640, 3В641, 3В642, 3В642 и 3В643, состоит из шести моделей: 3664, 3М641, 3М642, 3М642Е, 3М642Е-1 и 3М643. Техническая характеристика универсально-заточных станков мод. 3М642Е, 3М642 и 3М642Е-1 приведена ниже.

Диаметр изделия, устанавливаемого в центровых бабках, мм, не более	250
Длина изделия, устанавливаемого в центровых бабках, мм, не более	500
Расстояние от оси шлифовального круга до линии центров в вертикальной плоскости (с учетом смещения оси шлифовального круга за счет поворота корпуса шлифовальной головки в вертикальной плоскости на 180°), мм, не более:	
ниже линии центров	60
выше линии центров	240

Расстояние от линии центров до рабочей поверхности стола, мм	125
Расстояние от оси шлифовального круга до линии центров в горизонтальной плоскости (с учетом смещения шлифовального круга в горизонтальной плоскости за счет эксцентрической плиты), мм:	
наибольшее	5
наименьшее	345
Цена деления шкал поворота в горизонтальной плоскости:	
основной	1°
точного поворота	10'
Скорость автоматического продольного перемещения (регулируется плавно), м/мин (кроме мод. 3М642)	0,1—10
Вертикальное перемещение шлифовальной бабки, м	
наибольшее	250
на один оборот маховичка	0,5
на одно деление лимба маховичка	0,005
Поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм:	
наибольшее	230
на один оборот маховичка быстрой подачи	2
на один оборот маховичка тонкой подачи	0,08
на одно деление лимба маховичка быстрой подачи	0,01
на одно деление лимба маховичка тонкой подачи	0,001
Угол поворота в плоскости, °:	
вертикальной	±20
горизонтальной	360
Расстояние от оси центров до оси паза стола в горизонтальной плоскости, мм	125
Расстояние от низа основания станка до рабочей поверхности стола, мм	1020
Размеры рабочей поверхности (длина × ширина), мм	800 × 140 (1120 × 140 для станка мод. 3М642Е-1)
Продольное перемещение вручную, мм, не более	400 (560 для станка мод. 3М642Е-1)
Продольное перемещение на один оборот маховичка планетарного редуктора, мм:	
быстрое	113
медленное	11,3
Продольное перемещение на одно деление лимба маховичка планетарного редуктора (медленное), мм	0,1
Угол поворота в горизонтальной плоскости, °:	
при среднем положении стола	±45
при крайних положениях стола	90
по шкале точного поворота	±10 (±8 для станка мод. 3М642Е-1)
Скорость механического установочного перемещения, мм/мин	390
Частота вращения шпинделя, об/мин	2240; 3150; 4500; 6300
Внутренний конус шпинделя под оправку шлифовальных кругов по СТ СЭВ 147—75	Морзе 4
Диаметр устанавливаемого шлифовального круга, мм, не более:	
прямого профиля	200
фасонного профиля	150
Величина вертикального смещения оси шлифовального круга за счет поворота корпуса шлифовальной головки в вертикальной плоскости на 180°, мм	50
Наибольшее смещение шлифовального круга в горизонтальной плоскости за счет эксцентрической плиты, мм	110
Давление в гидросистеме, МПа	1 (мод. 3М642 гидросистемы не имеет)

Станки этих моделей имеют современную более удобную компоновку и принципиально отличаются от ранее известных моделей станков. Базовой моделью этой гаммы станков является станок мод. 3М642.

В станках мод. 3М641, 3М642, 3М642Е, 3М642Е-1 и 3М643 применено верхнее расположение электродвигателя привода шлифовальной головки, что позволяет осуществлять ее поворот в вертикальной плоскости, уменьшить время настройки на углы заточки инструмента. Вертикальное перемещение шлифовальной головки механизировано, а уменьшенная масса стола облегчает условия работы станка вручную. Продольное перемещение стола в станках мод. 3М642Е и 3М642Е-1 гидрофицировано. Возможность работы по жесткому упору создает удобство при заточке многолезвийного инструмента и повышает производительность труда. При оснащении станков специальными приспособлениями заточку инструмента производят в полуавтоматическом режиме. Станки оснащены системой подачи СОЖ в зону обработки.

Все универсально-заточные станки новой гаммы допускают работу абразивными, алмазными и эльборовыми кругами. Класс точности станков П. Общий вид станков мод. 3М642Е и 3М642 показан на рис. 5, кинематическая схема станка мод. 3М542Е на рис. 6. Общая компоновка станка мод. 3М642Е аналогична компоновке универсально-заточных станков мод. 3М641, 3М642, 3М642Е-1 и 3М643, а различия в конструкции узлов незначительны. Станина 13 универсально-заточного станка мод. 3М642Е (рис. 5) представляет собой чугунную отливку коробчатой формы, несущую направляющие поперечного перемещения. В верхней части станины с трех сторон отлито корыто для стока СОЖ по наклонному дну корыта через отверстие в задней части станины в бак, установленный у задней стенки станины. Корпус основания стола 3 представляет собой чугунную отливку прямоугольного сечения. Направляющие стола 4 размещены в верхней части корпуса основания 3.

В специальных отверстиях на передней стенке основания стола 3 установлены винт поперечного перемещения с механизмом поперечной подачи 2 и планетарный редуктор 7 продольного перемещения стола 4. Между двумя указанными механизмами в передней стенке корпуса основания стола 3 сделана ниша для размещения основного пульта управления станком 1. Каретка с колонной 14 предназначена для осуществления поперечного и вертикального перемещений шлифовального круга 16.

Рабочие и установочные движения на станке выполняются вращением шпинделя шлифовальной головки 5, вращением шлифовальной бабки 6, продольным перемещением стола 4, поперечным перемещением каретки 14 и вертикальным перемещением шлифовальной бабки 6. Механизм поперечной подачи 2 предназначен для осуществления поперечной подачи шлифовального круга. Поперечная подача осуществляется вращением маховичка 2 (см. рис. 6) при отключенном механизме тонкой подачи 1. Для удобства обслуживания имеются еще два дублирующих маховичка поперечной подачи. При включенном механизме тонкой подачи вращение винта поперечной подачи осуществляется маховичком 1.

Механизм подъема шлифовальной бабки 15 (на рис. 6 поз. 3) служит для подъема шлифовальной головки 5 (на рис. 6 поз. 4) в требуемое положение. Шлифовальная бабка 6 (на рис. 6 поз. 5) состоит из корпуса шлифовальной головки 6 и корпуса вала подъема колонны 7 (см. рис. 6). Корпус 6 имеет отверстие для установки шлифовальной головки и две шлифованные плоскости с Т-образными пазами. На эти плоскости устанавливаются различные приспособления. Через коническую зуб-

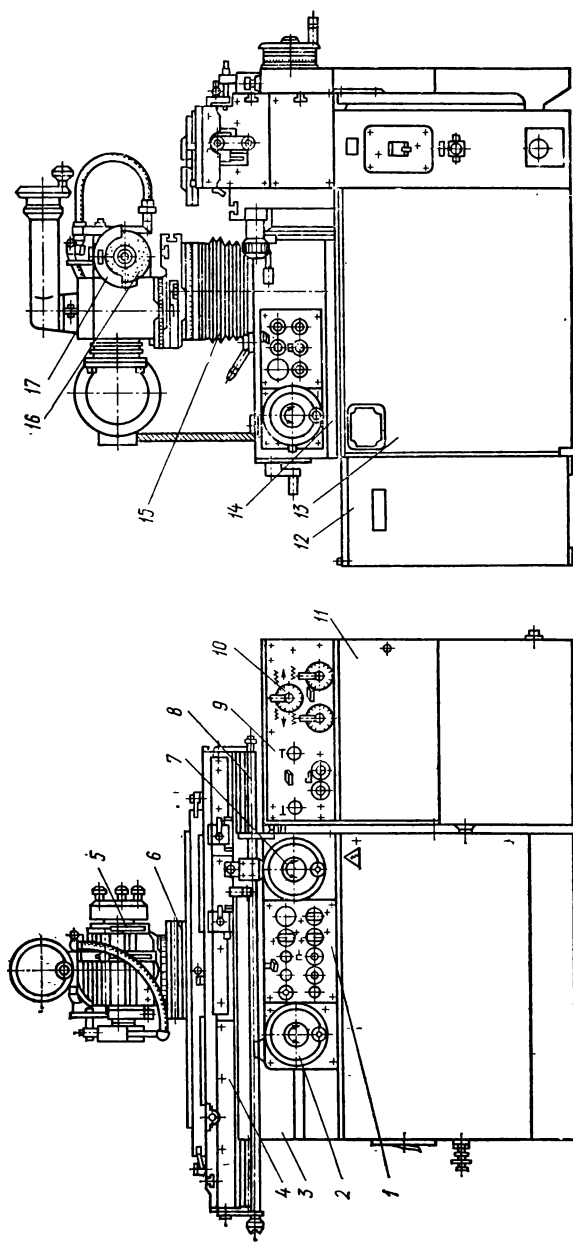


Рис. 5. Расположение органов управления универсально-заточного станка мод. 3М642Е:

1 — пульт управления; 2 — механизм поперечной подачи; 3 — основание стола; 4 — стол; 5 — шлифовальная головка; 6 — шлифовальная бабка; 7 — планетарный редуктор; 8 — гидростанция (только в станках мод. 3М642Е и 3М642Е-1); 9 — пашпель; 10 — выключатель; 11 — гидростанция (только в станках мод. 3М642Е и 3М642Е-1); 12 — система подачи смазочно-охлаждающей жидкости; 13 — станна; 14 — каретка с колонной; 15 — механизм подвеса шлифовальной бабки; 16 — оправка с шлифовальным кругом; 17 — защитный кожух шлифовального круга

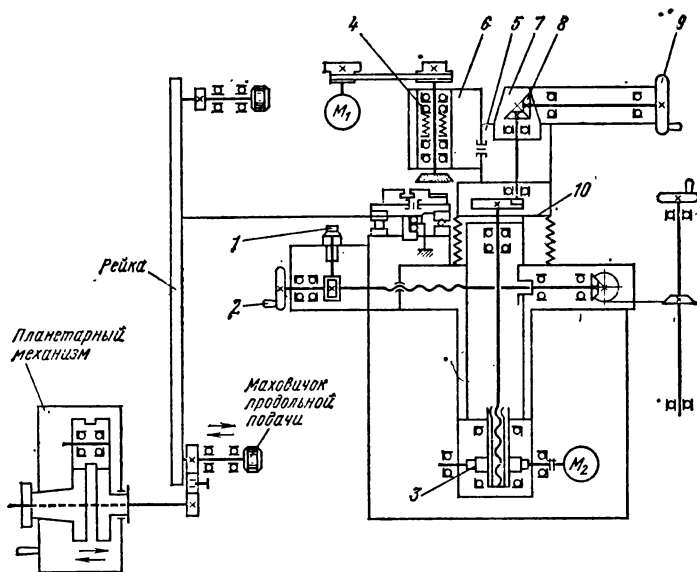


Рис. 6. Кинематическая схема станка мод. 3М642Е:

1 — маховичок тонкой поперечной подачи; 2 — маховичок поперечной подачи; 3 — механизм подъема шлифовальной бабки; 4 — шлифовальная головка; 5 — шлифовальная бабка; 6 — корпус; 7 — вал; 8 — зубчатые колеса; 9 — маховичок; 10 — плита

чатую пару 8 маховичком 9, установленном на горизонтальном поворотном кронштейне, осуществляется перемещение колонны вручную. Корпус 6 установлен на плите 10 с возможностью разворота на 360°. В свою очередь, плита может разворачиваться на колонне также на 360°. Ось вала 7 и ось колонны смещены на 55 мм, что позволяет увеличить габариты рабочего пространства в горизонтальной плоскости на 110 мм.

Корпус 6 установлен с возможностью переустановки на 180°. Ось отверстия под шлифовальную головку и ось поворота корпуса смещены на 25 мм, что позволяет увеличить габариты рабочего пространства в вертикальной плоскости на 50 мм. Приводной электродвигатель поворачивается вместе с корпусом 6.

Стол станка предназначен для установки обрабатываемого инструмента и осуществления продольной подачи. Он устанавливается на роликовых направляющих и перемещается в продольном направлении вручную (в станке мод. 3М642) или с управлением от гидроцилиндра 8 и гидростанции 11 (в станках мод. 3М642Е и 3М642Е-1).

Рабочая часть стола поворотная. Отсчет углов поворота осуществляется по шкале, находящейся в центре, с точностью до 1°; по шкале, находящейся слева, с точностью до 10'. Поворотный стол закрепляется на нижнем столе с помощью прижима, расположенного

в середине поворотной части стола, и двух прижимов, расположенных по краям нижнего стола.

Планетарный редуктор 7 предназначен для продольного перемещения стола при работе с переднего рабочего места. Он обеспечивает как ускоренное, так и замедленное перемещение. Для осуществления ускоренного перемещения кнопку управления перемещают вдоль оси. Устройство его аналогично устройству планетарного механизма универсально-заточного станка мод. 3В642. Система подачи смазочноохлаждающей жидкости такая же, как для станков мод. 3В642. Приспособления, входящие в комплект станков мод. 3М642, 3М642Е и 3М642Е-1 аналогичны приспособлениям, поставляемым к станкам мод. 3В642, 3Б642 и др.

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ РЕЗЦОВ

Краткая техническая характеристика станков для, заточки резцов приведена в табл. 2. Станок мод. 3621 применяют в часовой и приборостроительной промышленности. Он предназначен для ручной заточки алмазными и эльборовыми кругами твердосплавных и быстрорежущих резцов с державками прямоугольного сечения размером 4—12 мм, круглого сечения диаметром 3—10 мм, а также пушечных и перовых сверл, концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком.

Станок мод. 3622 предназначен для ручной алмазной эльборовой заточки и доводки торцом чашечного круга твердосплавных и быстрорежущих резцов как в незакрепленном состоянии, так и в закрепленном. Станок мод. 3622Э является модификацией станка мод. 3622. Он предназначен для электрохимической заточки резцов.

Станок мод. 3622Д предназначен для ручной и эльборовой заточки и доводки торцом чашечного круга твердосплавных и быстрорежущих резцов в незакрепленном состоянии. Станок может быть оснащен ручным приспособлением для вышлифовки стружколомающих лунок.

Станок мод. 3А624 — полуавтомат, предназначен для заточки быстрорежущих и твердосплавных токарных и строгальных резцов торцом чашечного абразивного, алмазного и эльборового кругов методом упругого и жесткого шлифования. Заточка производится с применением смазочно-охлаждающей жидкости.

Станок мод. 3Е624 предназначен для упругой и жесткой заточки твердосплавных и быстрорежущих резцов по плоским задним и передним поверхностям торцом алмазного и эльборового кругов.

Станок мод. 3Е624Э является модификацией станка мод. 3Е624 и предназначен для электрохимической заточки резцов.

Станок мод. 3Д624 — полуавтомат, предназначен для упругой и жесткой заточки абразивными, алмазными и эльборовыми кругами твердосплавных и быстрорежущих резцов по плоским задним и передним поверхностям торцом чашечного круга.

Станок мод. 3626 — полуавтомат, предназначен для заточки твердосплавных и быстрорежущих резцов по передней поверхности и образования на ней стружколомающих лунок торцом алмазного или эльборового круга.

Станок мод. 3626Э является модификацией станка мод. 3626 и предназначен для электрохимической заточки резцов по передней поверхности.

2. Техническая характеристика станков для заточки резцов

Параметр	3621	3622	3622Д	3А624	3Е624
Наибольшая высота затачиваемых резцов, мм	12	25 (32) *	25 (32) *	50	50
Диаметр шлифовального круга, мм	150	150	150; 200	250	200
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1460; 2230	2540; 3560		460—1960 (6 ступеней)	1910; 2680
Основные размеры стола (длина×ширина), мм	—	400×200	320×160	500×220	560×280
Наибольшая величина продольного перемещения шлифовальной бабки (стола), мм	16	25	—	100	
Скорость продольного перемещения, м/мин (число двойных ходов в минуту)	46	50	—	0,3—10	0,2—3
Наибольшая величина поперечного перемещения шлифовальной бабки (стола), мм	10	30	—	100	50
Наибольший припуск, снимаемый за автоматический цикл, мм	—	—	—	4	1,5
Мощность электродвигателя привода шлифовального круга, кВт	$\frac{0,43}{0,53}$	1,5	0,8	$\frac{2,3}{2,9}$	2,2
Общая мощность, кВт	0,73	1,74	0,92	5,17	2,72
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием, мм	1080× ×640× ×1400	610× ×1060× ×1500	560× ×800× ×1280	1800× ×1380× ×1650	1100× ×1370× ×1510
Масса станка с приставным оборудованием, кг	370	850	480	1450	1750

* В скобках указаны наибольшие размеры резцов, затачиваемых с по

Примечания: 1. Класс точности всех станков П, кроме станка
2. Все станки предназначены для работы с охлаждением.

ЗД624	3626	3626Л	3629	ЗЕ624Э	3626Э	3623
50	50 (100) *	50 (100) *	25 (50) *	50	50 (100) *	50
250	150	50; 80	150	200	150	200
620—1850 (4 сту- пени)	2540; 3560	5500	2540; 3560	1950	2540	2100
	400×200		—	560×280	400×200	500×220
65			50		65	30
0,2—8	0,2—3		29; 46	0,2—3		0—3,5
60	50		30	—	50	—
3		1,5	—	—	1,5	2
$\frac{3}{3,5}$	1,5	0,37	1,1	2,2	1,5	2,2
4,5	2,0	0,9	1,8	2,72	3,67	2,3
1180× ×1920× ×1600	1080×1200×1700		990× ×950× ×1440	1100× ×1370× ×1510	1870× ×2300× ×1700	2200×1265× ×1515
1830	1500		830	1750	2100	1500

мощью приспособлений, поставляемых по отдельному заказу.

мод. ЗД624, который изготавливается по классу точности Н.

Станок мод. 3626Л — полуавтомат, предназначен для образования стружколомающих лунок и канавок на передней поверхности твердосплавных и быстрорежущих резцов алмазными или эльборовыми кругами формы А5П.

Станок мод. 3629 предназначен для заточки с одной установки главной, вспомогательной и переходной радиусной задних поверхностей твердосплавных и быстрорежущих резцов с круглой и прямоугольной державкой торцом алмазного и эльборового круга.

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ СВЕРЛ

Краткая техническая характеристика станков для заточки сверл приведена в табл. 3.

Станок мод. 3Б650 — полуавтомат, предназначен для двухплоскостной заточки твердосплавных и быстрорежущих сверл диаметром 0,1—2 мм с цилиндрическим хвостовиком. Заточку сверл производят методом глубинного шлифования торцовыми поверхностями двух шлифовальных кругов: алмазных при заточке твердосплавных сверл и эльборовых при заточке быстрорежущих сверл.

Станок мод. 3651 предназначен для заточки твердосплавных и быстрорежущих сверл диаметром 1,5—5 мм в условиях массового производства на инструментальных заводах.

Станок мод. 3Е651 — полуавтомат, предназначен для двухплоскостной заточки твердосплавных и быстрорежущих сверл диаметром

3. Техническая характеристика станков для заточки сверл

Параметр	3Б650	3651
Диаметр затачиваемого сверла, мм	0,1—2	1,5—5
Угол при вершине затачиваемых сверл и зенкеров,	90—140	70—180
Задний угол, ° (при $\phi = 118^\circ$)	6—25	0—30
Диаметр шлифовального круга, мм	125	125
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	2800	3850
Подача на глубине шлифования, мм/об или мм/дв. ход	До 0,5	0,005—0,04
Частота вращения сверла, об/мин (заточка/выхаживание)	—	—
Припуск, снимаемый за цикл, мм, не более	0,5	0,6
Мощность электродвигателя привода шлифовального круга, кВт	0,37 × 2	0,27
Общая мощность, кВт	1,1	0,27
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием, мм	1720 × 1140 × 1300	560 × 670 × 1340
Масса станка с приставным оборудованием, кг	600	185

* 300 мм для абразивного круга и 200 мм для алмазного.

0,4—6 мм. По методу заточки и компоновке аналогичен полуавтомату мод. 3Б650, но имеет цикловое управление, допускающее проведение заточки в несколько проходов.

Станок мод. 3Г653 предназначен для винтовой заточки спиральных сверл диаметром 5—32 мм из быстрорежущей стали или оснащенных пластинками из твердого сплава. Кроме сверл на нем производят заточку задних поверхностей трех- и четырехзубых концевых инструментов (зенкеров и метчиков), а также подточку поперечной кромки у сверл.

Сверла затачивают периферией абразивных, алмазных и эльборовых кругов способом многопроходного шлифования. Все формообразующие движения совершает сверло. Заточка производится с применением СОЖ.

Станок мод. 3Д653 — полуавтомат, предназначен для двухплоскостной заточки спиральных сверл из быстрорежущей стали и твердого сплава диаметром 5—40 мм. Он позволяет производить подточку поперечной кромки сверла. Сверла затачиваются торцом чашечного абразивного, алмазного, эльборового кругов способом врезного шлифования с применением СОЖ. Настраиваемые и цикловые повороты совершает сверло.

Станок мод. 3В659 — полуавтомат, предназначен для заточки и переточки спиральных сверл диаметром 12—80 мм абразивными, алмазными и эльборовыми кругами. На нем затачивают трех- и четырехперьевый инструмент. Сверла затачивают винтовым методом с заострением поперечной кромки путем многопроходного шлифования с применением СОЖ.

3Е651	3Г653	3Д653	3В659	3Е65
0,4—6 90—160	5—32 70—160	5—40 70—160	12—80 90—140	6—50 —
6—25 125 3380—5950	9—18 200 1162—2266	5—25 250 960—2985	6—16 30 1649	— 300/200 * 1600—1900
До 0,5	0,01—0,08	До 0,5	0,005—0,04	0,01—0,2
—	50/25	—	59/34,5	—
2,5	2,5	2,5	6,0	3,7
0,55 × 2	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{2,65}{3,4}$	5,5	0,8
1,8	1,92	$\frac{4,63}{5,38}$	6,0	3,15
1700 × 1100 × × 1500	1190 × 900 × × 1490	1275 × 1185 × × 120	1578 × 1535 × × 1300	1660 × 885 × × 1945
900	1410	1550	1380	2200

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ФРЕЗ

Фрезы являются широко распространенным видом режущего инструмента. При мелкосерийном производстве все типы фрез в основном затачивают на универсально-заточных станках с помощью различных приспособлений, конструкции которых приведены в гл. 4.

Специализированные заточные полуавтоматы применяют в серийном производстве только для заточки концевых, отрезных, прорезных фрез и пил, а также фрезерных головок и червячных фрез.

Станки для заточки концевых фрез. При серийном производстве концевых фрез для заточки применяют гамму полуавтоматов моделей: 3685, 3685Б, 3685Г и 3685Д (табл. 4).

Станок мод. 3685 предназначен для заточки задних поверхностей торцовых зубьев концевых фрез диаметром 12—50 мм из быстрорежущей стали или фрез, оснащенных пластинками из твердого сплава. Заточку производят конической поверхностью абразивного, алмазного и эльборового кругов. Угловая ориентация затачиваемого торцового зуба осуществляется по передней поверхности смежного винтового зуба вблизи торца фрезы, прижимаемой к неподвижной упорке посредством электрического моментного двигателя.

Станок мод. 3685Б предназначен для заточки передних поверхностей торцовых зубьев концевых фрез диаметром 12—50 мм из быстрорежущей стали или оснащенных пластинками из твердого сплава. При заточке применяют абразивные, алмазные и эльборовые круги с СОЖ.

Станок мод. 3685Г предназначен для заточки задних поверхностей винтовых зубьев концевых фрез диаметром 12—50 мм из быстрорежущей стали или оснащенных пластинками из твердого сплава. На станке можно затачивать задние поверхности на калибрующей части разверток с прямым или винтовым зубом торцом абразивного, алмазного или эльборового круга с прижимом передней поверхности затачиваемого зуба к упорке при помощи электрического моментного двигателя. Заточку производят с СОЖ.

Станок мод. 3685Д предназначен для заточки передних поверхностей винтовых зубьев концевых фрез диаметром 12—50 мм из быстрорежущей стали или твердого сплава. На станке производят также заточку передней поверхности разверток с прямыми и винтовыми зубьями.

Заточка происходит торондальной поверхностью абразивного, алмазного или эльборового круга с прижимом затачиваемой поверхности к шлифовальному кругу с помощью электрического моментного двигателя. Заточку производят с СОЖ.

Станки для заточки фрезерных головок. Краткая характеристика станков для заточки фрезерных головок, представляющих собой группу насадного инструмента — торцовых дисковых, двух- и трехсторонних фрез, приведена в табл. 4. Станки для заточки фрезерных головок мод. 3Г667, 3Б667, 3Э667, 3672 и ВЗ-126 являются полуавтоматами.

Станок мод. 3Г667 предназначен для поэлементной заточки торцовых фрез диаметром 80—630 мм с ножами, оснащенными пластинами из твердых сплавов, или фрез из быстрорежущей стали. Обработку производят торцом или периферией абразивного, алмазного или эльборового круга без применения или с применением СОЖ. На полуавтомате пооперационно затачивают все прямолинейные режущие кромки: главные, вспомогательные и переходные.

4. Техническая характеристика станков для заточки концевых, торцовых и дисковых фрез

Станок	Параметры затачиваемых фрез				Диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шлифовального круга, об/мин	Ход продольного перемещения, мм	Периодическая по- дча на глубину шлифования, мм/дв. ход	Общая мощность, кВт	Табличные размеры с приспосабливаемым оборудованием	Масса станка с приспосабливаемым оборудованием, кг
	Длина, мм	Длина, мм	Число зубьев	Передний угол, °	Задний угол, °						
3685	12—50	70—355	3—9	—	0—20	100—150	3100, 6000	До 360	4,8	2400×1790×2062	2790
3685Б	12—50	70—355	3—9	8—20	—	100—150	3100, 6000	До 360	4,8	2400×1790×2062	2790
3685Г	12—50	70—400	3—9	—	0—20	150	3600	До 360	4,0	2400×1790×2062	2560
3685Д	12—50	70—400	3—9	10—12	—	150	2800—5450 3000	До 360 380 *	4,6 —	2400×1790×2062	2520
3672	80—400	—	—	—	—	150	—	280 **	2,2	2440×2400×1800	2625
3Г667,	80—	—	4—66	—	0—20	125—150	1500, 3000	15—140	6,2	2400×1935×1625	2580
ВЗ-126	200—1000	—	8—50	0—20	0—30	150—200	1420, 2695	15—150	7,5	3250×2500×2450	5400
ЗБ667	80—630	—	—	—	—	150	1700, 3400	140	2,2	1700×1760×1780	1500

* Вручную.

** От гидродвижителя.

Примечания: 1. Угол наклона спиральной канавки фрез для станков мод. 3685Г и 3685 от 0 до 45°.
2. Частота вращения фрез при круглом шлифовании для станков мод. 3Г667 и ЗБ667 от 4 до 30 и мод. ВЗ-123 от 10 до 80 об/мин.
3. Максимальный снимаемый припуск на станках до 2 мм, а для станка мод. 3685 до 1 мм.

Станок мод. ЗЭ667 является модификацией станка мод. ЗГ667 и предназначен для электрохимической заточки фрезерных головок. Станок мод. ЗБ667 предназначен для заточки торцовых фрез диаметром 80—630 мм. На нем производят круглое шлифование фрез по диаметру, торцу и фаскам. Станок мод. ВЗ-126 предназначен для бескопирной контурной заточки торцовых и дисковых фрез диаметром 200—1000 мм с ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава или из быстрорежущей стали. Обработку осуществляют торцом или периферией абразивного, алмазного или эльборового круга без применения СОЖ.

На станке затачивают по задней поверхности главные и вспомогательные режущие кромки с радиусной переходной кромкой между ними, фаски на передней поверхности, производят поэлементную заточку прямолинейных режущих кромок и круглое шлифование.

Разработанные вместо станков мод. ЗГ667 и ЗЭ667 усовершенствованные полуавтоматы мод. ЗЕ677 и ЗЕ667К предназначены для заточки фрезерных головок диаметром 80—630 мм.

Станок мод. 3672 предназначен для электроалмазной заточки торцовых, двух- и трехсторонних фрез, зенкоров, зенковок, оснащенных пластинками из твердого сплава алмазными кругами на металлической связке. Установка и закрепление инструмента на станке, а также деление на зуб производят при помощи специальных съемных приспособлений, устанавливаемых на столе станка. Станок гидрофицирован и работает в полуавтоматическом цикле. Съем всего припуска с каждого зуба инструмента осуществляют на станке за один проход.

Станки для заточки пил. Техническая характеристика станков для заточки пил приведена в табл. 5. Пилы затачивают как на универ-

5. Техническая характеристика станков для заточки пил

Станок	Параметры затачиваемых пил					Диаметр шлифоваль- ного круга, мм	Частота вращения шлифовального кру- га, об/мин	Длина, мм	
	Диаметр. мм	Число зубьев	Шаг зубьев	Угол, °				радиального хо- да шлифоваль- ного круга	осевого хода шлифовального круга
				передний	задний				
3692	275— 1010	14— 240	—	0—25	5—20	200	2800	—	—
ЗБ690	20— 315	14— 240	—	0—25	5—20	150	3300, 4300	1—20	—
ЗБ692	275— 1010	56— 240	—	5—30	5—20	300	1600, 1920	4—20	1—8
ЗА694	710— 2000	48— 352	—	10—30	5—20	300	1620	4—20	1—8
МЗ-15	120— 1000	До 160	12— 110	—5+ ++30	+7+ ++30	150	2815	—	—
МЗ-24	100— 400	38— 120	3,2—12	0—10	30—36	200	3180, 5750	—	—

Примечание. На станке мод. МЗ-15 затачивают пилы с углом

сально-заточных станках с применением специальных приспособлений, так и на специализированных заточных станках — полуавтоматах. На универсально-заточных станках затачивают дисковые пилы с пластинками твердого сплава диаметром до 450 мм. Дисковые пилы диаметром до 200 мм затачивают на универсально-заточных станках без применения специальных приспособлений.

Станок мод. 3692 предназначен для заточки отрезных и прорезных фрез диаметром 275—1010 мм.

Станок мод. 3Б690 предназначен для заточки отрезных и прорезных фрез диаметром 20—315 мм по передним и задним поверхностям главных и переходных кромок. Передние и задние поверхности главных кромок на прорезных и зачистных зубьях затачивают абразивным, алмазным или эльборовым кругом за один рабочий цикл. Задние поверхности переходных кромок затачивают также в автоматическом цикле, но пооперационно — отдельно правые и левые. Все три операции по заточке главных, правых и левых переходных кромок выполняют с одной установки фрезы. При заточке шлифовальный круг, заправленный по дуге окружности, получает в радиальном направлении возвратно-поступательное движение, кинематически связанное с непрерывным равномерным вращением пилы. Заточка ведется с СОЖ.

Станок мод. 3Б692 предназначен для заточки дисковых сегментных пил диаметром 275—1010 мм по передним и задним поверхностям главных и переходных кромок.

Передние и задние поверхности главных кромок на прорезных и зачистных зубьях затачивают абразивным, алмазным или эльборовым кругом за один рабочий цикл. Задние поверхности переходных

Число двойных ходов шлифовального круга, дв. ход/мин	Подача на глубину шлифования, мм/об	Снимаемый припуск, мм	Мощность электродвигателя, кВт		Габаритные размеры станка, мм	Масса станка с приставным оборудованием, кг
			привода шлифовального круга	общая		
31—79	0—0,3	0—5	0,6	2,0	920×690×1765	1050
80—130	0—0,35	0—6,5	0,6	1,1	870×745×1325	750
35—75	0—0,35	0—5	1,5	2,8	1870×965×1625	1950
40—80	0—0,3	0—5	1,5	2,8	3010×1070× ×2200	—
Скорость продольной подачи 1—3 м/мин 100—400	0,01—0,1 мм/дв. ход	0—5	0,8	2,8	1280×1250× ×2230	2660
—	—	—	0,6	1,0	1340×880×1450	1085

наклона зубьев $\pm 45^\circ$, а на остальных заточных станках с углом наклона -0° .

кромки также затачивают в автоматическом цикле при изменении положения шлифовального круга и числа его ходов. Все три операции заточки главных, правых и левых переходных кромок выполняют с одной установки пилы.

При заточке шлифовальный круг, заправленный по дуге окружности, получает возвратно-поступательное движение в радиальном и осевом направлениях, кинематически связанное с непрерывным равномерным вращением пилы. Заточку осуществляют с СОЖ.

Станок мод. 3А694 предназначен для заточки дисковых сегментных пил диаметром 710—2000 мм по передним и задним поверхностям главных и переходных кромок и имеет компоновку, кинематическую схему и технологические возможности в основном такие же, как полуавтомат мод. 3Б692.

Станок мод. МЗ-15 предназначен для заточки пил, оснащенных пластинками твердого сплава, диаметром 120—1000 мм с передним углом $-5 \div +30^\circ$, задним углом $7 \div 30^\circ$, углом наклона косых зубьев до $\pm 45^\circ$ и числом зубьев до 160 мм. Переднюю и заднюю поверхности зуба пилы затачивают по плоскости торцом алмазного тарельчатого круга, совершающего возвратно-поступательное движение, однооборотным методом, когда деление происходит после съема всего при-

6. Техническая характеристика полуавтоматов для заточки червячных фрез 0,005—0,5 мм дв. ход)

Станок	Параметры затачиваемых фрез						
	Наружный диаметр, мм	Наибольшая длина, мм	Наибольшая глубина стружечной канавки, мм	Число стружечных канавок, мм	Шаг винтовой стружечной канавки, мм	Наибольший угол винтовой стружечной канавки, °	Наибольший передний угол зубьев,
3А660Б	10—65	60	6	4—26	—	± 25	$+10$ -20
3А662	До 200	280	50	4—30	300— 25 000	± 45	± 15
3663	До 320	450	70				
3664	125—500	700	105	8—20	1 000— 25 000	± 25	0
3663П	71—320	450	70				

пуска с зуба, или многооборотным методом с делением после каждого двойного хода продольной подачи круга. Задние поверхности прорезных и зачистных зубьев затачивают пооперационно. Станок мод. МЗ-24 предназначен для заточки и разводки ленточных пил шириной 6—60 мм с шагом 3,2—12 мм, а также круглых пил диаметром 100—400 мм.

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ЗУБОРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Станки для заточки червячных фрез. Червячные фрезы затачиваются в основном на специализированных полуавтоматах. Для заточки червячных фрез на универсально-заточных станках применяют специальные приспособления (см. гл. 4).

Гамма станков для заточки червячных фрез состоит из пяти полуавтоматов мод. ЗА622, 3663, 3664, 3663П и ЗА660Б, краткая техническая характеристика которых приведена в табл. 6. Эти полуавтоматы предназначены для заточки хвостовых и насадных червячных фрез из быстрорежущей стали и твердого сплава с прямыми и винтовыми канавками. Заточку на станках производят методом многопроходного шлифования конической поверхностью абразивного, алмазного или

(угол профиля шлифовального круга 20°, круговая подача врезания

Класс точности	Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шлифовального круга, об/мин	Общая мощность, кВт	Габаритные размеры с приставным оборудованием, мм	Масса станка с приставным оборудованием, кг
АА по ГОСТ 10331—81 *	100	3400; 5000; 8900	0,9	830×850×1540	1170
АА по ГОСТ 9324—81 *	250	1500; 1900; 2100; 2600	4,3	2580×1440×1675	3730
	300	1450; 1910; 2380	4,88	3140×1500×1675	4320
ААА по ОСТ2 И41-1—75	400	1420; 1640; 1980	7,25	4500×1900×1840	6620
	300	1750; 2260	6,55	4000×2030×1840	6050

эльборового круга с применением СОЖ или без нее. Полуавтоматы мод. 3А662, 3663, 3663П и 3664 имеют высокую степень унификации. Полуавтоматы мод. 3А662 и 3663 работают в автоматическом цикле, включающем заточку с подачей и периодической правкой круга, выхаживание без подачи и остановку станка в конце обработки.

Величина снимаемого припуска, частота правки, продолжительность выхаживания задаются счетчиками на пульте управления. Цикл работы полуавтоматов мод. 3663П и 3664 отличается тем, что правку круга осуществляют вне автоматического цикла работы станка по сигналу оператора. При этом цикл работы станка прерывается. По окончании правки цикл продолжается. Правку круга на полуавтомате мод. 3А660Б производят вне цикла вручную.

7. Техническая характеристика полуавтоматов для заточки зуборезных головок

Параметр	3А666	3Б665
Диаметр зуборезных головок, мм:		
для конических колес с круговыми зубьями	80—500	20—125 (160)
для конических колес с прямыми зубьями	150—600	—
Припуск, снимаемый за один цикл, мм:		
при черновой заточке	0,25	0,2
при чистовой заточке	0,05	0,02
Диаметр шлифовального круга типа 4Т, мм	300	150
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	2130	3800
Мощность привода шлифовального круга, кВт	2,2	0,6
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием, мм	2300×2100×1520	1000×1100×1570
Масса станка с приставным оборудованием, кг	3300	800

Станки для заточки зуборезных головок. Для заточки резцовых зуборезных головок применяют полуавтоматы мод. 3А666 и 3Б665, краткая техническая характеристика которых приведена в табл. 7. Полуавтоматы производят заточку зуборезных головок для конических колес с круговыми зубьями. Станок мод. 3А666 рассчитан также на заточку зуборезных головок для конических колес с прямыми зубьями. Заточка на полуавтоматах производится конической поверхностью абразивного, алмазного или эльборового кругов типа 4Т, осциллирующего в горизонтальной плоскости, с применением СОЖ. Затачиваемую зуборезную головку закрепляют на шпинделе бабки изделия и устанавливают в положение заточки. Для заточки двухсторонней головки производят две установки: одну для внутренних резцов, другую для наружных. Для заточки трехсторонней головки — три установки. Заточка одноименных резцов делится на два цикла: черновой и чистовой, отличающиеся только величиной снимаемого припуска и поперечной подачи.

Цикл чистовой заточки включает выхаживание без подачи. Каждый цикл заточки автоматизирован. В полуавтомате мод. 3А666 автоматический цикл включает правку круга в начале цикла и остановку станка после окончания цикла. В полуавтомате мод. 3Б665 круг правят вручную вне цикла его работы. Съем припуска в каждом цикле работы происходит за один оборот затачиваемой головки при многопроходном шлифовании. Каждый резец затачивается за несколько двойных качаний шлифовальной бабки при непрерывной подаче врезания, закон изменения которой определяется профилем кулачка подачи. Величина снимаемого за цикл припуска и режим обработки определяются конструктивными параметрами станка и не могут изменяться.

Станки для заточки долбяков (табл. 8). Долбяки с прямыми зубьями затачивают в основном на универсально-заточных или плоскошлифовальных станках с круговым столом. Косозубые долбяки затачивают на универсально-заточных станках, оснащенных специальным приспособлением, и на специализированных станках (см. гл. 4).

8. Техническая характеристика станков для заточки долбяков

Параметр	ЗР38М	ВЗ-112
Наибольший диаметр долбяка, мм	180	—
Число зубьев долбяка	10—60	—
Номинальные делительные диаметры долбяков, мм	—	238, 240, 242
Модули долбяков, мм	—	4—22
Тип и размеры шлифовальных кругов, мм	ПП100×16×20	ПП80×13×20; ПП140×10×13
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	5000	5 200; 10 500
Мощность привода шлифовального круга, кВт	0,8	0,43/0,53
Габаритные размеры, мм	1250×1000×1600	1300×1220×1625
Масса, кг	1200	1085

Для заточки косозубых долбяков (правых и левых) предназначен полуавтомат мод. ЗР38М. Полуавтомат работает по методу многопроходной заточки периферией абразивного круга с делением на один двойной ход станка. Цикл работы полуавтомата предусматривает последовательное шлифование передней поверхности каждого зуба долбяка при делении на один двойной ход стола. Подачу на глубину производят вручную на каждый оборот долбяка. Заточка происходит с применением СОЖ. Для заточки парных зуборезных долбяков для шевронных колес применяют станок мод. ВЗ-112, обеспечивающий раздельную заточку фаски на острой и канавки на тупой сторонах передней поверхности зубьев долбяка. Все перемещения в станке выполняются вручную. Заточку производят без применения СОЖ. Взамен полуавтомата мод. ЗР38М разработан полуавтомат мод. 3673. Он предназначен для заточки долбяков всех типов как с косыми, так и с прямыми зубьями классов точности А и АА в автоматическом цикле работы, включающем также правку абразивного круга.

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ПРОТЯЖЕК

Заточку протяжек производят на специализированных заточных станках. Только шлифование выкружек и стружкоделительных канавок может производиться на универсально-заточных станках, оснащенных специальными приспособлениями (см. гл. 4). Характеристики станков для заточки различных видов протяжек (круглых, плоских, фасонных) мод. 3601, 3601-1 и 3601-Б приведены в табл. 9.

9. Техническая характеристика станков для заточки протяжек

Параметр	3601	3601-1	3601-Б
Диаметр протяжки, мм	200	200	—
Наибольшая длина протяжки, устанавливаемая в центрах, мм:			
с обычной задней бабкой	1 600	1 000	—
с удлиненной задней бабкой	1 800	1 200	—
Частота вращения шлифовального шпинделя (пять ступеней), об/мин	2 000— 10 000	2 000— 12 000	2 000— 10 000
Диаметр шлифовального круга, мм	25—200	25—200	40—200
Частота вращения шпинделя передней бабки, об/мин (регулирование бесступенчатое)	50—500	5—500	—
Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм	2 300×200	1 600×200	1 600×200
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	1 600	1 000	1 000
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием, мм	4 600× ×1 770× ×1 840	3 200× ×1 770× ×1 840	3 200× ×1 770× ×1 840
Масса станка с приставным оборудованием, кг	6200	5100	4600

Примечания. 1. Для всех станков наибольшая ширина плоской протяжки с прямыми зубьями 250 мм, с зубьями, расположенными под углом 30°, — 220 мм.

2. Вертикальное и поперечное перемещение шлифовальной бабки составляет 300 мм; скорость поперечного перемещения шлифовальной бабки 0,5—16 мм/мин.

3. Мощность привода шлифовального круга 0,82/1,2 кВт.

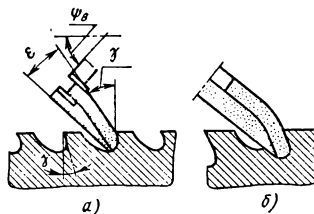
Станок мод. 3601 предназначен для заточки круглых и плоских протяжек из быстрорежущих сталей или оснащенных пластинками из твердого сплава с помощью абразивных, алмазных и эльборовых кругов. Заточку производят как с охлаждением, так и без него.

Станок мод. 3601-1 отличается от станка мод. 3601 меньшей длиной затачиваемых протяжек. Станок мод. 3601-Б предназначен для заточки плоских протяжек. На станках мод. 3601 и 3601-1 затачивают круглые и плоские протяжки по передним и задним поверхностям, спинку зубьев, а также наносят выкружки и стружкоделительные канавки.

Продольное перемещение протяжки осуществляется столом с передней и задней бабкой и другими приспособлениями; вертикальное

Рис. 7. Установка круга при заточке протяжек:

а — правильная; б — неправильная



и поперечное перемещение производится шлифовальной бабкой. Съем припуска с передних поверхностей зубьев осуществляется двумя методами: продольным перемещением, когда съем припуска происходит за счет ручного продольного перемещения стола после введения круга во впадину между зубьями на высоту зуба протяжки, и наклонным гидравлическим перемещением шлифовальной головки под углом, равным углу передней поверхности. В последнем случае ориентация передней поверхности зуба протяжки и установка величины снимаемого припуска производится с помощью упорки. Станки оснащены приспособлениями для заточки различных видов протяжек, а также для правки кругов.

Наличие высокоскоростной шлифовальной головки ($n = 18\,000$ об/мин) в станках мод. 3601 и 3601-1 позволяет производить заточку протяжек малых диаметров. Заточку протяжек по задним поверхностям осуществляют периферией круга формы ПП, развернутого под соответствующим задним углом, а по передней поверхности — торцом круга формы ПП, заправленным на конус, либо конической поверхностью формы 1Т. Перед заточкой необходимо тщательно выверить линию центров передней и задней бабок. Оси шлифовального круга и протяжки должны находиться в одной вертикальной плоскости.

Шлифовальный круг при заточке протяжек по передней поверхности поворачивают так, чтобы обеспечить максимальный угол установки шпинделя ($\sim 60^\circ$), не касаясь кругом затылка соседнего зуба протяжки. Для этого шпиндель шлифовальной бабки поворачивают на угол (рис. 7), определяемый по формуле:

$$\psi_B = 90^\circ - (\varepsilon + \gamma),$$

причем $\varepsilon + \gamma \leq 60^\circ$, где ε — угол наклона образующей конической поверхности шлифовального круга при правке, °; ψ_B — угол поворота шпинделя шлифовального круга, отсчитываемой по шкале станка, °.

Заточка передней поверхности зуба протяжки конической поверхностью шлифовального круга обеспечивает линейный контакт между ними и передней поверхностью зуба, уменьшает возможность появления прижогов на затачиваемой поверхности.

Для повышения производительности заточки необходимо использовать круги большого диаметра. При затачивании протяжек для наружного плоского протягивания, а также шпоночных протяжек, диаметр шлифовального круга не влияет на качество заточки. При заточке круглых и шлицевых протяжек, а также протяжек для протягивания многогранных отверстий, диаметр шлифовального круга имеет большое влияние на качество заточки. Это объясняется тем, что в случае

применения круга, радиус которого больше радиуса кривизны передней поверхности зуба протяжки, шлифовальный круг своими краями будет срезать переднюю поверхность зуба. Поэтому при заточке протяжек для обработки отверстий необходимо выбирать такой круг, чтобы радиус его был меньше радиуса кривизны передней поверхности.

Диаметр шлифовального круга D_k с достаточной точностью можно вычислить в зависимости от геометрических размеров протяжки:

$$D_k = K D_{\Pi} \frac{\cos \psi_{\text{в}}}{\sin \gamma},$$

где D_k — диаметр шлифовального круга, мм; D_{Π} — наружный диаметр протяжки, мм; $K = D_0/D_1 = 0,85$; D_0 — диаметр протяжки в точке перехода прямолинейного элемента на передней поверхности зуба в криволинейный; D_1 — диаметр первого зуба протяжки, мм; $\psi_{\text{в}}$ — угол установки головки шлифовального круга, °; γ — передний угол протяжки, °.

В табл. 10 приведены оптимальные значения диаметров шлифовальных кругов в зависимости от диаметра и величин переднего угла зуба протяжек. При заточке протяжки шлифовальный круг вводится в соприкосновение с дном впадины и постепенно перемещается к передней поверхности. Это дает возможность избежать образования уступов на дне впадины (см. рис. 5, б), которые затрудняют завивание и выход из нее стружки, ведут к снижению и поломке зубьев протяжки.

10. Оптимальное значение диаметров шлифовальных кругов при заточке протяжек

Диаметр первого зуба протяжки, мм	Диаметр шлифовального круга, мм, при переднем угле зуба протяжки, °;										
	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
8	64	52	44	38	33	30	23	19	17	14	12
9	72	59	50	43	38	33	26	22	19	16	14
10	80	66	55	48	42	37	29	24	21	18	16
11	87	72	57	53	46	41	32	26	23	20	17
12	95	79	59	57	50	45	35	29	25	22	19
13	104	86	72	62	55	48	38	31	27	23	20
14	112	92	78	67	59	52	41	34	29	25	22
15	120	99	83	72	63	56	44	36	32	27	24
16	128	106	89	77	68	58	47	39	34	29	25
18	143	119	100	86	76	67	53	44	38	33	28
20	160	132	111	96	85	75	59	49	43	36	32
22	176	145	128	106	93	82	65	53	47	40	35
24	192	159	134	116	102	90	70	58	51	44	38
25	200	165	139	120	106	94	73	61	53	46	40
28	224	185	156	135	119	105	82	68	60	51	44
30	240	198	167	145	127	113	88	73	64	55	47
32	256	212	179	154	135	121	94	78	68	59	50
36	288	238	200	174	153	135	106	87	77	66	57
40	320	264	223	193	170	150	118	97	85	73	64
42	336	277	234	202	178	158	124	103	89	77	67
46	368	305	256	222	195	174	136	112	98	84	73
50	400	332	278	241	212	188	148	123	107	92	80

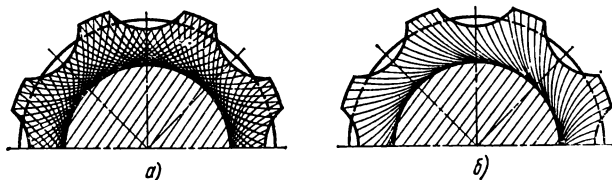


Рис. 8. Расположение рисок по передней поверхности затачиваемого зуба протяжек:

а — симметричное в виде сетки; *б* — одностороннее

Чтобы при заточке обеспечить правильную форму впадины, используют специальные шаблоны.

Риски на передней поверхности зубьев от режущих зерен шлифовальных кругов должны быть расположены в виде сетки (рис. 8, *а*). При смещении оси круга с осевой линии протяжки будут односторонними (рис. 8, *б*), а это приведет к образованию кромки неправильной формы и ухудшению шероховатости обрабатываемых деталей.

Особое внимание при заточке протяжек следует обращать на плавность перемещения стола станка, отсутствие зазоров в подшипниках шпинделей шлифовальной и передней бабок, забоин на центрах станка и центровых отверстиях протяжки.

СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ МЕТЧИКОВ

Заточку метчиков по передней поверхности и затылование заборного конуса производят на универсально-заточных станках с применением специальных приспособлений (см. гл. 4) или на специальных станках (табл. 11).

Станок мод. 4А предназначен для заточки (затылования) задней поверхности заборного конуса метчиков с диаметром резьбы 6—36 мм. При специальной наладке на этом станке можно затыловать метчики диаметром 2 мм. Вращение сообщается метчику, а подача — шлифовальному кругу. Метчик крепят за квадрат в патроне передней бабки и подпирают центром задней бабки. Шпиндель передней бабки совершает вращательное и качательное движения. Шлифовальный шпиндель смонтирован на суппорте, который может перемещаться вручную с помощью маховичка, винта и гайки. Регулирование частоты вращения шпинделя с метчиком производится поворотом рукоятки центростремительного регулятора. Возможность затылования метчиков с любым углом профиля обеспечивается поворотом плиты и применением абразивных, алмазных и эльборовых кругов с углами профиля 8, 15 и 25°.

Станки мод. МФ-143 и СИ-018 — полуавтоматы (однопозиционные), предназначенные для затылования ручных и машинно-ручных метчиков абразивными, алмазными и эльборовыми кругами (табл. 11).

Полуавтомат мод. МФ-143 работает по методу радиального затылования. Обработка на станке производится в центрах периферийного круга типа ПП, который повертывается вместе с шлифовальной бабкой на угол, соответствующий углу на заборном конусе метчика. Движение затылования совершает обрабатываемый метчик. Подача врезания осу-

11. Техническая характеристика станков для заточки метчиков

Станок	Параметры метчика			Тип и диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шлифовального круга, об/мин	Производительность, шт/ч	Мощность привода шлифовального круга, кВт	Габаритные размеры станка с приставным оборудованием, мм	Масса станка, кг
	Диаметр, мм	Наибольшая длина, мм	Число перьев	Угол заборного конуса, °					
4А	6—36	160	3—12	Любой	3330	—	0,6	895×780×1390	1390
МФ-143	7—22	450	—	До 36	3900	—	1,5	1140×840×1370	800
СИ-018	10—50	165	3—4	6—50	2200	450—380	2,2	900×840×1360	1000
3686	3—16	220	—	—	4000	250—160	3	2970×1900×1900	4200
3686Г	18—30	280	3	6—38	2000	—	4	2890×2360×1900	4500
3686Д	6—30	150	—	—	3100	—	1,1	1400×1170×2000	2000
3687	3—52	450	3—4	6—50	2400	—	2,2	1500×1100×1800	1200
3688	7—17	100	—	—	180—130	—	—	1800×1100×2100	2300
3688Б	18—30	140	4	—	120—100	—	2,2	1800×1100×2100	2300
3688Г	7—16	320	3	—	180—130	—	—	2100×1100×2100	2500
3688Д	27—52	200	4	—	3750; 5350	—	—	1800×1100×2100	2300

Рис. 9. Схема заточки метчика по передней поверхности

шестельется шлифовальной бабкой от кулачка. Ориентацию метчика по перу производят вручную.

Полуавтомат мод. СИ-018 работает по методу осевого затылования. Метчик устанавливают в центрах передней и задней бабок, развернутых относительно оси шлифовального круга на заданный угол. Процесс затылования осуществляется при вращательном и возвратно-поступательном перемещении метчика вдоль своей оси, причем за один двойной ход метчик поворачивается на угол между двумя соседними перьями. Поперечная подача осуществляется перемещением шлифовальной бабки с помощью гидропривода.

Новая гамма станков для затылования метчиков по заборному конусу состоит из трех типовых одношпиндельных автоматов и полуавтоматов, предназначенных для использования в инструментальной промышленности.

Автоматы мод. 3686 и 3686Г применяют для затылования ручных машинно-ручных и гаечных метчиков с прямыми стружечными канавками. Полуавтомат мод. 3686Д предназначен для затылования метчиков с правыми и левыми винтовыми стружечными канавками. Полуавтомат мод. 3687 предназначен для затылования мелких партий метчиков. На нем предусмотрена также обработка твердосплавных метчиков алмазными кругами.

Заточка метчиков по передней поверхности производится на универсально-заточных станках при установке метчика в центровых бабках (см. гл. 4). Если центровые отверстия у метчика отсутствуют или непригодны для использования, заточку по передней поверхности производят в универсальной головке с цанговым или патронным зажимом.

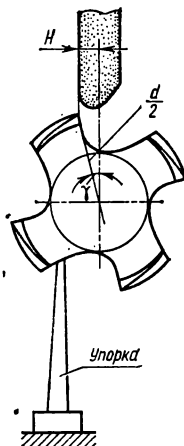
Заточку передней поверхности метчиков производят торцом абразивного, алмазного или эльборового круга тарельчатой или чашечной формы. Для получения заданного переднего угла рабочая поверхность круга располагается относительно оси метчика со смещением (рис. 9), которое определяется по формуле

$$H = d_0 \sin \gamma/2,$$

где d_0 — наружный диаметр метчика, мм; γ — заданный передний угол, °. Величину смещения H можно также выбрать по табл. 12.

Гамма станков для заточки метчиков по передней поверхности состоит из трех однопозиционных унифицированных автоматов: мод. 3688 и 3688Б — для заточки машинно-ручных и ручных метчиков, мод. 3688Г для заточки гаечных метчиков и полуавтомата мод. 3688Д для заточки машинно-ручных метчиков (см. табл. 11).

Станки предназначены для заточки праворежущих метчиков с прямыми канавками торцом абразивного, алмазного или эльборового круга, имеющего кромку, заправленную по радиусу. Заточка производится методом глубинного шлифования с применением СОЖ.



12. Величина смещения упорки H , мм

Диаметр метчика, мм	Смещение H , мм, при переднем угле			Диаметр метчика, мм	Смещение H , мм, при переднем угле		
	5°	6° 30'	10°		5°	6° 30'	10°
2	0,09	0,11	0,17	16	0,70	0,91	1,39
3	0,13	0,17	0,26	18	0,78	1,02	1,56
4	0,17	0,23	0,35	20	0,87	1,13	1,74
5	0,22	0,28	0,43	22	0,96	1,25	1,91
6	0,26	0,34	0,52	24	1,05	1,36	2,08
7	0,31	0,40	0,61	27	1,18	1,53	2,34
8	0,35	0,45	0,69	30	1,31	1,70	2,60
9	0,39	0,51	0,78	33	1,44	1,87	2,87
10	0,44	0,57	0,87	36	1,57	2,04	3,13
12	0,52	0,68	1,04	39	1,70	2,21	3,39
14	0,61	0,79	1,22	42	1,83	2,38	3,65

В зависимости от величины припуска под заточку, сьем с каждого зуба можно осуществлять за один, два или три двойных хода шлифовального круга. Метчик ориентируется по передней поверхности с помощью упорки перед заточкой каждого пера.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАТОЧНЫМ СТАНКАМ ДЛЯ АЛМАЗНО-ЭЛЬБОРОВОЙ ОБРАБОТКИ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Технические требования. В станках, работающих торцом и периферией круга, осевое биение шпинделя шлифовальной головки в зависимости от размеров станков не должно превышать 4 мкм, а радиальное биение у торца шпинделя может быть допущено до 5 мкм. Осевое и радиальное биение посадочного места шпинделя не должно превышать 10 мкм.

Амплитуда относительных колебаний шлифовальной головки и заточиваемого инструмента должна соответствовать 5—8 мкм (что соответствует амплитуде вибраций 0,5—1 мкм при холостом ходе), амплитуда абсолютных колебаний шлифовальной головки в направлении поперечной подачи 15 мкм, а жесткость СПИД не менее 4,5—5 кН/мм. На станках для электроалмазной заточки (при упругой схеме шлифования) биение рабочей поверхности круга должно находиться в пределах 15—25 мкм.

Все быстровращающиеся части станков (ротор электродвигателя, узел шлифовального шпинделя и др.) должны быть динамически уравновешены. Допустимое смещение центра тяжести для шпинделя в сборе, ротора электродвигателя и промежуточного вала со шкивами не должно превышать 1—2 мкм, для круга с оправкой 3—5 мкм. Механизмы продольных и поперечных подач стола станков должны обладать достаточной чувствительностью; трение в элементах механизмов подачи должно быть минимальным, а все перемещения должны осуществляться без толчков и заеданий. Для повышения долговечности и точности станков все основные механизмы, подшипниковые узлы и направляющие,

а также шлифовальные головки должны быть снабжены средствами защиты (фартуками) от попадания абразивной и металлической пыли и брызг СОЖ.

Станки должны быть оснащены механизмом тонкой поперечной подачи с ценой деления лимба до 0,005—0,01 мм/ход. Станки должны иметь систему подачи СОЖ поливом с расходом 3—5 л/мин, особенно необходимую при работе алмазными и эльборовыми кругами на металлической связке. Для получения малой шероховатости при заточке и доводке режущих инструментов станки следует оснащать фильтрами для тонкой очистки СОЖ от шлама.

Основные правила эксплуатации. Станки для алмазно-эльборовых заточки и доводки режущих инструментов являются прецизионными, поэтому производить обдирочные работы на таких станках категорически запрещается.

От исправности станка и его рабочего состояния зависит не только качество заточенного и доведенного инструмента, но и производительность труда. Поэтому во время работы на станке рабочий должен регулярно проверять натяжение приводного ремня, величину зазора в подшипниках, наличие смазки в шпиндельной головке, не допускать чрезмерно больших подач на шлифовальный круг (которые могут привести к вибрации во время работы и перегреву подшипников шпинделя), нагрева подшипников свыше 50 °С и отклонений от технологического процесса обработки режущих инструментов.

Основные требования безопасности при работе на заточных станках. Операции заточки и доводки режущего инструмента с применением абразивных, алмазных и эльборовых кругов должны выполняться на оборудовании, имеющем местный отсос, обеспечивающий удаление абразивной пыли и аэрозолей СОЖ из рабочей зоны.

При применении абразивного, алмазного и эльборового инструмента следует выполнять требования ГОСТ 16182—70 и ГОСТ 12.2.001—74. Организация рабочих мест для выполнения технологических операций заточки и доводки должна быть в соответствии с требованиями ГОСТ 1085—74.

На рабочих местах шлифовально-заточных операций оборудование должно быть оснащено местным отсосом и защитным ограждением в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.009—80. Шлифовальный (абразивный, алмазный или эльборовый) круг должен быть огражден защитным кожухом в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.001—74.

При выполнении операций на заточных станках, где по условиям работы невозможно применение защитного экрана, должны использоваться индивидуальные средства защиты работающего — открытые очки типа «О» с бесцветным стеклом по ГОСТ 12.4.003—80.

ЛИТЕРАТУРА

Дибнер Л. Г., Цофин Э. Е. Заточные автоматы и полуавтоматы. М.: Машиностроение, 1978. 278 с.

Глава 4

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Приспособления, применяемые для установки и закрепления заточиваемого инструмента, должны быть достаточно жесткими, точными и обеспечивать высокое качество заточки при высокой степени механизации и автоматизации.

Для заточки и доводки режущего инструмента используют приспособления, входящие в комплект универсально-заточных станков или поставляемые к ним по особому заказу. Кроме того, при алмазной и эльборовой обработках режущего инструмента можно применять различные приспособления, получившие широкое применение в промышленности.

Ниже приведены описания конструкций, способов настройки и принципов работы приспособлений, рекомендуемых для заточки и доводки различного режущего инструмента абразивными, алмазными и эльборовыми кругами.

При установке приспособлений на стол заточного станка необходимо сначала подтянуть установочные винты, находящиеся на передней стороне приспособления, а затем затянуть гайки винтов крепления. Это необходимо для того, чтобы прижать шпонки приспособлений к установочной плоскости Т-образного паза стола. Если предварительно не затягивать установочные винты, то приспособления могут оказаться смещенными, так как шпонки, имеющиеся в приспособлении, входят в паз стола с зазором.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ РЕЗЦОВ

Тиски трехповоротные универсальные (рис. 1). Тиски состоят из нижней плиты 1, на выступе которой крепится поворотный кронштейн 2, несущий поворотный корпус 3, установленный на промежуточном кронштейне 6. Подвижная губка 4 передвигается винтом 5.

Шкалы А, Б и В проградуированы, что облегчает установку тисков под необходимым углом. Наибольший угол поворота в горизонтальной плоскости 360° , в вертикальной плоскости 180° . В случае необходимости кронштейны 6 можно снимать и устанавливать поворотный корпус 3 на кронштейн 2 или непосредственно на плиту 1.

Для получения заданной геометрии резцов при заточке в трехповоротных универсальных тисках углы рассчитывают и в соответствии с расчетными данными устанавливают тиски.

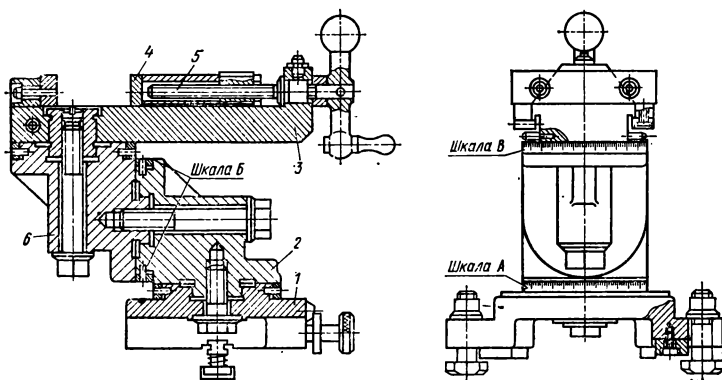


Рис. 1. Тиски трехповоротные универсальные

Формулы для расчетов углов (в градусах) для заточки резцов:

а) главная задняя поверхность:

$$\theta_A = \varphi + \alpha_N \sin \lambda;$$

$$\theta_B = \alpha_N \cos \lambda \sin \varphi;$$

$$\theta_B = \alpha_N \cos \lambda \cos \varphi;$$

б) вспомогательная задняя поверхность резцов:

$$\theta_A = \varphi_1;$$

$$\theta_B = \alpha_1 \sin \varphi_1;$$

$$\theta_B = \alpha_1 \cos_1 \varphi_1;$$

в) передняя поверхность:

$$\theta_A = 90^\circ;$$

$$\theta_B = 90^\circ + \lambda_B + \gamma_N \sin \varphi;$$

$$\theta_B = \frac{\gamma_N \cos \varphi}{\cos \lambda_B} - \lambda \sin \varphi,$$

где θ_A — угол поворота стола или головки в горизонтальной плоскости; θ_B — угол поворота заточиваемой поверхности относительно оси инструмента; θ_B — угол поворота стола в вертикальной плоскости; φ — главный угол в плане; α_N — главный задний угол, измеренный в сечении, нормальном к режущей кромке; λ — угол наклона главной режущей кромки; φ_1 — вспомогательный угол в плане; α_1 — вспомогательный задний угол; γ_N — передний угол, измеренный в сечении, нормальном к главной режущей кромке; $\lambda_B = \lambda \cos \varphi$.

Приспособление для заточки резцов по радиусу (рис. 2). Предназначено для заточки и переточки радиусных (выпуклых и вогнутых) резцов после предварительной обдирки их на обычном точиле. Наибольшее сечение державки резца 40×40 мм. Приспособление состоит из

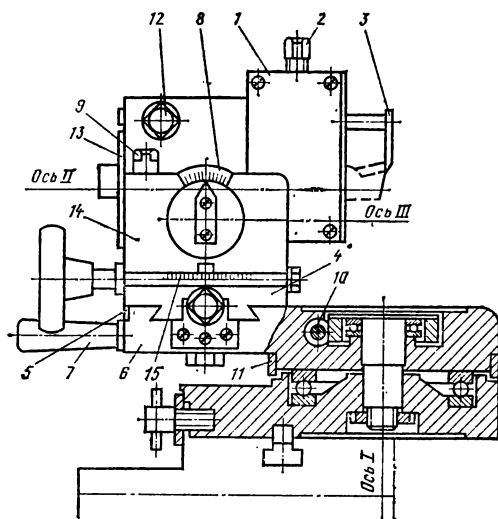


Рис. 2. Приспособление для заточки резцов по радиусу

основания и поворотной плиты 6, несущей на себе двухповоротный держатель.

Резец устанавливают в резцедержателе 1 и закрепляют винтом 2. Вылет резца определяют указателем 3, который при установке на нуль шкалы 15 совпадает с осью обкатки. Установку на требуемый радиус заточки осуществляют передвижением салазок 14 или непосредственно замером штангенциркуля от указателя 3. После установки резца указатель поворачивают вниз, освобождая зону заточки, а при необходимости поворачивают вверх и отводят назад.

Совмещение оси радиуса с осью обкатки плиты производят поперечными салазками держателя 4. Величину смещения салазок отсчитывают по шкале 5. Поворот на величину заднего угла отсчитывают по шкале 8, после чего ось III поворота фиксируют гайкой 9. Качание держателя вокруг оси I осуществляют рукояткой 7. Подвод резца к шлифовальному кругу производят столом до появления искры. Поддачу производят салазками 14.

В приспособлении можно также затачивать призматические проходные, отрезные, прорезные и другие резцы. Для этого ось I обкатки нижней плиты держателя фиксируют от поворота винтом 10. Поворот на величину главного угла в плане отсчитывают по лимбу 11. Для затачивания резцов типа прорезных держатель поворачивают вокруг продольной оси II и фиксируют винтом 12. Величину угла поворота отсчитывают по шкале 13.

Для заточки резцов в этом приспособлении рекомендуется применять шлифовальный круг диаметром не менее 150 мм.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ФРЕЗ

Приспособление для заточки фрез с затылованными зубьями (рис. 3). Применяется на универсально-заточных станках для заточки фрез по передней поверхности и обеспечивает высокую точность заточки как по радиальности, так и по биению зубьев. Приспособление состоит из салазок 1 (рис. 3, а), перемещающихся по направляющим типа «ласточкин хвост» и поворотной верхней части 2 со шкалой делений 0—20° в обе стороны. Верхнюю часть 2 поворачивают с помощью винтов 4 (рис. 3, б), упирающихся в выступ 5, и фиксируют в требуемом положении гайкой 3. На верхней части 2 неподвижно закреплена оправка 11, на которую устанавливают затачиваемую фрезу 13. Для фрез с посадочными отверстиями больших диаметров применяют переходные втулки. На кронштейне поворотной части по пазу перемещается корпус 6 механизма собачки, закрепляемой винтами. В отверстие корпуса вставлена державка с собачкой 7. Собачка 7 механизма 6 устанавливается в зависимости от диаметра затачиваемых фрез, при этом размер l (рис. 3, в) от торца шлифовального круга 8 до упора собачки в затылованную поверхность зуба фрезы должен быть равен 0,3—0,5 ширины затылованной части зуба.

Радиальность передней поверхности зубьев обеспечивается установкой верхней поворотной части 2 приспособления так, чтобы нулевое положение шкалы было точно над риской салазок 1. Это положение фиксируют гайкой 3. На оправку 11 (рис. 3, в) устанавливают шаблон 10, фиксируемый штифтом 9 по отверстию в поворотной части 2. Стол станка с приспособлением при помощи маховичка поперечной

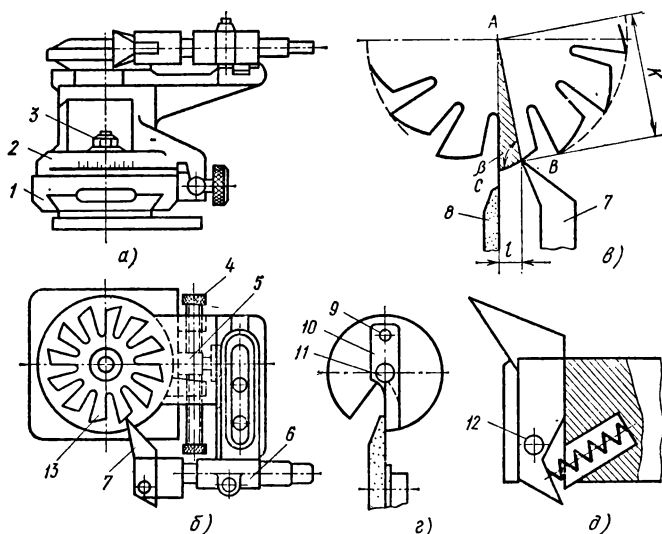


Рис. 3. Приспособление для заточки фрез с затылованными зубьями

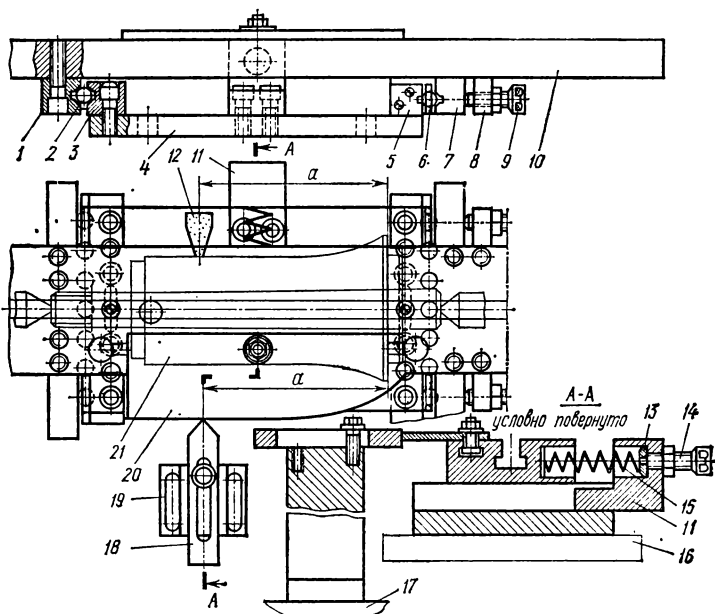


Рис. 4. Приспособление для заточки фрез с острозаточенными зубьями

подачи стола устанавливают так, чтобы торец шлифовального круга 8 совпадал с рабочей поверхностью шаблона.

Передние поверхности зубьев фрезы затачивают при продольной подаче стола. Подачу на круг осуществляют винтами 4 после каждого полного оборота фрезы. После прохода круга по передней поверхности зуба фрезы последнюю вручную поворачивают по часовой стрелке, при этом собачка 7, поворачиваясь на оси 12 (рис. 3, д), пропускает соседний зуб и под действием пружины возвращается в исходное положение. Затем затачиваемую фрезу поворачивают против часовой стрелки до упора затылованной поверхности зуба в собачку 7. Придерживая фрезу в этом положении левой рукой, правой вращают рукоятку продольного перемещения стола и производят заточку передней поверхности следующего зуба фрезы. Собачка 7 опирается в затылованную поверхность зубьев только при одинаковом их расстоянии ($K = AB$) от оси фрезы (рис. 3, в). В треугольниках ABC стороны CB у всех зубьев будут равны, поскольку углы β и размеры l одинаковы.

Приспособление для заточки фрез с острозаточенными зубьями (рис. 4). Для заточки задней поверхности зубьев длинных фасонных фрез с неглубоким профилем применяют приспособление, которое устанавливают на стол универсально-заточного станка. Нижняя часть приспособления состоит из плиты 4, двух призм 3 с предохранительными планками 5, подставки 11 и пружины 15. Прижимное усилие

пружины регулируют винтом 14 через шайбу 13. Верхняя часть приспособления связана с нижней шариковыми направляющими, которые состоят из плиты 10, неподвижной призмы 1, подвижной призмы 7 и планки 8. Двумя регулировочными винтами 9 создается необходимый натяг по шарикам 6, заключенным в сепараторы 2. В плите 10 имеются два Т-образных продольных паза, один из которых сквозной и служит для крепления центровых бабок, поддерживающих оправку с фрезой, а другой предназначен для установки и крепления копира 20. Под действием пружины копир прижимается к упору 18, укрепленному посредством подставки 19 на неподвижной части 17 заточного станка. При перемещении стола 16 станка с затачиваемой фрезой 21, установленной в приспособлении, шлифовальный круг 12 будет затачивать заднюю поверхность зубьев фрезы по профилю, соответствующему профилю копира.

При настройке станка необходимо точно установить смещение шлифовального круга относительно торца обрабатываемой фрезы с одной стороны, и упора 18 относительно риски на копире с другой. В обоих случаях эти смещения должны быть одинаковыми и равны размеру a . Фреза, установленная в приспособлении, затачивается периферией шлифовального круга формы 2П, заправленного по радиусу.

Упор устанавливают под затачиваемый зуб фрезы, расположенный ниже оси круга на величину H , которая зависит от заднего угла α зуба фрезы в радиальном сечении и диаметра круга:

$$H = \left(\frac{D}{2} \right) \sin \alpha.$$

Существенное влияние на режущие свойства фрезы и особенно на ее стойкость оказывает задний угол α_n в нормальном сечении профиля, связанный с углом $\alpha_{\text{рад}}$ зависимостью

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_{\text{рад}} \sin \varphi,$$

где φ — угол между нормалью к оси фрезы и касательной к точке, лежащей на профиле.

У фасонных фрез с криволинейным профилем величина φ различна для разных точек профиля, поэтому и задний угол α_n в разных точках профиля неодинаков. Данное приспособление не обеспечивает постоянства заднего угла α_n . Этот недостаток приспособления ограничивает его применение только для заточки фасонных фрез с плавным и неглубоким профилем. Приспособление применяют для затачивания фрез с углом φ не более 35° .

Приспособление для заточки задней поверхности фасонных канавочных фрез. Приспособление для заточки задней поверхности зубьев фасонных канавочных фрез с острозаточенными зубьями обеспечивает постоянство задних углов в нормальном сечении по всему профилю. Если копир с профилем, соответствующим профилю фрезы (рис. 5, а), прижимать к неподвижной поверхности $P-P$ и вращать вокруг оси $A-A$, проходящей через точку O , на угол δ , то фреза, установленная над копиром таким образом, что проекция ее зуба точно совпадает с профилем копира, будет совершать такие же движения. Постоянно касаясь шлифовального круга, зуб фрезы получит профиль, точно совпадающий с профилем копира.

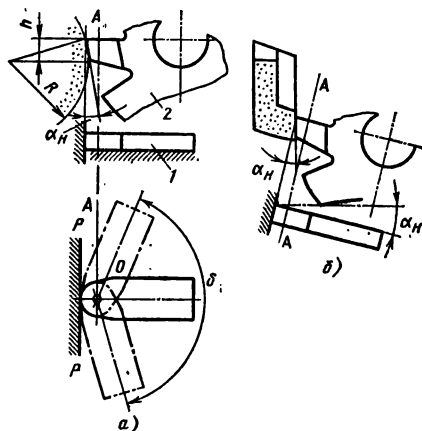


Рис. 5. Методы заточки канавочных фрез:

a — периферией; *б* — торцом шлифовального круга; *1* — копир; *2* — фреза

Если же установить ось фрезы выше оси круга на некоторую величину h , зуб фрезы получит одинаковый задний угол по всему профилю. Величину этого угла можно определить по зависимости

$$\sin \alpha_n = h/R,$$

где R — радиус шлифовального круга.

Фасонные фрезы затачивают на этом приспособле-

нии иногда торцом чашечного шлифовального круга. Для этого ось вращения $A-A$ наклоняют к вертикали на постоянный угол α_n (рис. 5, б), который и будет являться задним углом в нормальном сечении профиля зуба затачиваемой фрезы.

На рис. 6 показано приспособление, выполненное по этой схеме. Основание 22 с подставкой 13 и жестким упором 14 устанавливают на неподвижный стол станка.

Под действием двух пружин 12 и двух шпилек 11 через подвижную каретку 21 и вращающийся столик 15 копир 16, укрепленный на столике, постоянно прижимается к рабочей плоскости упора. С основанием 22 каретка 21 соединена шариковыми направляющими 10. Столик 15 соединен с кареткой 21 посредством оси 3, шарикоподшипника 9 и упорного подшипника 1, что обеспечивает легкость и плавность основных движений приспособления.

На каретке имеются два регулируемых упора 23, а на наружной поверхности столика запрессованы два упорных штифта 24, ограничивающих поворот столика. Упоры 23 и штифты 24 должны быть взаимно расположены так, чтобы максимальный угол поворота столика в каждую сторону от нейтрального положения составлял 90° . Вращение столика осуществляют рукояткой 25. На столике установлен крестообразный суппорт — продольные и поперечные салазки 8 и 7 с оправкой 4 для установки затачиваемой фрезы 5. Фрезу устанавливают на оправку 4, вращающуюся в отверстии подвижной втулки 6, которая после предварительной установки фрезы по копиру крепится в требуемом положении пружинным стопором 19. Зуб фрезы упирается в упор 17, укрепленный на продольных салазках посредством стойки 20 и державки 18.

Вращение шлифовального круга направлено так, чтобы силы резания прижимали зуб к упору 17; образующая круга должна лежать в одной плоскости с рабочей поверхностью упора 14.

Проекцию профиля зуба фрезы совмещают с профилем копира путем перемещения продольных и поперечных салазок при нейтральном положении копира, когда ось симметрии копира перпендикулярна

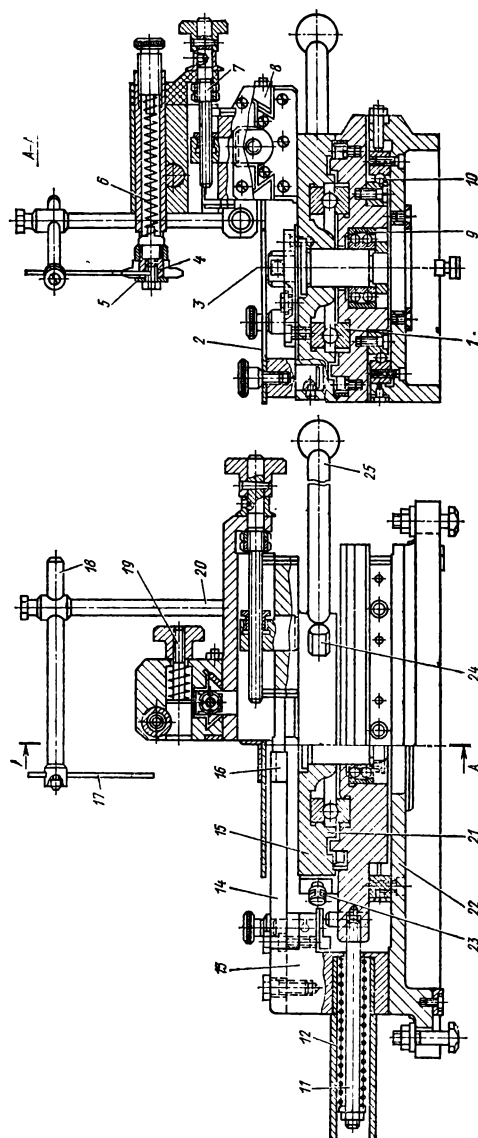


Рис. 6. Приспособление для заточки задней поверхности фасонных канавочных фрез

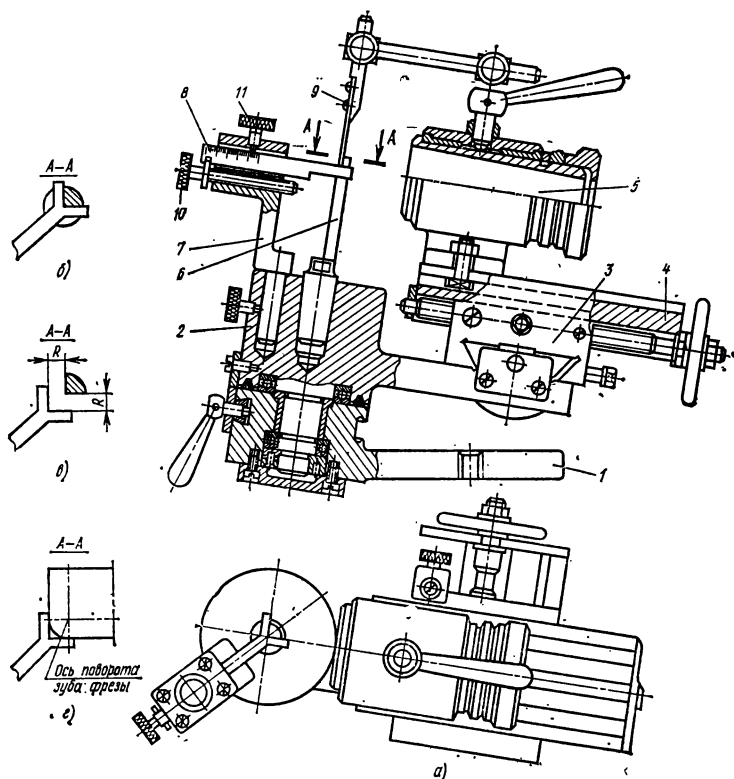


Рис. 7. Приспособление для заточки концевого инструмента по радиусу

к рабочей плоскости упора 14. Для этого предусмотрен вмонтированный в столик 15 пружинный фиксатор, рабочий конец которого входит в коническое отверстие втулки, запрессованной в каретку 21. Профиль копира должен изготавливаться по шаблону, которым проверяется профиль затачиваемой фрезы. Рабочие поверхности копира и упора 14 закрыты кожухом 2. Приспособление может быть применено для заточки фасонных фрез с любым выпуклым профилем и не может быть использовано для фрез с вогнутым профилем.

Приспособление для заточки концевого инструмента по радиусу (рис. 7). Применяют для заточки радиусов концевого режущего инструмента (концевых фрез, зенкеров и др.). Приспособление (рис. 7, а) состоит из основания 1, закрепляемого на столе универсально-заточного станка, кронштейна 2, который посредством оси соединяется с основанием. На кронштейне устанавливается плита 3, по которой движется столик 4. На столике при помощи болтов крепится корпус, в конусное отверстие которого вставляется затачиваемая фреза. Для настройки

на заданный радиус заточки служит центр 6, устанавливаемый в конусное отверстие кронштейна 2, и фиксирующее устройство 7, вставляемое в цилиндрическом отверстии кронштейна 2.

Затачиваемый зуб фиксируют с помощью упора 9, который крепится на корпусе 5. Шлифовальную головку станка устанавливают так, чтобы торец абразивного круга был параллелен продольному ходу стола станка. Для настройки на заданный радиус заточки зуба фрезы необходимо расположить плоскости вилки фиксатора 8 на расстоянии R от оси вращения (обкатки) кронштейна 2 (рис. 7, б и в). Для этого необходимо вилки фиксатора 8 совместить с плоскостями центра 6 (рис. 7, б). Этим положением фиксатора определяют центр обкатки затачиваемого радиуса зуба фрезы. После этого вилку фиксатора при помощи винта 10 отводят на величину затачиваемого радиуса зуба фрезы, пользуясь шкалой на поверхности фиксатора (рис. 7, в), и стопорят винтом 11. Затем центр 6 удаляют. В конусное отверстие корпуса 5 устанавливают затачиваемую фрезу. При помощи двух взаимно перпендикулярных кареток перемещают фрезу до совмещения торцевой и цилиндрической частей затачиваемого зуба с плоскостями вилки фиксатора 8 (рис. 7, в). Таким образом, приспособление настроено. Устанавливают упор, а при помощи ограничителей, которые находятся в пазу цилиндрической части кронштейна 2, устанавливают величину обкатки по дуге. Вилку фиксатора 8 удаляют и производят заточку радиуса зуба фрезы.

Приспособление с фрезой при помощи маховичка поперечной подачи стола подают до касания цилиндрической части затачиваемой фрезы к шлифовальному кругу. Как только произошло касание, торцовую часть фрезы отводят, а затем подают на величину срезаемого слоя зуба фрезы. Заточку производят до тех пор, пока не произойдет сопряжение радиусной части с прямолинейными режущими кромками на торце и цилиндрической части фрезы.

Приспособление для заточки радиусов зубьев дисковых фрез имеет конструкцию, которая аналогична конструкции приспособления для заточки радиусов концевых режущего инструмента. С помощью приспособлений для заточки радиусов зубьев концевых режущего инструмента и дисковых фрез механизмируют трудоемкие ручные операции, повышают производительность труда в 2—3 раза и позволяют получить стабильную точность по радиусной режущей кромке в пределах $\pm 0,03$ мм с постоянным задним углом.

Приспособление для заточки конусных концевых фрез (рис. 8). Применяют для заточки зубьев у конусных концевых фрез, разверток с прямыми канавками в серийном производстве на универсально-заточных станках. Концевую конусную фрезу или развертку с цилиндрическим или коническим хвостовиком зажимают в цанге 1 шпинделя 2 винтом 3 и гайкой 4 верхней части головки 5 приспособления. Заточку задней поверхности зубьев (рис. 8, а) производят с применением упора, устанавливаемого на столе станка (упор не показан).

Верхнюю часть приспособления поворачивают на угол конусности инструмента на оси 8 по шкале, нанесенной на торце плиты 7. Установку верхней части приспособления относительно шлифовального круга, а также поперечную подачу ее вместе с фрезой при заточке осуществляют винтом 11. Продольная подача салазок 10 происходит по шариковым направляющим 9. Это обеспечивает плавность и легкость перемещения. Длину перемещения салазок 10 ограничивают упорами 6.

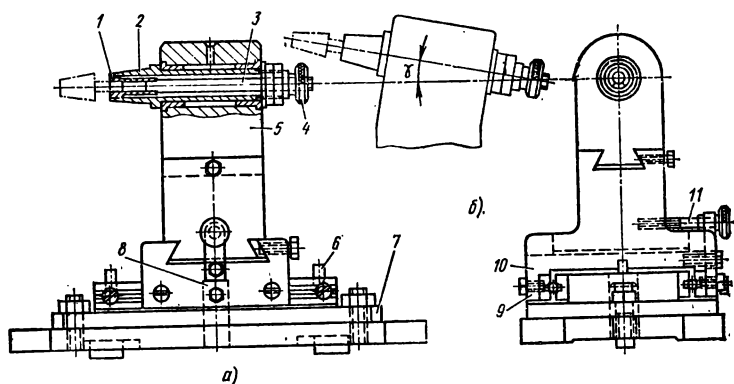
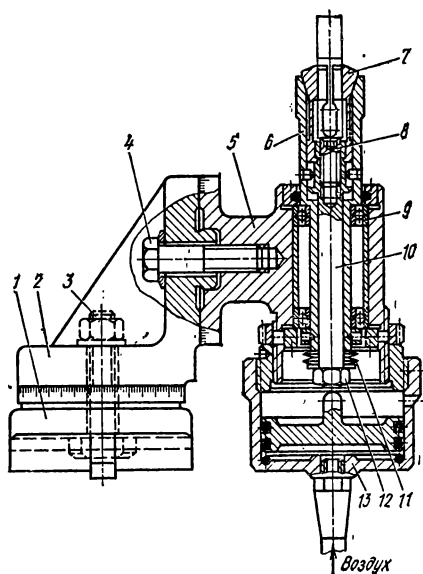


Рис. 8. Приспособление для заточки концевых фрез

Для заточки передней поверхности зубьев фрез верхняя часть головки 5 должна быть заменена головкой с углом наклона оси шпинделя 2, равным среднему значению угла наклона впадины стружечных канавок и вершины зубьев к плоскости нижней плиты (рис. 8, б). Применение приспособления повышает производительность труда и повышает качество заточки.



Приспособление для заточки зубьев на торце концевых инструментов (рис. 9). Заточку передней и задней поверхностей на торце концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком производят с применением приспособления, которое представляет собой универсальную головку, состоящую из основания 1, стойки 2 и корпуса 5, соединенных болтами 3 и 4. В корпусе 5 на радиально-упорных шарикоподшипниках 9 свободно вращается шпиндель 6 с цангой 7. Затачиваемую фрезу вставляют хвостовиком в цангу до упора 8 и закрепляют тарельчатой пружинкой 11.

Рис. 9. Приспособление для заточки зубьев на торце концевых инструментов

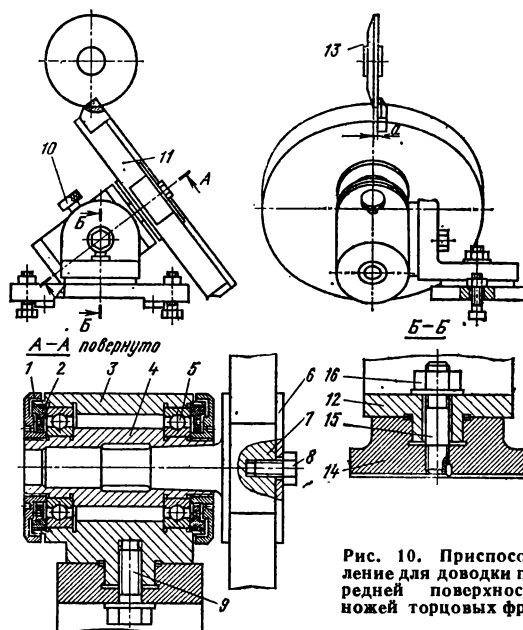


Рис. 10. Приспособление для доводки передней поверхности ножей торцовых фрез

жиной 11 через стержень 10 с гайкой 12. По делениям на шкалах основания 1 и корпуса 5 ось фрезы поворачивают на любой угол в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и таким образом устанавливают фрезу в требуемое положение относительно шлифовального круга. Заточиваемый зуб прижимают к упору и производят заточку зубьев фрезы на торце периферийной круга при продольном перемещении стола станка. Упор посредством специальной державки прикрепляют к столу станка. Поворот фрезы на следующий зуб осуществляют вручную, для чего на поверхности переднего конца шпинделя предусмотрена накатка. После заточки фрезе освобождают поршневым пневмоприводом одностороннего действия 13, установленным на резьбу корпуса 5 и затянутого гайкой. Воздух от пневмосети подается в нижнюю полость цилиндра.

Приспособление для доводки передней поверхности ножей торцевых фрез (рис. 10). Доводку передней поверхности ножей, оснащенных пластинками твердого сплава в мелкосерийном производстве производят с применением алмазных кругов на универсально-заточных станках. Торцовую фрезу 11 закрепляют на оправке 7 болтом 8 с шайбой 6. Оправку коническим хвостовиком вставляют в отверстие шпинделя 4, вращающегося на шариковых подшипниках 5. Кольца подшипников крепятся гайками 2 и 1. Шпиндель в корпусе 3 фиксируют винтом 10. Корпус приспособления закрепляют на угольнике 12 болтом 9. Угольник устанавливают на плите 14 с базированием по отверстию и закрепляют шпилькой 15 и гайкой 16.

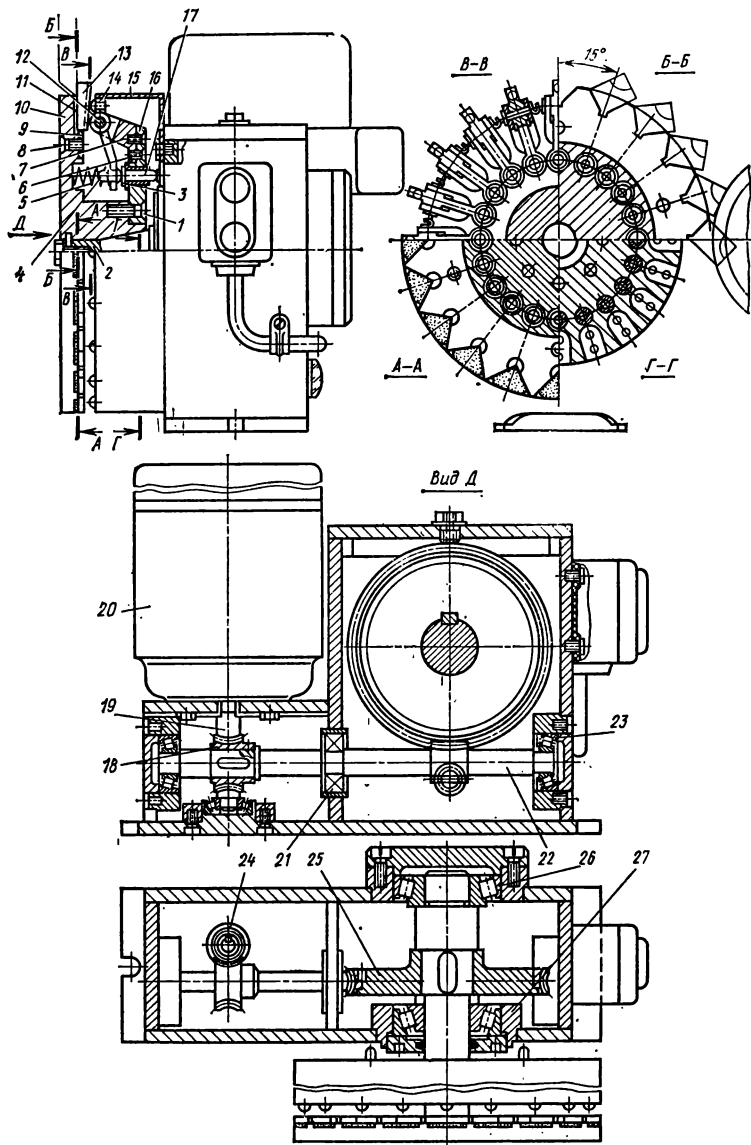


Рис. 11. Приспособление для доводки передней поверхности ножей, оснащенных пластинками из твердого сплава

Установку затачиваемой фрезы относительно шлифовального круга 13 производят путем поворота корпуса с фрезой на угол 45° вокруг горизонтальной оси на угольнике и вертикальной оси на плите по имеющимся шкалам. Передняя поверхность ножа должна быть вертикальной, для этого она смещается относительно оси фрезы на величину $a = R \sin \gamma$, где R — радиус фрезы; γ — передний угол.

Приспособление для доводки передней поверхности ножей, оснащенных пластинками из твердого сплава (рис. 11). Переднюю поверхность ножей торцовых и трехсторонних фрез, оснащенных пластинками из твердого сплава, доводят алмазными кругами на универсально-заточных станках. Для доводки каждый нож 13 вставляют в гнездо диска 10 так, чтобы передняя поверхность ножа касалась треугольной пластинки 11 из твердого сплава. Пластинки из твердого сплава в диске должны быть доведены алмазным кругом при установке приспособления на заточном станке. Пластинка 11 закрепляется секторами 9 с помощью винтов 8. Каждый нож в гнезде диска прижимается сферической головкой кольца 14, находящегося в двуплечем рычаге 16, который вращается на оси 12. Ось 12 вставлена в отверстие рычага 7, закрепленного на кольце 2 винтами 6. Кольцо 2 надето на диск 10 и привернуто винтами 1. Палец 14 прижимает нож в диске 10 пружиной 5, передающей давление на другой конец рычага 16. Чтобы был гарантированный зазор между треугольной пластинкой 11 и пальцем 14, при смене ножа рычаг 16 с пальцем 4 получает небольшой поворот по часовой стрелке от толкателя 3 при попадании другого конца толкателя на пластинку 17 прикрепленную на корпусе редуктора. Диск 10 коническим отверстием посажен на вал 27 червячного редуктора. На этом валу находится червячное колесо 25, вращающееся на роликовых подшипниках 26 от червяка 22, составляющего одно целое с валиком, вращающимся на роликовых и шариковых подшипниках 23 и 21. На валике 22 находится второе червячное колесо 18 в паре с червяком 24, сидящим на валике 19, которое получает вращение от фланцевого электродвигателя 20, закрепленного в корпусе редуктора. Ограждением диска 10 служит кожух 15. Вращение диска медленное. Смена ножей производится непрерывно после каждого оборота диска.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ СВЕРЛ

Приспособление для заточки сверл диаметром 2—10 мм (рис. 12). Приспособление устанавливают на стол универсально-заточного станка. Основание 1 закрепляют на столе станка с помощью болта и гайки. Цилиндрическую часть головки 2 устанавливают в отверстие основания 1 и зажимают в требуемом положении винтом 4.

В отверстие головки вставляют втулку 3 со шпинделем 7 и стержнем 10. Передний конец стержня имеет форму ласточкина хвоста, на который надевают стойку 9. При ввертывании винта 5 стойка прижимается к торцу шпинделя и фиксируется в этом положении. В отверстие стойки входит втулка 12 с эксцентриковым отверстием, в которое вставляют затачиваемое сверло. Сверло торцом одного пера упирается в коническое дно отверстия втулки и при вращении по часовой стрелке прижимается передней поверхностью к штифту 13, запрессованному во втулке. Второе затачиваемое перо выступает из торца втулки. Установку приспособления на угол 118° при вершине сверла осуществляют путем вращении приспособления вокруг оси таким образом,

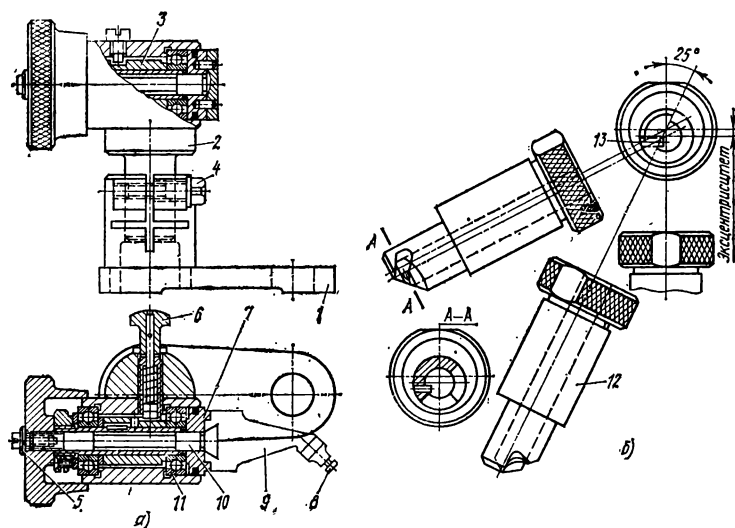


Рис. 12. Приспособление для заточки сверл диаметром 2—10 мм:
а — приспособление; б — втулка

чтобы ось сверла была под углом 59° к образующей цилиндрической поверхности круга. Режущая кромка должна находиться в горизонтальном положении выше оси шлифовального круга на величину $h = R \sin \alpha$, где R — радиус шлифовального круга; α — задний угол сверла.

После установки втулку фиксируют винтом 8. Заточку каждого пера сверла производят отдельно. При заточке сверла шпиндель 7 на шариковых подшипниках 11 вращается вокруг оси правой рукой рабочего. Одновременно сверло передней поверхностью прижимается к штифту и торцом упирается в дно отверстия втулки. Заточку производят периферией плоского шлифовального круга. Фиксатор 6 предназначен для закрепления шпинделя в приспособлении при установке стойки 9 и втулки 12 в рабочем положении.

Приспособление для заточки сверл глубокого сверления (рис. 13). В приспособлении производят заточку сверл одно- и двухплоскостным методом на универсально-заточных станках. Рабочую часть сверла закрепляют в сменном разжимном кольце 3, вставленном в шпиндель 4, и зажимают винтом 1. Шпиндель находится во втулке 5, которая посаженным отверстием надета на цилиндрический буртик стойки 11 и закрепляется на ней шпилькой 12 и гайкой 13 с помощью рукоятки 9.

При заточке задних поверхностей его режущих кромок сверла передняя поверхность его должна быть параллельна плоскости стола станка. При заточке задних поверхностей на вспомогательных кромок и вторых углах на режущих кромок сверла шпиндель со сверлом поворачивают во втулке вокруг оси на требуемый угол по шкалам 2

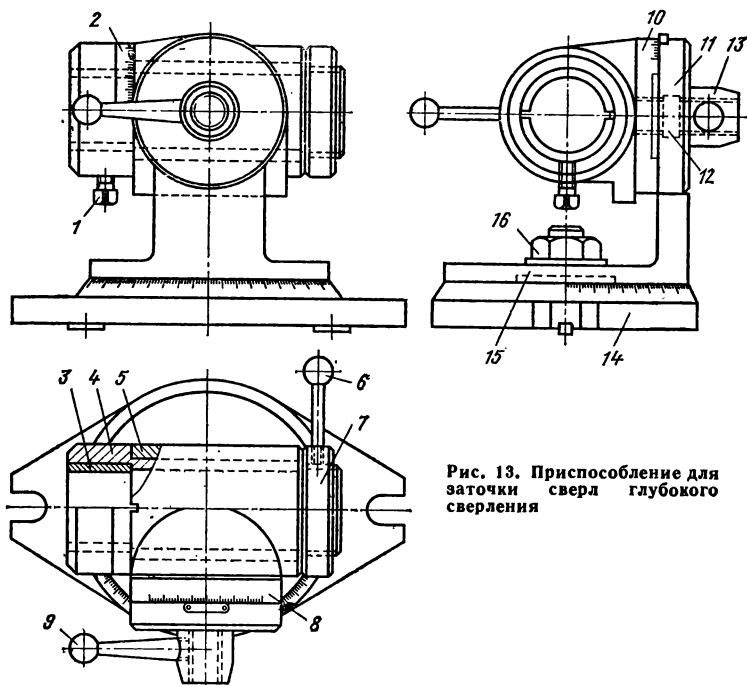


Рис. 13. Приспособление для заточки сверл глубокого сверления

и 10 и закрепляют гайкой 13 с помощью рукоятки 9. Шпиндель фиксируют гайкой 7 и рукояткой 6.

Сверло при заточке задних поверхностей устанавливают также путем поворота втулки со шпинделем и сверлом вокруг оси посадочного буртика стойки 11 по шкале 10. Установку сверла на требуемые углы в плане производят поворотом стойки вокруг оси буртика плиты 14 по шкале 8 с последующим закреплением ее посредством шпильки 15 и гайки 16.

Приспособление для заточки ступенчатых сверл (рис. 14). Производят заточку задних поверхностей ступенчатых сверл на круглошлифовальных станках с невращающимся центром. Корпус 2 коническим хвостовиком вставляют в отверстие шпинделя станка. Торец корпуса 2, выполненный в форме чашки, имеет две наклонные поверхности под углом 10 и 7°. На корпус 2 надет колпачок 3 с закрепленным в нем центром 1 и двумя запрессованными пальцами 4, упирающимися в наклонные поверхности торца корпуса. Между двумя торцами винтов 5, ввернутых в ушки колпачка, закрепляется палец 6 планшайбы станка. При вращении колпачка 3 вращается центр 1; одновременно он получает осевое возвратно-поступательное перемещение от наклонных поверхностей торца корпуса 2. В колпачок ввернут поводковый палец 7, вращающий сверло с помощью хомута, закрепленного на сверле.

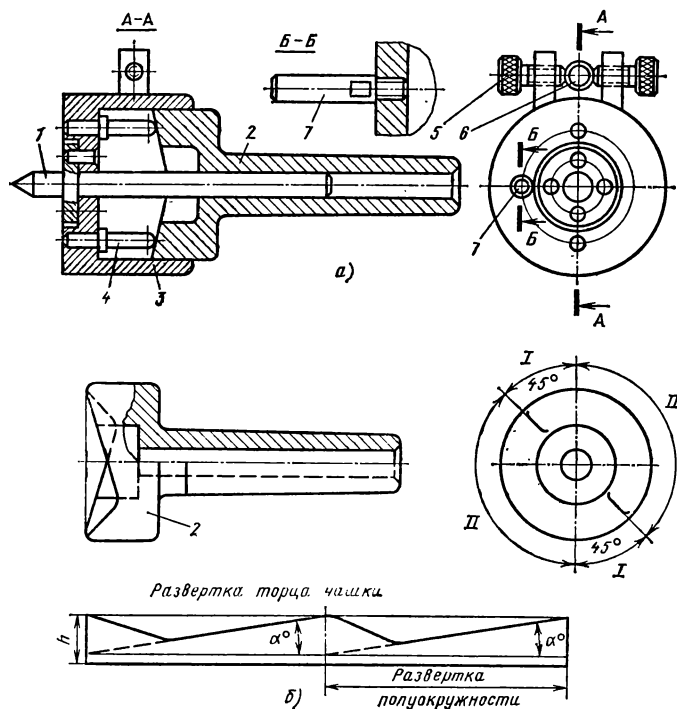


Рис. 14. Приспособление для заточки ступенчатых сверл:

а — конструкция приспособления; б — геометрические параметры и конструкция корпуса (чашки); I — холостой ход; II — рабочий ход

1. Геометрические параметры корпусов (чашек) для сверл

Диаметр сверла, мм	h^* , мм	α^*
25	9,05/6,3	$5^\circ 29' / 3^\circ 50'$
20	7,24/5,04	$4^\circ 23' / 3^\circ 4'$
15	5,43/3,68	$3^\circ 17' / 2^\circ 14'$
10	3,71/2,52	$2^\circ 15' / 1^\circ 32'$
5	1,81/1,26	$1^\circ 06' / 0^\circ 46'$

* Значение в числителе указано для заднего угла сверла 10° , в знаменателе — 7° .

Центр задней бабки станка под действием пружины прижимает сверло к центру 1 приспособления. Плиту на столе круглошлифовального станка поворачивают на угол, соответствующий заднему углу сверла, а шлифовальный круг заправляют соответственно углу ϕ .

Для сверл диаметром 4—25 мм должно быть пять корпусов для каждого заднего угла сверла (табл. 1). Корпуса изготавливают из стали с твердостью HRC 56—60.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ И ПРОТЯЖЕК

Приспособление для заточки червячных фрез (рис. 15). Приспособление предназначено для заточки червячных фрез 13 на универсально-заточном станке и имеет следующую характеристику: высота центров приспособления 115 мм; угол подъема канавки затачиваемой фрезы до 50° ; наибольший диаметр затачиваемой фрезы 220 мм; наибольшая длина затачиваемой фрезы 300 мм. Основой приспособления является шпиндельная бабка 1, укрепляемая на столе 14 универсально-заточного станка болтом 2. На шпинделе 3 закреплена шестерня 4. К корпусу шпиндельной бабки крепится кронштейн 5, по пазу которого перемещается в вертикальном направлении ползун с зубчатой рейкой 6, сцепляющейся с шестерней 4. В ползуне установлен палец с сухарем, входящим в паз линейки 7, которая закреплена на кронштейне 8. Кронштейн 8 укрепляется винтом 9 на валике 15 продольной подачи стола станка (перед этим рукоятка снимается с валика). Линейку 7 устанавливают на требуемый угол α и закрепляют гайкой 10. Угол α определяют в зависимости от шага (S , мм) винтовой канавки фрезы по формуле (табл. 2)

$$\operatorname{tg} \alpha = 489,84/S.$$

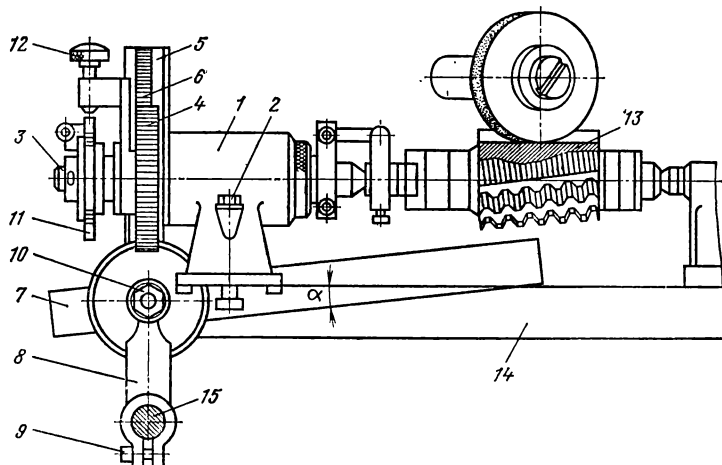


Рис. 15. Приспособление для заточки червячных фрез

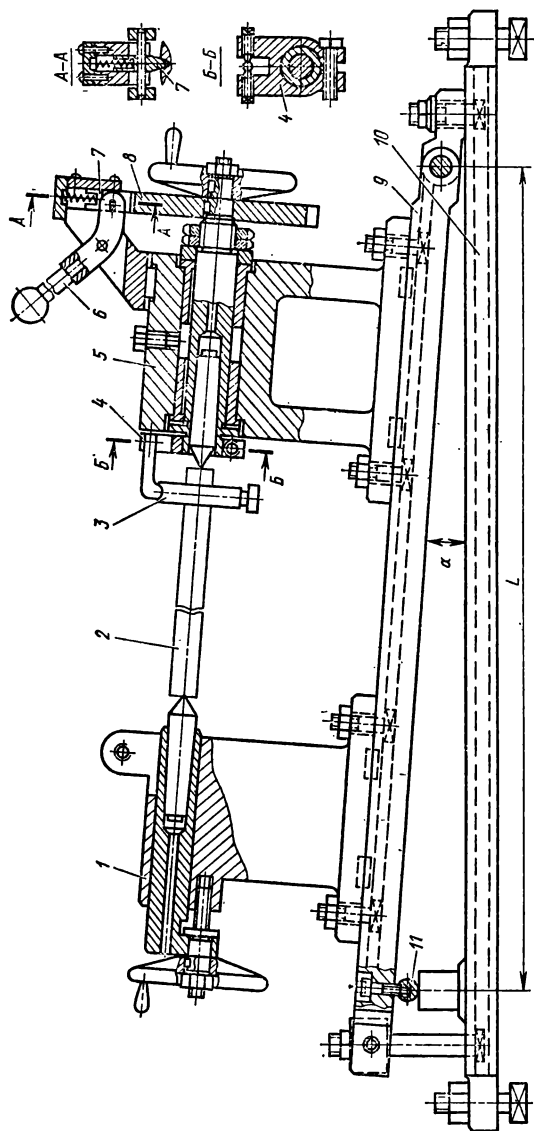


Рис. 16. Приспособления для нанесения выкружек на протяжках

2. Значение угла α поворота линейки в зависимости от шага S винтовой канавки фрезы

S , мм	α	S , мм	α	S , мм	α	S , мм	α
600	39° 14'	1200	22° 13'	2400	11° 32'	4500	6° 13'
650	37° 00'	1300	20° 38'	2600	10° 40'	5000	5° 36'
700	35° 00'	1400	19° 18'	2800	9° 56'	5500	5° 06'
750	33° 10'	1500	18° 05'	3000	9° 17'	6000	4° 40'
800	31° 29'	1600	17° 02'	3200	8° 42'	6500	4° 19'
850	28° 58'	1700	16° 04'	3400	8° 12'	7000	4° 01'
900	28° 34'	1800	15° 13'	3600	7° 45'	7500	3° 44'
950	27° 17'	1900	14° 27'	3800	7° 21'	8000	3° 30'
1000	26° 07'	2000	13° 46'	4000	6° 59'	8500	3° 18'
1100	24° 01'	2200	12° 33'				

Делительный диск 11 и фиксатор 12 предназначаются для установки приспособления на заданное число зубьев фрезы и фиксирования устанавливаемого положения. На другом конце шпинделя имеется хомут для передачи вращения затачиваемой фрезе.

Приспособление для нанесения выкружек на протяжках (рис. 16). Предназначено для нанесения выкружек на круглых и шлицевых протяжках на специальных станках. Протяжка 2 устанавливается в центрах передней 5 и задней 1 бабок, закрепленных на верхней плите 9, установленной под углом по отношению к нижней плите 10, равным заднему углу на выкружках.

Установку верхней плиты 9 под углом производят по концевым мерам, помещаемым на нижней плите 10 под валиком 11.

Размер концевых мер (в мм)

$$a = (L \operatorname{tg} \alpha) + b,$$

где L — расстояние между осью опорного валика и осью вращения верхней плиты 9, мм; α — задний угол у выкружек и угол поворота верхней плиты; b — толщина плитки, при которой верхняя плита 9 будет параллельна столу станка, мм.

Протяжку вокруг оси в зависимости от числа выкружек поворачивают с помощью делительного механизма, делительного диска 8, фиксатора 7 и рукоятки 6. Хвостовик хомутка 3, закрепленный на протяжке, зажимают между торцами винтом хомутка 4, сидящего на шпинделе передней бабки.

Поворотная плита может быть применена при выполнении других видов работ в производстве режущего инструмента, в частности при фрезеровании стружечных канавок конических разверток, фрез и других видов инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

Котельников В. К. Приспособления для изготовления металлорежущего инструмента. М.: Машиностроение, 1977. 175 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Заточка — процесс шлифования двух пересекающихся поверхностей инструмента, образующих режущие кромки.

Доводка — это заточка, обеспечивающая получение минимальных параметров шероховатости и радиуса округления режущих кромок инструмента.

Снятие припуска (слоя металла) с обрабатываемой поверхности инструмента шлифовальным кругом представляет собой процесс высокоскоростного микрорезания (царапания) мельчайшими режущими крошками абразивных зерен.

Абразивные зерна, участвующие в работе, испытывают периодическое силовое, тепловое и химическое воздействие вследствие контакта с обрабатываемой поверхностью. В результате такого воздействия режущие кромки зерен истираются и появляются площадки износа, происходит скалывание режущих кромок, вырывание целых зерен из связки круга, налипание частичек металла на вершинах режущих кромок и заполнение пор круга металлической стружкой. В практике такое явление называют засаливанием круга. Режущие свойства такого круга ухудшаются, нарушается его геометрическая форма и, чтобы восстановить первоначальное состояние круга, необходима его правка (см. гл. 8). Период работы круга между двумя правками характеризует его стойкость, являющуюся его важнейшим эксплуатационным показателем.

Под стойкостью понимают способность шлифовального круга противостоять процессам затупления его режущих кромок, налипания металла на его рабочую поверхность и нарушению его правильной геометрической формы. Период стойкости круга зависит от его размеров и характеристики материала и вида обрабатываемого инструмента, режимов резания, жесткости и виброустойчивости станка, на котором происходит заточка.

Стойкость круга связана с самозатачиваемостью, т. е. свойством шлифовального круга непрерывно восстанавливать режущую способность рабочего слоя в процессе абразивной обработки в результате постепенного выкрашивания или скалывания абразивных зерен. От стойкости, самозатачиваемости и засаливания круга зависят работоспособность шлифовального круга, т. е. состояние, при котором он сохраняет заданную режущую способность, осуществляя обработку с заданными параметрами.

Режущая способность шлифовального круга характеризуется отношением массы снятого обрабатываемого материала к длительности процесса обработки при заданных технологических условиях. Про-

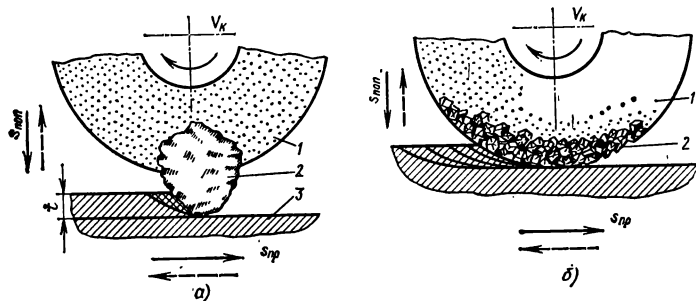


Рис. 1. Схемы резания:

t — глубина резания; $s_{пр}$ и $s_{поп}$ — соответственно продольная и поперечная подачи стола; v_k — скорость вращения круга

цессы снятия стружки при различных схемах резания показаны на рис. 1.

Из схемы видно (рис. 1, а), что процесс снятия металла абразивным зерном 2 круга 1 происходит за две операции: а) абразивное зерно 2, приближаясь к обрабатываемой поверхности изделия 3 острой кромкой, не режет, а скользит по ней с большим трением, сдавливая металл впереди себя благодаря нарастанию радиальной силы; б) когда силы резания превысят предел прочности обрабатываемого материала, абразивное зерно врежется в металл и образует стружку. Снятие стружки зерном происходит за очень незначительное время (0,0001—0,00005 с), т. е. мгновенно, но благодаря большому количеству зерен процесс стружкообразования протекает для всего круга непрерывно (рис. 1, б).

Элементы режима резания. Скорость шлифовального круга (скорость резания) v_k — это окружная скорость периферийных зерен круга.

Скорость (м/с) круга определяют по формуле

$$v_k = \frac{\pi D_k n}{1000 \cdot 60} \approx 0,525 \cdot 10^{-4} D_k n,$$

где D_k — диаметр шлифовального круга, мм; n — частота вращения шлифовального круга, об/мин.

Продольная подача $s_{пр}$ — скорость перемещения стола с закрепленным на нем инструментом относительно шлифовальной головки станка, м/мин. Поперечная подача $s_{поп}$ — перемещение стола с закрепленным на нем инструментом в направлении, перпендикулярном к продольной подаче, мм/дв. ход. Глубина резания t — величина припуска, мм, снимаемая кругом за один проход. Фактическая глубина резания несколько меньше, чем заданная величина перемещения затачиваемого инструмента, вследствие отжатия круга и инструмента под действием силы резания и износа круга при обработке.

Скорость вращения детали v_d , (м/мин):

$$v_d = \frac{\pi d_d n_1}{1000} \approx \frac{d_d n_1}{318},$$

где d_d — диаметр детали, мм; n_1 — частота вращения детали, об/мин.

Технико-экономические показатели процесса заточки. Технико-экономические показатели процесса заточки определяются расходом абразива или удельным расходом алмаза (эльбора), производительностью обработки и удельными затратами на нее.

Расход абразива определяют по его массе (г), расходуемой на заточку одного инструмента (г/шт), или объемному расходу абразива в единицу времени (см³/мин). Расход абразивных кругов определяют по результатам полного износа пяти кругов, при этом в зависимости от диаметра круга замеры расхода абразивного слоя производят 3—5 раз до его полного износа.

Алмазные шлифовальные круги согласно ГОСТ 16181—70* испытывают на универсально-заточных станках на работоспособность с определением удельного расхода алмазов в миллиграммах на 1 г или каратах на 1 кг сошлифованного материала, эффективной мощности шлифования и шероховатости обработанных поверхностей.

Удельный расход для кругов, работающих торцом и периферией круга (мг/г):

$$q = \frac{200 \cdot Ph}{G_m h_a}; \quad (1)$$

$$q = \frac{2,76 \cdot 10^{-2} D H K h}{G_m}, \quad (2)$$

где P — масса алмазов в круге, караты; K — концентрация алмазов, %; h — линейный износ круга, мкм в (1) и мм в (2); h_a — толщина алмазоносного слоя до испытания, мкм; G_m — масса материала, сошлифованного за время испытания, г; D — наружный диаметр круга, мм; H — высота круга, мм.

Удельный расход алмазов при массовом (весовом) методе измерения (мг/г):

$$q = \frac{G_k}{G_m} \alpha,$$

где G_k — массовый износ алмазоносного слоя за опыт, мг; α — коэффициент, учитывающий плотность связки и концентрацию алмазов в круге, значение которого указано в технических условиях на связку круга.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов α в зависимости от вида связки и концентрации алмазов в круге (по данным Института сверхтвердых материалов АН УССР, г. Киев).

В табл. 2 приведены нормативные показатели работоспособности алмазных кругов при шлифовании твердых сплавов Т15К6, ВК6 и ВК15 (для испытания кругов на металлических и органических связках) и быстрорежущей стали Р18 (для испытания кругов на керамических связках).

Производительность процесса заточки и доводки определяют по объему металла, снимаемому в единицу времени. В случае заточки тор-

1. Значения коэффициента плотности связи α в зависимости от концентрации синтетических алмазов в кругах на различных связках

Связка	α при концентрации, %		
	50	100	150
Органическая Б1	0,220	0,414	0,583
Б2	0,110	0,254	0,449
Б3	0,170	0,350	0,554
Б8	0,153	0,275	—
Металлическая М1	0,610	0,122	0,183
МС6	0,750	0,150	0,225
М5	0,125	0,250	—
МО13	0,124	0,248	0,372
МО4	0,115	0,230	0,345
МВ1	0,125	0,250	0,375
МО13Э	0,086	0,191	0,277
Керамическая К1	0,210	0,420	0,630
К5	0,198	0,387	0,587

пом чашечного круга производительность процесса (в мм³/мин) рассчитывают по формуле (рис. 2)

$$Q = \frac{1000 \cdot h s_{\text{поп}} s_{\text{пр}} l}{(1 + K_v) (l + l_1 + l_2 + b)} K_{\text{ф. п.}} \quad (3)$$

где h , l — высота и ширина поверхности заточки соответственно, мм; $s_{\text{поп}}$ — поперечная подача, мм/дв. ход; $s_{\text{пр}}$ — продольная подача, м/мин; l_1 и l_2 — величина перебегов инструмента, мм; b — ширина алмазонасного кольца круга, мм; K_v — отношение скорости рабочего хода к скорости холостого хода стола станка ($K_v = 1/2$, т. е. скорость холостого хода в 2 раза больше скорости рабочего хода при заточке на станках, оснащенных механизмом автоматической продольной подачи); $K_{\text{ф. п.}}$ — коэффициент фактической производительности, зависящий от жесткости системы СПИД и режущей способности алмазного круга (определяется экспериментально).

При совместной заточке твердого сплава и стальной державки инструмента алмазными кругами на керамической связке К1 $K_{\text{ф. п.}} = 0,95 \div 1,0$ (по данным ИСМ АН УССР).

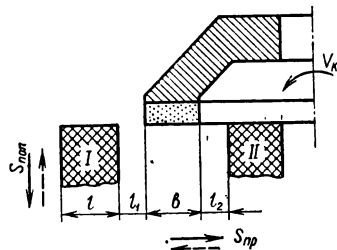


Рис. 2. Схема расчета машинного времени:

I и II — крайние положения затачиваемой поверхности

2. Нормативные показатели работоспособности алмазных кругов при шлифовании твердого сплава

Вид шлифования	Форма круга	Шероховатость обработанной поверхности Ra , мкм	Удельный расход алмазов *, мг/г, не более, при связке			Эффективная мощность шлифования, кВт, не более
			металлической	органической	керамической	
Плоское	АПП, А2ПП	0,63— 1,25	$\frac{1,3}{1,0}$	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{3,5}{3,0}$	1,5
Круглое наружное	АПП, А2ПП	0,63— 1,25	$\frac{1,3}{1,0}$	$\frac{3,0}{2,5}$	—	1,0
Круглое внутреннее	АПП, А1ПП	0,63— 1,25	$\frac{3,0}{2,8}$	$\frac{4,0}{3,5}$	—	Не измеряется
Торцовое	АЧК, АПВ, АПВД, АТ, А1Т, АЗТ, А4Т, А1ЧК, А2ЧК	0,32— 0,63	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{0,8}{0,6}$	$\frac{3,0}{2,7}$	1,0
Профильное	А2П, А5П	0,63— 1,25	$\frac{1,0}{0,8}$	$\frac{1,2}{1,0}$	—	Не измеряется
Резьбошлифование	А2П	0,63— 1,25	$\frac{2,0}{1,7}$	$\frac{2,3}{2,0}$	—	Не измеряется

* В числителе указаны значения для кругов зернистостью 50/40, в знаменателе — зернистостью 63/50 и крупнее.

Примечание. Концентрация алмазов составляет 50—150%.

Подставляя значение K_v , $K_{ф.п}$, $l_1 = l_2 = 5$ мм в (3), получим

$$Q = 640hs_{\text{попспр}}l/(10 + b + l).$$

После определения производительности обработки (в мм³/мин) и удельного расхода алмазов (в мг/г) рассчитывают расход алмазов при заточке и доводке режущего инструмента на 1 мин работы станка. С учетом коэффициентов загрузки оборудования и использования его по машинному времени определяют потребность в алмазах на станок.

Удельные затраты C_y , т. е. затраты на снятие 1 кг материала с обрабатываемого инструмента, определяют в руб/кг. Они состоят из затрат на приобретение алмазных кругов C_1 и затрат на заработную плату с накладными расходами C_2 , т. е. $C_y = C_1 + C_2$. В свою очередь $C_1 = qC$, где q — удельный расход алмаза, кар/кг; C — стоимость одного карата алмаза в круге, руб/кар.

Затраты на заработную плату при снятии 1 кг металла (руб/кг):

$$C_2 = (T_m + T_p) BН,$$

где T_m — машинное время обработки, мин; T_p — вспомогательное и подготовительно-заключительное время, мин; B — минутная ставка

рабочего, руб/мин; H — коэффициент накладных расходов (величина, показывающая отношение затрат по накладным расходам к заработной плате).

Машинное время, необходимое для снятия 1 кг обрабатываемого материала (в мин):

$$T_m = 1000/Q,$$

где Q — производительность обработки, г/мин.

Окончательно удельные затраты (в руб/кг) на обработку определяют по формуле

$$C = qЦ + \frac{1000}{Q} BH + T_p BH, \quad (4)$$

Из (4) видно, что увеличение производительности снижает затраты на обработку, а увеличение удельного расхода повышает их. Экспериментально установлено, что увеличение производительности обработки приводит к возрастанию удельного расхода. Поэтому находят такое сочетание величин производительности и удельного расхода алмазов, когда удельные затраты на обработку минимальны.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ ПРОЦЕССА ЗАТОЧКИ

Процесс заточки характеризуется следующими основными признаками:

а) кинематической схемой резания, осуществляемой торцом или периферией шлифовального круга (рис. 3, а и б);

б) характером контакта затачиваемой поверхности с режущей поверхностью шлифовального круга — непрерывным и прерывистым (рис. 3, в и г);

в) регламентированием параметров производительности обработки: по подаче — жесткая заточка (рис. 3, а, б, г) или по нормальной силе резания — упругая заточка (рис. 3, в и д);

г) схемой съема припуска — многопроходной, заточкой с продольной (глубинной) или поперечной (врезной) подачей;

д) способом заточки — обычным (механическим), электрохимическим (электроабразивным, электроалмазным и др.).

При заточке режущих инструментов применяют две кинематические схемы резания, основанные на сочетании двух главных движений: вращательного, сообщаемого шлифовальному кругу со скоростью резания v_k , и прямолинейного, сообщаемого затачиваемому инструменту со скоростью продольной подачи стола $s_{пр}$.

Заточка торцом шлифовального круга является основным способом заточки инструментов как на универсально-заточных, так и на специальных заточных станках.

Широкое распространение получила заточка с прерывистым контактом, при которой в процессе продольной подачи шлифовальный круг и затачиваемый инструмент периодически выходят из контакта. Недостаток этого метода — образование завалов на участках входа и выхода обрабатываемой поверхности, особенно при работе на нежестких станках.

Непрерывный контакт круга с затачиваемой поверхностью обеспечивается при регламентированной нормальной силе резания — упругой заточке.

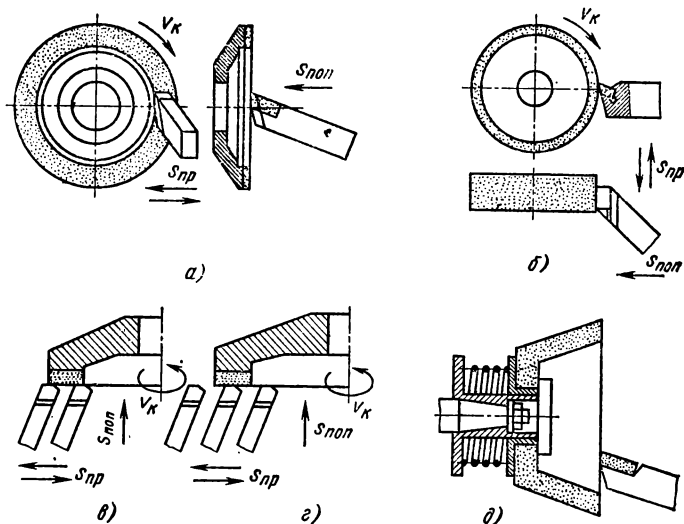


Рис. 3. Разновидности процесса заточки:

а — торцом и б — периферией круга; в — с непрерывным и г — прерывистым контактом; д — с упругим элементом

Жесткая заточка наиболее широко распространена в технологических процессах обработки режущего инструмента. Упругую заточку осуществляют путем введения в систему станок—приспособление—круг—инструмент упругого элемента (пружин, мембран, резины и т. п.). Интенсивность съема при упругом способе заточки определяют по величине силы прижима круга (давления) к затачиваемому инструменту и режущей способности круга. Эта заточка обеспечивает высокое качество обработанной поверхности (без прижогов, трещин и других дефектов).

Способ упругой заточки нашел широкое применение в технологических процессах заточки резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава. Этот способ заточки используют в конструкциях заточных станков (см. гл. 3).

При многопроходной заточке инструмента съем припуска осуществляют за большое число проходов при малой величине поперечной подачи (0,005—0,2 мм) и значительных продольных подачах. При заточке с продольной подачей (глубинной) весь припуск снимают обычно за один—три прохода при большой поперечной подаче (0,2—2 мм) и малой продольной подаче (0,01—1,0 м/мин). Заточку с поперечной подачей (врезную) осуществляют при непрерывном контакте круга с затачиваемой поверхностью инструмента без продольной подачи.

При обычном (механическом) способе заточки инструмента съем припуска осуществляют кругами из электрокорунда, карбида кремния, алмаза и эльбора. При электроалмазной заточке удаление припуска происходит преимущественно в результате анодного растворения, резания и электроэрозии (см. гл. 6).

ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Заточка и доводка абразивными кругами. Геометрические параметры рабочей части режущего инструмента создают заточкой и доводкой соответствующих поверхностей. Как правило, сначала затачивают передние, а затем задние поверхности. Фасонные и мерные инструменты (развертки, протяжки) затачивают по передним поверхностям после заточки задних.

В целях экономии твердого сплава и шлифовальных кругов заточку следует вести за счет длины пластины. Так, для резцов основную заточку производят по задним поверхностям, а затем по передним. Плоские поверхности затачивают торцовой поверхностью или периферией круга (см. рис. 3, а и б).

При заточке задних поверхностей инструмента, когда круг не требуется вводить в стружечную канавку, используют круги чашечной формы или плоские с одно- или двухсторонней выточкой. Передние поверхности многолезвийного инструмента с прямолинейным зубом затачивают торцовой поверхностью кругов тарельчатой формы. Для предупреждения подрезания передней поверхности зуба круги тарельчатой формы правят по дуге окружности и заточку производят торондной поверхностью круга. Круг устанавливают под углом к оси инструмента на 2—3° больше угла наклона стружечной канавки.

Выбор характеристики кругов и режимов обработки. На процесс заточки и качество затачиваемых поверхностей режущего инструмента, производительность и экономичность операций большое влияние оказывает правильный выбор характеристик шлифовальных кругов и режимов обработки. Выбор характеристики шлифовального круга зависит от вида заточной операции, конструкции и назначения режущего инструмента, материала его рабочей части (табл. 3). В свою очередь, назначение режима обработки зависит от материала обрабатываемого инструмента и характеристики выбранного круга.

Для заточки твердосплавного инструмента применяют круги из карбида кремния зеленого (КЗ). Кругами из КЗ выполняют операции черновой заточки. С увеличением зернистости кругов из КЗ уменьшается их износ, снижается вероятность образования трещин на пластинках из твердого сплава, но ухудшается шероховатость поверхности. Круги из КЗ применяют на керамической и бакелитовой связках.

Широкое применение получила керамическая связка. При работе кругами на этой связке необходимо строго соблюдать требования по ограничению твердости и скорости вращения круга. Круги на бакелитовой связке применяют на одну-две степени большей твердости, чем круги на керамической связке. Они допускают работу при более высоких скоростях резания.

При выборе кругов из КЗ особое внимание уделяют выбору их твердости, которая оказывает большое влияние на работоспособность. Широко применяют круги на керамической связке твердостью М2-СМ1, а на бакелитовой — М3-С1.

Для обработки твердых сплавов, склонных к образованию трещин, применяют мягкие круги. С увеличением прочности сплавов можно применять круги более высоких степеней твердости. Круги повышенной твердости в некоторых случаях применяют при заточке многолезвийного инструмента для увеличения точности обработки, но

3. Характеристика кругов из карбида кремния зеленого (КЗ) и режимы резания для заточки твердосплавных инструментов

Операция	Обрабатываемый материал	Форма круга	Характеристика круга *			Режимы резания		
			Зернистость	Связка	Твердость	Скорость круга, м/с	Скорость детали, м/мин	Поперечная подача, мм/дв. ход
Круглое наружное шлифование рабочей части инструмента	T30K4, BK2 T14K8, BK6, BK8	ПП	40—25	К	M3, CM1, C1	12 15 20	2—3	0,02 0,03 0,05
	T30K4 BK2, T15K6, T14K8	ЧЦ, ЧК	40—25	К Б К	M2 M3 M4	8 10 12	1—3	0,03— 0,05
Заточка резов и открытых поверхностей рабочей части многолезвийного инструмента	BK6, BK8, T15K6			Б К Б	CM1 CM1 CM2	15 15 18		0,08— 0,10
Заточка передних поверхностей многолезвийного инструмента	T30K4 BK2, T15K6	ЧК, 3Т	25—16	К Б	M3—CM1 CM1	10—12 15	2—3	0,02 0,03
	T14K8			К Б	CM2 CM2	18 15		0,05
	BK6, BK8			К	C1	18		

* Структура кругов из КЗ на керамической связке № 6—8, а на бакелитовой связке № 4—5.

Примечания. 1. При заточке твердосплавных инструментов следят за тем, чтобы затачивалась только рабочая часть инструмента с возможно меньшим касанием его к стальной державке.
2. Хрупкость кругов из КЗ не позволяет их применять для обработки стали, так как высокая вязкость ее вызывает при шлифовании большие усилия резания, способствующие интенсивному выкрашиванию режущих зерен и выпаданию из связки.
3. Для обработки стальных державок инструментов применяют круги из электрокорунда.

при этом необходимо площадь контакта торцевой поверхности круга с инструментом уменьшать поднутрением круга.

Правильность выбора твердости кругов из КЗ может быть проверена по величине их удельного объемного износа. При механизированной заточке инструмента круг должен интенсивно самозатачиваться. Оптимальный удельный объемный износ при этом составляет 20—30 мм³ круга на 1 мм³ снимаемого твердого сплава. При такой величине износа круг практически не нуждается в правке.

При ручной заточке допускается уменьшение удельного износа круга до 5 мм³/1 мм³ путем повышения твердости и скорости его вращения, при этом необходима частая правка. При одних и тех же режимах заточки износ кругов из КЗ возрастает с увеличением содержания карбидов титана и уменьшением содержания кобальта в пластинах твердого сплава.

Заточка и доводка алмазными кругами. Применение алмазных кругов при шлифовании, заточке и доводке режущего инструмента обеспечивает резкое улучшение качества и повышение производительности обработки инструмента, сокращение расхода инструментальных материалов, повышение точности и производительности обработки деталей, совершенствование технологии и культуры инструментального производства.

Алмазная заточка и доводка режущего инструмента способствуют повышению его стойкости до 2—3 раз, приводят к сокращению расхода твердых сплавов в 1,5—2 раза и обеспечивают уменьшение шероховатости обработанной поверхности. Использование алмазных кругов позволяет значительно расширить номенклатуру металлорежущего и измерительного инструмента, оснащенного твердым сплавом.

Высокая стойкость алмазных кругов, их способность длительное время сохранять заданный профиль и размер позволяют изготавливать сложнопрофильный прецизионный твердосплавный инструмент (модульные червячные фрезы, протяжки, долбяки, метчики и др.).

При доводке алмазными кругами усилия затачивания в 3—5 раз меньше, чем при затачивании абразивными кругами, что исключает высокий нагрев, образование трещин и других дефектов на обработанной поверхности инструмента. Алмазная обработка инструмента обеспечивает получение шероховатости обработанной поверхности в пределах $Ra = 0,16 \div 0,032$ мкм и радиуса округления режущих кромок $r = 8 \div 10$ мкм без зазубрин и выкрашиваний.

Малая шероховатость рабочих поверхностей и радиуса округления режущих кромок инструмента, а также большая прочность благоприятно влияют на работу твердосплавного инструмента, заточенного алмазными кругами.

К качеству алмазной заточки и доводки твердосплавных режущих инструментов предъявляют следующие требования: отсутствие трещин на пластинах и режущих кромках; параметр шероховатости Ra рабочих поверхностей инструмента должен находиться в пределах 0,63—0,040 мкм; острота режущих кромок, характеризуемая радиусами их округления, которые должны быть равны 8÷10 мкм у инструмента для чистовой обработки и до 15 мкм у остального инструмента; доведенные фаски по передней и задней поверхностям должны быть плоскими и не иметь завалов и сколов; плавное сопряжение главной и вспомогательной прямолинейных режущих кромок с радиусной режущей кромкой при вершине реза.

Выбор варианта технологического процесса заточки и доводки твердосплавного инструмента. При заточке и доводке режущего инструмента выполняют следующие операции: черновое и чистовое круглое шлифование рабочей части инструмента, заточку передних и задних поверхностей, доводку фасок и ленточек, нанесение стружколомательных элементов (канавок, лунок, порожков).

Наибольшее распространение в машиностроении получили технологические процессы обработки твердосплавного режущего инструмента, включающие заточку его кругами из карбида кремния зеленого и доводку кругами из синтетических алмазов. Более прогрессивными и экономичными являются технологические процессы полной алмазной заточки твердосплавного металлорежущего инструмента кругами из синтетических алмазов.

Применение алмазных кругов на новых высокопроизводительных связках позволяет совместить операции заточки и доводки для многих видов инструмента в одной операции. При этом требуемого качества обработки достигают или благодаря выбору соответствующей характеристики алмазного круга, или выхаживанию при заточке (без поперечной подачи). Доводку рабочих поверхностей инструмента по фаскам выполняют при повышенных требованиях к точности размеров и качеству заточки инструмента.

Для повышения работоспособности алмазных кругов и увеличения экономической эффективности алмазной заточки в конструкцию твердосплавного металлорежущего инструмента вносят изменения, уменьшающие или исключающие контакт алмазных кругов с державками резцов и корпусами многолезвийного твердосплавного инструмента. Рекомендации по изменению конструктивных элементов и геометрических параметров твердосплавного инструмента, обрабатываемого алмазными кругами, содержатся в технической документации по проектированию такого инструмента на предприятиях.

Могут быть рекомендованы следующие варианты построения технологических процессов алмазной заточки (З) и доводки (Д) твердосплавного инструмента в зависимости от припуска под заточку (П) и конструкции инструмента.

Напайные инструменты. *Вариант I.* З — державки кругами из электрокорунда; З — твердого сплава кругами из КЗ; Д — фасок и ленточек кругами из АС; П — не более 0,5 мм.

Вариант II. З и Д — твердого сплава со стальной державкой кругами из АС на металлической, (электроалмазным способом, с применением СОЖ) и керамической связках. П — не менее 0,5 мм.

Вариант III. З и Д — твердосплавной пластины кругами из АС (при условии нависания пластинки над главной и вспомогательной поверхностями державки).

Монолитные инструменты. *Вариант I.* З — кругами из АС на металлических связках (с применением СОЖ); Д — кругами из АС на органических связках.

Вариант II. Д — кругами из АС (неперетачиваемых пластинок при первичной их заточке и повторной заточке монолитного твердосплавного инструмента).

Круги из алмазов на металлической связке позволяют снимать большие припуски при большей их износостойкости, а круги на органической связке позволяют получать меньшую шероховатость обработанной поверхности.

Работоспособность алмазных кругов на керамических связках, позволяющих одновременно затачивать твердосплавную пластинку со стальной державкой, повышается с уменьшением обрабатываемой поверхности самой державки. Для уменьшения припусков, снимаемых при переточках твердосплавного инструмента, необходимо обеспечить его нормальную эксплуатацию, особенно своевременное снятие затупленного инструмента для переточки.

Твердосплавные инструменты, поступающие на переточку, по степени износа и разрушения режущей части разделяют на две группы: инструменты с допустимым износом, небольшими выкрашиваниями и мелкими сколами режущей части и инструменты со значительным износом, большими выкрашиваниями и сколами режущей части. Твердосплавные инструменты первой группы перетачивают только алмазными кругами, инструменты второй группы до переточки алмазными кругами могут быть предварительно обработаны кругами из карбида кремния.

По мере износа пластинок твердого сплава через каждые три-четыре переточки производят обработку задних поверхностей стальных державок и корпусов многолезвийного инструмента кругами из обычных абразивов (электрокорунда и карбида кремния зеленого).

Выбор алмазных кругов. Форму, размеры и характеристики алмазных кругов для обработки твердосплавного инструмента следует выбирать с учетом вида, конструктивных особенностей и размеров обрабатываемого инструмента, требований к точности, шероховатости и радиусу округления его режущих кромок, величины снимаемого припуска, назначения выполняемой операции (шлифования, заточки, доводки) и применяемого оборудования.

При этом должна учитываться экономическая эффективность процесса заточки (количество обрабатываемого инструмента и другие факторы).

Рекомендации по выбору алмазных кругов различных форм и область их применения приведены в табл. 4.

Характеристики кругов для обработки основных типов инструмента, оснащенного пластинками из твердого сплава различных марок, в зависимости от вида технологической операции приведены в табл. 5.

При переточке и восстановлении твердосплавного инструмента после износа его режущих кромок в пределах 0,05—0,10 мм производят только доводку. При сильном затуплении инструмента (свыше 0,5 мм) производят заточку со съемом припуска и последующую доводку.

При шлифовании и заточке с продольной подачей (глубинной обработке) алмазными кругами зернистостью АСВ 250/200—80/63 на металлических связках МВ1, МО13, МО4 по достижении параметра шероховатости $Ra = 0,63 \pm 0,32$ мкм режущие поверхности прецизионного твердосплавного инструмента подвергают доводке по фаске кругами зернистостью АСМ 40/28—14/10 на органической связке с достижением параметра шероховатости $Ra = 0,160 \pm 0,040$ мкм и радиуса округления режущих кромок в пределах 8—10 мкм.

Выбор марки алмазов производят по табл. 5. В кругах на керамической связке К1 наибольшую работоспособность имеют алмазы марки АСР. Так, например, при шлифовании твердого сплава марки ВК6 совместно с державкой из стали 45 кругами 100%-ной концентрации удельный расход алмазов марки АСР в 1,5—2,0 раза ниже, чем алмазов марок АСВ и АСО.

4. Область применения алмазных кругов

Обозначение круга (ГОСТ)	Область применения
АПП (ГОСТ 16167—80)	Круглое и плоское шлифование и доводка твердосплавного многолезвийного инструмента на круглошлифовальных и универсально-заточных станках
А1ПП (ГОСТ 16168—80)	Шлифование и доводка отверстий на универсально-заточных и внутришлифовальных станках
А2ПП (ГОСТ 16169—81)	Заточка и доводка резцов по передним и задним поверхностям и порошков с одного станова
АПВ (ГОСТ 16170—81)	Заточка и доводка твердосплавных резцов на заточных станках, обработка деталей измерительных инструментов
АПВД (ГОСТ 16171—81)	Заточка и доводка резцов, обработка скоб, микрометров и других измерительных инструментов
АЧК (ГОСТ 16172—81)	Заточка и доводка твердосплавного многолезвийного инструмента по задним поверхностям и однолезвийного инструмента по передним и задним поверхностям на универсально-заточных станках
А1ЧК (ГОСТ 16173—81)	Заточка и доводка передней и задних поверхностей зубьев твердосплавного многолезвийного инструмента на универсально-заточных станках
А2ЧК (ГОСТ 16174—81)	Заточка и доводка по задним поверхностям режущего инструмента со спиральным (винтовым) зубом
АТ (ГОСТ 16175—81)	Заточка и доводка многолезвийного инструмента по передней поверхности при угле профиля канавки до 50°
А1Т (ГОСТ 16176—70)	Заточка и доводка передней поверхности мелкогабаритного многолезвийного инструмента (разверток, зенкеров, фрез и др.)
А3Т (ГОСТ 16177—70)	Заточка и доводка передней поверхности многолезвийного инструмента с винтовыми канавками
А4Т (ГОСТ 16178—70)	Доводка передних поверхностей червячных, зуборезных и шлицевых фрез
А2П (ГОСТ 16179—70)	Чистовое шлифование винтовой поверхности метчиков и мелкомодульных фрез
А5П (ГОСТ 16180—70)	Обработка фасонных поверхностей, нанесение стружколомательных канавок

Примечания: 1. Круги формы АТ и А1Т применяют для доводки передней поверхности инструмента с прямым зубом — зенкеров, разверток, фрез, протяжек, расточных головок. Круги формы АТ используют для инструмента с малым углом профиля канавок (20° и выше), а А1Т — для инструмента, имеющего большой угол профиля канавок (50° и выше). Для доводки передних поверхностей инструмента с винтовым зубом предусмотрены круги формы А3Т, алмазное кольцо у которых расположено на торце круга под углом 15°. Благодаря этому при доводке достигается меньший контакт между рабочей частью круга и обрабатываемой поверхностью твердого сплава.

2. Диаметр алмазного круга выбирают максимальным, что позволяет повысить производительность заточки и уменьшить расход алмазов, а также снизить их относительную стоимость в кругах.

3. Ширина рабочего (алмазосодержащего слоя) предопределяется размерами обрабатываемых поверхностей и применяемой схемой заточки инструмента. С увеличением ширины рабочего слоя повышаются работоспособность и производительность кругов, уменьшается расход алмазов и снижается их стоимость, отнесенная к единице инструмента.

5. Характеристики * кругов для обработки инструментов, оснащенных твердым сплавом

Операция	Обозначение	Марка алмазов	Зернистость	Связка	Концентрация алмазов, %
----------	-------------	---------------	-------------	--------	-------------------------

Резцы, оснащенные пластинками из твердого сплава марок Т15К6, Т5К10, ВК6 и ВК8

Заточка твердосплавной части реза совместно со стальной державкой по задним поверхностям	АПП, АЧК	АСР	250/200—80/63	К	100
		АСРМ	250/200—80/63	Б1, Б2,	100
		АСР	200/160—80/63	ТО2	150
				Б156	100
Вышлифовывание стружколомательных канавок	А2П, А5П	АСР	250/200	МО4	100, 150
		АСВ	125/100 80/63	МО13 МС6	100 100
Доводка по передней и задней поверхностям и по радиусу при вершине реза	АПП, АЧК	АСО	50/40	БР	50, 100
		АСМ	60/40—40/28	Б1	100
		АСОМ	50/40	Б1,	100
		АСОМ	50/40	ТО2	100, 50
		АСМ	40/28—14/10	Б8	100
				БР	100, 50

Резцы прецизионные, оснащенные пластинками из твердого сплава марок ВК3 и Т30К4

Заточка по передней и задней поверхностям	АПП, АЧК	АСР АСО	200/160—80/63	Б1	100
Доводка передней и задней поверхностей по фаскам	АПП, АЧК	АСО	50/40	БР	50, 100
		АСМ	60/40—40/28	Б1	100
Доводка вершин реза по радиусу	АПП, АЧК	АСМ	40/28—28/20	Б1	50, 100

Многогранные пластинки из твердого сплава марок ВК6, ВК6М, ВК8

Шлифование нижней опорной плоскости твердосплавной пластинки	АПП, АЧК	АСВ	200/160—125/100	МО4	100
		АСР		МО13	100
Шлифование граблей пластинки	АПП, АЧК	АСВ АСР	160/125 100/80	МО4 МО13	100 100

Продолжение табл. 5

Операция	Обозначение	Марка алмазов	Зернистость	Связка	Концентрация алмазов, %
Шлифование задней и передней поверхностей каждой грани пластинки	АПП, АЧК	АСО	125/100—80/63	Б1	50, 100
Доводка передней и задней поверхностей каждой грани пластинки	АЧК	АСМ АСМ	28/20—10/7 60/40—40/28	БР Б1	50, 100 50, 100
Доводка вершин пластинки по радиусу	АЧК	АСМ	40/28—28/20	Б1	50, 100

Многолезвийный инструмент

Заточка и доводка передней поверхности зубьев инструмента	АТ, А1Т, АЗТ, АЧК	АСОМ	100/80—50/40	Б1	100, 150
		АСО АСО	80/63—50/50 50/40	ТО2 Б1, БР	
Шлифование по цилиндрической части и торцу предварительно	АПП	АСР	160/125—80/63	К1	100
		АСРМ	160/125—100/80	Б8	
		АСВ АСР	200/160—100/80	Б1, ТО2, МО4, МО13	
Шлифование по диаметру и торцу окончательно	АПП	АСОМ, АСО, АСМ	50/40 63/50—50/40 40/28	ТО2, Б1 БР	100

Развертки монолитные из твердого сплава

Заточка передней поверхности	АТ, А1Т	АСМ	60/40—14/10	БР	100
Шлифование по диаметру предварительно	АПП	АСВ, АСР	160/125—80/63	МО4, МО13	100, 150

Продолжение табл.

Операция	Обозначение	Марка алмазов	Зернистость	Связка	Концентрация алмазов, %
Шлифование по диаметру калибрующей части и обратного конуса окончательно	АПП	АСМ	40/28—14/10	БР	100
Заточка задней поверхности зубьев калибрующей части и заборного конуса	АЧК	АСО	125/100—80/63	Б1	100, 150
Доводка задней поверхности зубьев калибрующей части и заборного конуса	АЧК, А1ЧК	АСМ	40/28—14/10	БР	100, 50

Твердосплавные фрезы, изготавливаемые способом вышлифовывания

Шлифование диаметра, торцов и фаски	АПП	АСВ, АСР	160/125—80/63	МО4, МО13	100
Вышлифовывание стружечных канавок	А2П	АСВ	80/63	МС6	100, 150
Заточка задней поверхности зубьев на цилиндрической части	АЧК	АСРМ	125/100—63/50	Б1, Б8, ТО2	100
Заточка задней поверхности зубьев на торце	АЧК, А1ЧК	АСРМ	125/100—80/63	Б1, Б8, ТО2	100, 50
Заточка фаски или радиуса на зубьях	АЧК, А1ЧК	АСРМ	125/100—80/63	Б1, Б8, ТО2	100, 50

Сверла, изготавливаемые способом вышлифовывания

Шлифование центров и цилиндрической части с образованием обратной конусности	АПП	АСРМ, АСВ, АСР	125/100—80/63 200/160—125/100	Б8, ТО2 Б1, МО4, МО13	100
--	-----	----------------	----------------------------------	--------------------------	-----

Продолжение табл. 5

Операция	Обозначение	Марка алмазов	Зернистость	Связка	Концентрация алмазов, %
Вышлифовывание стружечных канавок	А2П	АСВ	80/63	МС6	100, 150
Шлифование спинки сверл	АПП	АСРМ, АСВ	160/125—100/80 200/160—125/100	Б1, Б8, МО13, МО4	100, 150
Заточка по задним поверхностям	АЧК	АСМ	63/50	ТО2, Б1	100
Заточка поперечной кромки	АЧК	АСМ	28/20—14/10	БР	100

Твердосплавные метчики

Шлифование наружной поверхности, заборного и предохранительного конусов	АПП	АСВ, АСР	160/125—100/80	МО4, МВ1, МО13	100, 150
Шлифование резьбы: предварительное окончательное	А2П	АСВ, АСР, АСРМ	125/100—80/63 80/63—63/50	МС6, ТО2, Б8	150
Затылование наружного диаметра резьбы	АЧК	АСРМ	80/63—63/50	ГО2, Б8	100
Затылование заборного конуса	АЧК	АСРМ АСВ	80/63—63/50 100/80—80/63	ТО2, Б8 МО13	100
Заточка передней поверхности	АТ, А1Т	АСР	80/63—63/50	ТО2, Б8	100

* Подробные данные о параметрах характеристики см. гл. 1 табл. 6, 7 (зернистость), табл. 7 (марки алмазов), табл. 10 (типы), табл. 25 (связки) и с. 31,61 (о концентрации кругов).

Зернистость алмазных кругов выбирают в зависимости от требуемой шероховатости затачиваемой поверхности, необходимой производительности и допустимого расхода алмазов.

Связки алмазных кругов выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала и вида операции. Алмазные круги на металлической связке МО13 применяют для заточки с охлаждением совместно твердого сплава и стальной державки, заточки твердого сплава с охлаждением и без него и глубинной заточки с охлаждением. Круги на металлической связке МВ1 — для заточки с охлаждением по пластинке твердого сплава с касанием по стальной державке; круги на металлической связке МС6, обладающие высокой кромокстойкостью, — для шлифования стружечных канавок мелкоразмерного, монолитного и напайного твердосплавного инструмента и при ручной заточке твердосплавных резцов. На этой связке применяют круги формы А5П, предназначенные для нанесения стружколомающих элементов у твердосплавных резцов. Круги на металлической связке МО4 применяют при глубинной заточке с охлаждением напайного и монолитного твердосплавного инструмента, заточке твердосплавной режущей части или твердого сплава вместе со стальной державкой, а также для нанесения стружколомающих элементов твердосплавных резцов. Круги на этой связке применяют также для плоского шлифования твердого сплава, твердого сплава вместе со сталью и для наружного круглого шлифования многолезвийного инструмента.

Круги на керамической связке К1 применяют для заточки с охлаждением твердосплавных пластин совместно со стальной державкой при жестком креплении инструмента.

Круги на органической связке Б1 с металлизированными алмазами обладают в 2 раза более высокой работоспособностью, чем круги с неметаллизированными алмазами, и могут эффективно применяться при заточке без охлаждения твердосплавной режущей части инструмента.

Рекомендации по выбору зернистости и связок алмазных кругов в зависимости от требуемой шероховатости при различных видах обработки твердосплавного инструмента приведены в табл. 6.

Концентрация алмазов в круге определяет его режущие свойства, срок службы, производительность и стоимость операции заточки. В зависимости от вида связки для заточки режущего инструмента применяют круги 50, 100 и 150 %-ной концентрации (см. табл. 5). При ручной заточке инструмента выгоднее применять круги 150 %-ной концентрации, что снижает расход кругов и существенно увеличивает его режущую способность и стойкость.

Выбор режимов заточки и доводки. Режимы резания при заточке твердосплавного инструмента выбирают в зависимости от выполняемой операции и способа заточки, характеристики алмазного круга, обрабатываемого материала и требований, предъявляемых к качеству затачиваемого инструмента.

В табл. 7 приведены оптимальные характеристики кругов из синтетических алмазов и режимы заточки твердосплавного инструмента. Приведенные режимы резания являются экономичными, они обеспечивают наименьшую стоимость при высоком качестве заточки.

Выбор смазочно-охлаждающей жидкости. СОЖ при выполнении операций шлифования и заточки режущего инструмента применяют для удаления шлама, уменьшения шероховатости, увеличения произ-

6. Выбор зернистости: создание алмазных кругов в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и вида операции

	Шлифование		Заточка			Доводка
	Металлическая и керамическая связка	Органическая связка	Металлическая связка	Керамическая связка	Органическая связка	
0,53—0,32	АСР 125/100—80/63	АСО 160/125—100/80	АСР 125/100—80/63 АСВ 125/100—80/63	АСР 250/200—200/160	АСР 160/125—100/80 АСОМ 160/125—100/80 АСРМ 160/125—100/80	—
0,32—0,16	АСР 80/63—50/40	АСО 100/80—50/40	АСР 80/63—50/40 АСВ 80/63—50/40	АСР 200/160—100/80	АСО 100/80—63/50 АСРМ 100/80—63/50 АСОМ 100/80—63/50	—
0,16—0,08	—	АСО 50/40—АСМ 40/28	—	АСР 63/50—АСМ 40/28	—	АСО 50/40—АСМ 40/28
0,08—0,04	—	АСМ 40/28 14/10	—	—	—	АСМ 40/28—14/10
0,04—0,02	—	АСМ 14/10—7/5	—	—	—	АСМ 14/10—7/5

7 Режимы резания при алмазной заточке твердосплавного инструмента

Операция	Характеристика круга				Режимы заточки		
	Марка алмаза	Зернистость	Связка	Концентрация, %	Скорость резания, м/с	Поперечная подача, м/дв. ход	Продольная подача, м/мин
Заточка твердосплавной части при жестком креплении инструмента	АСОМ, АСРМ	80/63—125/100	Б1	100	20—25	0,03—0,05	2—3
Заточка твердосплавной части с касанием по стальной державке: при жестком креплении инструмента	АСР	100/80—125/100	МВ1, МО13	100	15—20	0,05—0,08	2—3
при ручной заточке		80/63—125/100		100—150	20—25	Ручная *	Ручная *
Заточка твердосплавной части вместе со стальной державкой при жестком креплении инструмента	АСР	125/100—250/200	К1	100	25—30	0,03—0,05	1,5—2,0
Шлифование стружколомающих канавок при жестком креплении инструмента: глубинное	АСР, АСВ	100/80—125/100	МО4, МС6	100, 150, 150	15—20	$f=0,5 \pm 1$ мм	0,2—0,05
Глубинная заточка твердосплавной части с касанием по стальной державке при жестком креплении инструмента	АСВ, АСР	100/80—125/100	МО13, МО4	100, 150	15—20	$f=0,5 \div 1$ мм	0,15—0,25
Вышлифовывание стружечных канавок монолитного мелкозернистого инструмента с вертикальным вращением круга	АСВ	80/63—63/50	МС6	150	15—20	Вертикальная подача	—

* Заточка многолезвийного инструмента по передней и задней поверхностям; заточка резцов, сверл без крепления.

8. СОЖ для алмазной заточки твердосплавного режущего инструмента

Операция	Связка круга	Состав СОЖ	Содержание, % по массе
Шлифование и заточка твердосплавной части	Металлическая	1. Триэтаноламин	0,70
		Тринатрийфосфат	0,30
		Сода кальцинированная	0,25
		Бура	0,20
		Натрий азотнокислый	0,10
		Вещество вспомогательное ОП-7 (или ОП-10)	0,10
		Вода	Остальное
Шлифование и заточка твердосплавной части вместе со стальной державкой	Керамическая, органическая	2. Эмульсия из эмульсола НГЛ-205	1,5—3,0
		3. Сода кальцинированная	0,5—1,0
		Вода	Остальное
		4. Сода кальцинированная	1,00
		Триэтаноламин	1,00
		Бура	0,30
		Натрий азотнокислый	0,10
		Масло вазелиновое	0,05
		Вода	Остальное
Чистовое шлифование, заточка и доводка твердосплавной части	Органическая	5. Тринатрийфосфат	0,60
		Масло ализариновое	0,50
		Бура	0,25
		Натрий азотнокислый	0,25
		Вода	Остальное

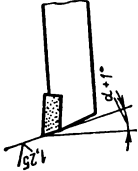
водительности на 40—50 % и стойкости алмазных кругов на органических связках на 30—35 %, а также для обеспечения смачивания и охлаждения зоны резания с целью предотвращения образования микротрещин и сколов на затачиваемой режущей части инструмента.

Составы СОЖ для заточки алмазными кругами на органической, металлической и керамической связках твердосплавного режущего инструмента как по твердосплавной части, так и при одновременной обработке твердосплавной и стальной частей инструмента, приведены в табл. 8.

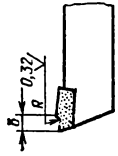
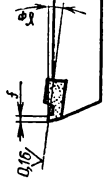
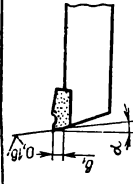
Применение алмазных кругов на металлических связках без охлаждения не допускается из-за интенсивного засаливания их рабочей поверхности.

Способы подачи СОЖ. Охлаждающую жидкость при шлифовании, заточке и доводке подают в место контакта круга с затачиваемой поверхностью инструмента следующими способами: поливом в зону резания или через внутреннюю коническую часть чашечного круга; с помощью тампона, непрерывно смачиваемого СОЖ, контактирующего с рабочей поверхностью круга. При способе поливом СОЖ подают

9 Типовой технологический процесс заточки токарных резцов, оснащенных твердым сплавом

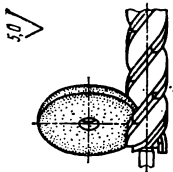
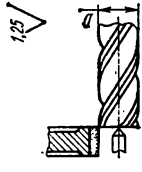
Операция	Эскиз	Станок	Припособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режимы обработки		
						v_k' м/с	$s_{др}'$ м/мин	$s_{под}'$ мм/дв. ход
Заточить переднюю поверхность под углом $\gamma+2^\circ$		ЗБ632В ЗБ625	—	Настольный угломер, образцы шероховатости сравнения	АЧК, АСР 160/125—125/100 МО13, МВ1, М1, 100 %	18—20	1—1,5	0,03 (ручная)
		ЗА64М ЗА64Д	Трехпоровотные тиски					
Заточить главную и вспомогательную заднюю поверхности под углами $\alpha+4^\circ$ и α_1+4° по державке		ЗБ632В ЗБ625	—	Настольный угломер	ЧК, 24А 40, СМ1, К	25	1—2	0,03—0,05 (ручная)
		ЗА64М ЗА64Д	Трехпоровотные тиски					
Заточить главную и вспомогательную переднюю поверхности твердосплавной пластины под углами $\alpha+1^\circ$ и α_1+1°		ЗБ632В ЗБ625	—	Настольный угломер, образцы шероховатости сравнения	АЧК, АСР 160/125—125/100 МО13, МВ1, М1, 100 %	18—20	1,0—1,5	0,03—0,05 (ручная)
		ЗА64М ЗА64Д	Трехпоровотные тиски					

Продолжение табл. 9

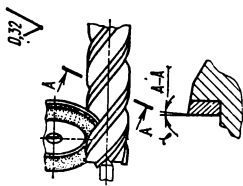
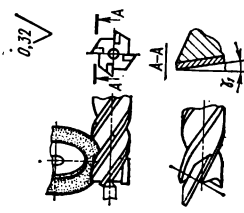
Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режимы обработки		
						v_k , м/с	$s_{пр'}$, м/мин	$s_{пог'}$, мм/дв. ход
Шлифовать стружколо-мающую канавку радиусом R в ширину b		ЗА64Д ЗВ642 ЗА64М	Трехпоровотные тиски	Шаблон, образцы шероховатости сравнения	А5П, АСР 125/100—МО13, ВБ1, М1, 100 %	18—20	0,3—0,5	0,02—0,03
Довести фаску на передней поверхности под углом φ шириной f		ЗА64Д ЗВ642 ЗА64М	Трехпоровотные тиски	Настольный угломер, образцы шероховатости сравнения	АЧК, АСО 63/50—50/40, Б1, 100 %	25—30	0,5—1,0	0,005—0,01
Довести фаску на главной задней поверхности шириной b_1 под углом α		ЗВ632В ЗА64Д ЗВ642 ЗА64М	— Трехпоровотные тиски	Настольный угломер, образцы шероховатости сравнения	АЧК, АСО 63/50—50/40, Б1, 100 %	25—30	0,5—0,7	0,005—0,01
Довести вершину резца по радиусу R		ЗА64Д, ЗВ642, ЗА64М, ЗВ632В	Приспособление для доводки резцов по радиусу	Шаблон, радиусмер, образцы шероховатости сравнения	АЧК, АПВ АСО 63/50—50/40, Б1, 100 %	25—30	0,3—0,5	0,005—0,01

Примечание. Состав СОЖ: триэтанолламин $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$ — 0,30 %, тринатрийфосфат Na_3PO_4 — 30 %, кальций-ниранный сода Na_2CO_3 — 0,25 %, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — 0,20 %, азотнокислый натрий NaNO_3 — 10 %, вспомогательное вещество ОП-7 — 0,10 %, вода — остальное.

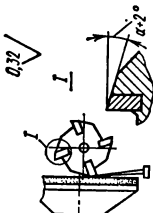
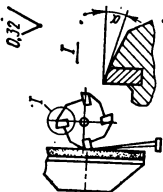
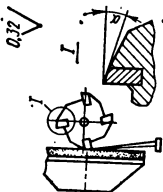
10. Типовой технологический процесс заточки и доводки фрез, оснащенных твердым сплавом

Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режим обработки			
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{под}$, мм/дв. ход	v_d , м/мин
Зачистить канавку после пайки		Универсально-заточной мод. ЗМ642, ЗВ642, ЗА64Д	Бабки центровые	—	ПП, Т, 24 А, 40, СМ1 — СМ2, К	25	2—3 (ручная)	1	1
Шлифовать режущую часть по цилиндру в размер		Кругло-шлифовальный мод. ЗУ131, ЗК12	Центры, поводок	Микрометр, образцы шероховатости	ПП 300Х × 15 × 75, АСВ, 160/125—125/100, МО13, МВ1, М1, 100 %	18—20	1—2	0,03—0,05	10—15

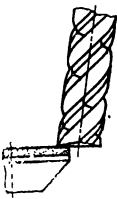
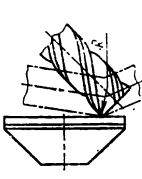
Продолжение табл. 10

Операция	Эскиз	Станок	Припосо- бление	Измери- тельный инстру- мент	Характери- стика шлифо- вального круга	Режим обработки			
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{поп}$, мм/дв. ход	v_d , мин/м
Заточить переднюю поверхность зуба на цилиндрической части под углом γ		Универ- сальный заточный ЗМ642, ЗВ642, ЗА64Д	Бабки центро- вые	Угломер 2УР1, образцы шерохо- ватости поверх- ности сравне- ния	ЗТ, Т, 1Т, АСР, АСВ, 125/100— 100/80, МИ, МО13, МВ1, М1, 100 %	18—20	1—2 (руч- ная)	Руч- ная	1
Заточить переднюю поверхность торцового зуба под углом γ_1									

Продолжение табл. 10

Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режим обработки			
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{поп}$, мм/дв. ход	$v_{ш}$, м/мин
Заточить заднюю поверхность зуба на цилиндрической части под углом $\alpha \pm 2^\circ$		Универсально-заточный мод. 3М642, 3В642, 3А64Д	Бабки центровые упорка	Угломер 2УР1, образцы шероховатости поверхности сравнения	ЧК, 63С, 40, СМ1—СМ2, К	25	1—2	0,02	1
									
Заточить заднюю поверхность зуба на цилиндрической части под углом α									

Продолжение табл. 10

Операция	Эскиз	Станок	Приспо- собоение	Измери- тельный инстру- мент	Характери- стика шлифоваль- ного круга	Режим обработки			
						v_k , м/с	$S_{пр}$, мм/мин	$S_{шп}$, мм/дв. ход	Π , мм/мин
Заточить заднюю поверхность зуба на торце		Универ- сально- заточной мод. ЗМ642, ЗВ642, ЗА64Д	Для за- точки зуба на торце, упорка	Угломер 2УР1, образцы шерохо- ватости поверх- ности сравнения	АЧК, АСВ, 125/100— 100/80, МО13, МВ1, МС6, М1, 100 %	18—20	0,5— 1,0	0,03— 0,05	—
Заточить торцовую часть зуба по радиусу R			Для за- точки радиуса	Радиусо- мер, об- разцы шерохо- ватости поверх- ности сравне- ния	АЧК, АСО, 125/100, Б1, 100 %	25—30	0,2— 0,3 (руч- ная)	0,02— 0,03	—

Примечания. 1. Состав СОЖ: триэтилоламин $(\text{НОСН}_2\text{СН}_2)_3\text{N}$ — 0,30 %, тринарийфосфат Na_3PO_4 — 0,30 %, кальцинированная сода Na_2CO_3 — 0,25 %, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — 0,20 %, азотнокислый натрий NaNO_3 — 0,10 %, вспомогательное вещество ОП-7 — 0,10 %, вода — остальное.

2. Правку абразивного круга при зачистке фрез после пайки производить в соответствии с профилем ее канавки.

в место контакта круга и затачиваемого инструмента непрерывной струей с расходом от 3 до 5 л/мин.

При подаче во внутреннюю коническую часть круга СОЖ подают ниже зоны контакта круга и затачиваемого инструмента. При отсутствии системы подачи и сбора СОЖ, а также в случае невозможности охлаждения поливом, применяют охлаждение кругов при помощи тампона из фетра или войлока средней плотности. Тампон смачивают СОЖ из капельницы, закрепленной на кронштейне шпиндельной головки станка. Устройства и системы подачи СОЖ на универсально-заточных станках приведены в гл. 3.

Заточку и доводку концевго инструмента с применением СОЖ лучше производить на модернизированных для этой цели универсально-заточных станках. При этом обеспечивается надежная защита заточника от воздействия СОЖ (подробно о модернизации см. гл. 6).

Типовые технологические процессы заточки и доводки основных видов твердосплавных инструментов приведены в табл. 9, 10.

ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Для заточки инструмента из быстрорежущих сталей применяют круги из электрокорунда, монокорунда, карбида кремния, алмазов и кубического нитрида бора (КНБ) — эльбора, кубонита и гексанита. Круги из КНБ являются самыми эффективными для обработки инструмента из быстрорежущих сталей, в том числе сталей, характеризующихся трудной обрабатываемостью шлифованием.

Выбор варианта технологического процесса заточки и доводки инструмента из быстрорежущих сталей. При заточке инструментов из быстрорежущей стали находят применение несколько вариантов технологического процесса.

Вариант I. Заточка в одну операцию: а) кругами из электрокорунда или монокорунда на керамической связке; б) кругами из мелкозернистого монокорунда на бакелитовой связке; в) кругами из эльбора.

Вариант II. Заточка в две операции: а) кругами из электрокорунда или монокорунда предварительно или мелкозернистого карбида кремния окончательно; б) кругами из электрокорунда предварительно, кругами из алмазов окончательно; в) кругами из электрокорунда предварительно, кругами из эльбора окончательно.

От правильного выбора одного из этих вариантов зависит не только качество заточки, но и себестоимость операции.

Заточку по варианту *Ia* применяют для получения заточенной поверхности с $Ra \geq 0,63$ мкм, а по остальным вариантам — $Ra < 0,32$ мкм; при этом варианты *Ia*, *Ib*, *IIa*, *IIb* и *IIв* применяют, когда припуск на заточку превышает 0,2—0,3 мм, при этом используют круги из эльбора на связках Б1 или КБ. Для заточки инструментов по варианту *Iв* применяют эльборовые круги при сьеме припуска до 0,2 мм на связках Б1 или КБ, а при сьеме припуска 0,3—0,5 мм и более — на высокоэффективных связках БИ1 и С10.

Варианты заточки в две операции (предварительно и окончательно) обеспечивают получение инструмента примерно одинакового качества, однако по производительности, а следовательно, и по экономическим показателям, варианты *IIa* и *IIб* значительно уступают варианту *IIв*.

Доводка алмазными кругами (11б) и абразивными мелкозернистыми кругами из карбида кремния (11а) неэффективна из-за малой стойкости кругов, большого расхода алмазов и необходимости частой правки.

Круги из эльбора не засаливаются и почти не изменяют свои режущие свойства в процессе шлифования и заточки быстрорежущих сталей и работают в режиме самозатачивания до полного износа.

Шлифование и заточка кругами из электрокорунда и монокорунда. Круги из электрокорунда и монокорунда для круглого, плоского, и внутреннего шлифования инструмента из быстрорежущих сталей выбирают следующей характеристики: зернистость 16, 25 и 32; связка боросодержащая К516 или керамическая К; твердость от М2 до СМ1; структура 7—8.

Круги из монокорунда по сравнению с кругами из электрокорунда обладают повышенной режущей способностью и износостойкостью, обеспечивают уменьшение шероховатости обработанной поверхности, снижение дефектов в поверхностных слоях.

Круги из монокорунда зернистостью 16, 25 и 32 применяют для черного и чистового торцового, круглого и плоского шлифования инструмента из быстрорежущих сталей для получения $Ra = 1,25 \div 0,63$ мкм; для заточки этих же инструментов для получения Ra до 0,63 мкм при ширине обрабатываемой поверхности выше 2,5 мм; для профильного шлифования инструмента из этих сталей при припуске на обработку свыше 0,3 мм.

Круги из монокорунда зернистостью 8, 10 на бакелитовой связке Б применяют при необходимости получения шероховатости обработанной поверхности $Ra = 0,32$ мкм; при обработке узких поверхностей шириной не более 2—2,5 мм.

Рекомендуемые режимы обработки инструмента кругами из монокорунда и электрокорунда на операциях круглого и плоского шлифования, а также заточки инструмента из быстрорежущих сталей приведены в табл. 11.

11. Режимы шлифования и заточка инструмента кругами из монокорунда и электрокорунда (с охлаждением)

Шлифование	Скорость		Продольная подача, м/мин	Глубина шлифования, мм/дв. ход	Поперечная подача, мм/ход
	круга, м/с	изделия, м/мин			
Круглое	25—30	15—20	2,0—3,0	0,05—0,08	—
Плоское	25—30	—	5,0—8,0	0,05—0,08	0,1—0,3 В *
Заточка	20—25	—	2,0—3,0	0,15 — для обдирки 0,03 — 0,05 — для зачистки	

* В — высота круга.

Шлифование, заточка и доводка кругами из эльбора. Круги из эльбора имеют следующие преимущества при заточке режущего ин-

12. Характеристики кругов * из эльбора для обработки инструментов из быстрорежущих сталей

Операция	Обозначение	Связка	Зернистость	Твердость
Круглое наружное и плоское шлифование периферией круга	ЛПП	К	Л5—Л16; Л10—Л16; Л4—Л8; ЛМ14—ЛМ40 (для доводки)	СМ2—С2
Торцовое шлифование, обработка режущего инструмента	ЛПВ, ЛПВД	О	Л8—Л12; Л5—Л6 (для доводки) Л10—Л16; Л4—Л8; ЛМ14—ЛМ40 (для доводки)	—
Заточка однолезвийного инструмента	ЛЧК	О	Л8—Л12	—
Заточка многолезвийного инструмента (разверток зенкоров, фрез, метчиков и др.)	ЛТ, Л1Т, Л3Т, Л1Т, Л2ЧК, Л4Т Л5Т	О О К О О	Л5—Л8 Л6—Л12 Л8—Л12 Л5—Л8	С1 — — —
Профильное шлифование	Л2П	К О	Л5—Л16 Л5—Л12	СМ2—С2 —
Шлифование резьбы метчиков	Л2П	К О	ЛМ20—Л6 ЛМ20—Л5	СТ3—Т2 —
Шлифование внутренних резьб	Л2П	К О	ЛМ20—Л5 ЛМ20—Л5	СТ3—Т2 —
Шлифование эвольвентного профиля круглых протяжек	Л2П	К	Л8—Л12	СМ2—С2

Продолжение табл. 12

Операция	Обозначение	Связка	Зернистость	Твердость
Электрохимическое шлифование:				
круглое наружное и плоское периферией	ЛПП	М	Л10—Л20	—
круга, плоское торцом круга	ЛЧК	М	Л10—Л20	

* Подробные данные о характеристике кругов см. в гл. 1 табл. 1 (абразивный материал), табл. 3 (параметры зерен), табл. 9 и 10 (марки и зернистость), табл. 9 (типы и размеры), табл. 20 (марки связок), табл. 21 (твердость).

Примечания: 1. Концентрация рекомендуемых кругов 100 %.

2. При работе на проход кругами формы ЛЧК увеличение ширины рабочего слоя круга с 5 до 10 мм снижает расход эльбора в среднем в 1,2 раза. Однако ширина рабочего слоя влияет на качество обрабатываемой поверхности (чем шире рабочий слой, тем больше вероятность получения прижогов). Кроме того, ширина рабочего слоя влияет на геометрические параметры обрабатываемой поверхности и приводит к завалам. Оптимальную ширину рабочего слоя принимают 5—3 мм.

3. Для заточки передних поверхностей многолезвийного инструмента диаметром более 16—20 мм применяют круги формы Л1Т, минимальная ширина b рабочей поверхности которых равна 2 мм независимо от диаметра (по мере износа ширина эльборосодержащего кольца увеличивается, например, до 4 мм для круга диаметром 125 мм). Для заточки передних поверхностей многолезвийного инструмента меньшего диаметра следует применять специальные узкокрючковые круги типа Л1Т. С целью предохранения эльборосодержащего кольца от поломок в процессе заточки на круге предусматривают технологическую стенку, которую по мере износа круга периодически занижают путем правки с помощью крупнозернистого бруска из электрокорунда.

4. Для заточки передних поверхностей многолезвийного инструмента с винтовыми канавками применяют круги типа Л3Т, Л1Т и Л5Т.

струмента по сравнению с заточкой с абразивными кругами: независимо от марки быстрорежущей стали режущие свойства кругов из эльбора в процессе шлифования почти не меняются; при заточке кругами из эльбора в поверхностном слое металлорежущих инструментов не происходит структурных изменений (количество остаточного аустенита не более 10—13 %); высокие режущие свойства эльбора позволяют применять для съема относительно больших припусков круги сравнительно мелкой зернистости (8—12), что обеспечивает шероховатость поверхности $Ra = 0,63 \div 0,32$ мкм; высокая износостойкость кругов из эльбора повышает стабильность геометрических параметров режущего инструмента и уменьшает радиус округления его режущих кромок.

Малая шероховатость поверхности и радиус округления режущих кромок, отсутствие прижогов, точность геометрических параметров обеспечивают повышение стойкости инструмента из быстрорежущих сталей после заточки их кругами из эльбора в 1,5—2 раза по сравнению с заточкой кругами из электрокорунда.

Выбор характеристики эльборовых кругов. Эффективность заточки режущего инструмента кругами из эльбора зависит от правильного выбора их формы, размера и характеристики, режимов обработки,

метода правки * и состава СОЖ. Рекомендации по выбору типа и характеристики эльборовых кругов в зависимости от вида обработки приведены в табл. 12.

Выбор зернистости эльборовых кругов (см. табл. 12). Для заточки инструментов из быстрорежущих сталей применяют круги из эльбора зернистостью Л110—Л12 100 %-ной концентрации на органических КБ, Б1, Б156 и керамических связках К, БИ1 и С10, которые обеспечивают

13. Режимы шлифования и заточки инструмента кругами из эльбора

Операция	Скорость		Подача		Глубина шлифования, мм/дв. ход
	круга, м/с	изделия, м/мин	продольная, м/мин	поперечная, мм/ход	

Для кругов на органической связке

Круглое наружное шлифование:					
черновое	30—35	10—20	0,5—1,0	—	0,02—0,03
чистовое	30—35	8—10	0,5—1,0	—	0,005—0,010
Плоское шлифование (периферий круга)	30—40	—	3,0—5,0	0,3—0,6	0,010—0,030
Заточка режущего инструмента:					
без СОЖ	20—30	—	0,5—1,0	—	0,010—0,020
с СОЖ	30—35	—	0,8—1,5	—	0,030—0,050

Для кругов на керамической связке

Круглое наружное шлифование	30—35	10—25	0,5—1,0	—	0,010—0,050
Внутреннее шлифование	30—35	—	0,3—1,0	—	0,005—0,015
Плоское шлифование (периферий круга)	30—35	—	8—10	0,3—0,6	0,040—0,100
Шлифование резьбы	30—45	0,5—0,8	—	—	До 0,40
Шлифование эвольвентного профиля круглых протяжек	28—35	—	1,5—2,0	—	0,010—0,030
Шлифование профиля зубьев червячно-модульных фрез	25—35	0,2—0,4	—	0,03—0,05	—

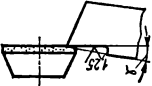
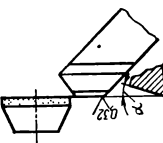
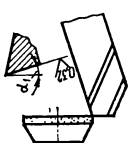
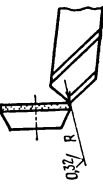
П р и м е ч а н и я. 1. Из режимов заточки наибольшее значение имеет выбор скорости круга, продольной подачи и числа двойных ходов, так как только эти параметры при заточке на универсально-заточном станке могут быть регламентированы. Увеличение скорости круга повышает производительность заточки и уменьшает шероховатость обработанной поверхности, но при этом, одновременно возникает опасность образования прижогов. Выбор скорости круга зависит от площади контакта рабочей поверхности круга и затачиваемой поверхности инструмента, а также наличия охлаждения. С увеличением площади контакта скорость круга снижают, так как возрастает опасность появления прижогов.

2. Оптимальное значение продольной подачи при снятии припуска 2—3 м/мин, а при выхаживании 1,0—1,5 м/мин.

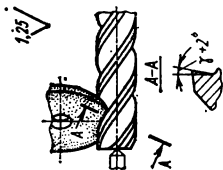
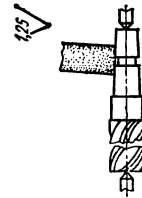
* Методы правки эльборовых кругов приведены в гл. 8.

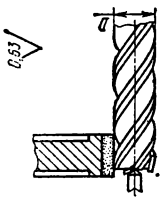
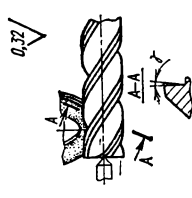
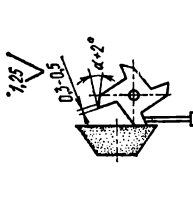
14. Типовой технологический процесс заточки и доводки проходных резцов из быстрорежущих сталей

Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режим обработки		
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{доп}$, мм/дв. ход
Заточить переднюю поверхность под углом $\gamma+1^\circ$		ЗБ632В	—	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК или ЦЧ 24А25 СМ1 К (5—6)	25	1—2	0,03—0,05 (ручная)
		ЗА64Д ЗА64М ЗБ642	Трехпоровые тиски					
Заточить главную заднюю поверхность под углом $\alpha+2^\circ$		ЗБ632В	—	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК и ЦЧ, 24А25 СМ1 К (5—6)	25	1—2	0,03—0,05 (ручная)
		ЗА64Д ЗА64М ЗБ642	Трехпоровые тиски					
Заточить вспомогательную заднюю поверхность под углом $\alpha+2^\circ$		ЗБ632В	—	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК или ЦЧ, 24А25 СМ1 К (5—6)	25	1—2	0,03—0,05 (ручная)
		ЗА64Д ЗБ642	Трехпоровые тиски					

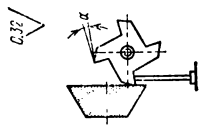
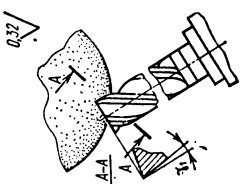
Довести переднюю поверхность под углом γ		ЗБ632В ЗА64М ЗВ642 ЗА64Д	—	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК, ЛО 63/50—40/28 Б1, 100 %	25—30	0,5—1,0	0,005—0,01 (ручная)
Довести главную заднюю поверхность под углом α		ЗВ642 ЗА64Д ЗА64М ЗБ632В	Трехпоровые тиски	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК, ЛО 63/50—40/28 Б1, 100 %	25—30	0,5—1,0	0,005—0,01 (ручная)
Довести вспомогательную поверхность под углом α_1		ЗВ642 ЗА64Д ЗА64М ЗБ632В	Трехпоровые тиски	Настольный угломер, эталоны шероховатости	ЧК, ЛО 63/50—40/28 Б1, 100 %	25—30	0,5—1,0	0,005—0,01 (ручная)
Довести вершину по радиусу R под углом α		ЗВ642 ЗА64Д ЗА64М ЗБ632В	Приспособление для заточки радиуса	Радиусный шаблон	ЧК, ЛО 63/50—40/28 Б1, 100 %	25—30	0,3—0,5 (ручная)	0,005—0,01

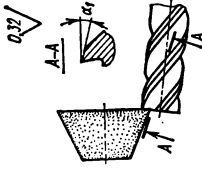
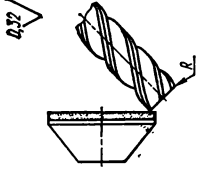
15. Типовой технологический процесс заточки и доводки концевых фрез из быстрорежущих сталей

Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режимы обработки			
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{поп}$, мм/дв.ход	Π_2 мм/мин
Заточить переднюю поверхность под углом $\gamma+2^\circ$ с одновременной шлифовкой стружечной канавки		Универсально-заточной (3А64Д, 3В642, 3М642)	Бабки центровые	Эталонная фреза, образцы шероховатости поверхности сравнения	ПП, 24А, 34А, 45А, 25, СМ1 — М3, К	25	1,5 — 2,0	0,02 — 0,05 (ручная)	—
Шлифовать державку по конусу Морзе		Кругло-шлифовальный (3У131, 3К12)	Центры	Образцы шероховатости поверхности сравнения	ПП 300Х Х40 Х127, 24А, 34А, 45А, 25—40, СМ1 — СМ2, К	25—30	2—3	0,03 — 0,05	10—15

Шлифовать цилиндрическую поверхность в размер D		Круглошлифальный (ЗУ131, ЗК12)	Центры, поводок	Микрометр, образцы шероховатости поверхности сравнения	ЛПП 300 × 16 × 76 × 5 125/100—100/80, С10, С1—СМ2, 100 %	25—30	1,0	0.03—0.05	10—15
Довести переднюю поверхность зуба под углом γ		Универсальный (ЗАБ4Д, ЗВБ42, ЗМБ42)	Бабки центровые	Образцы шероховатости поверхности сравнения, угольник ЗУРП	ЛТ, Л1Т, ЛЗТ, 80/63—63/40 Б1, 100 %	25		0.5—0.005—0.01	I
Заточить заднюю поверхность зуба под углом $\alpha \pm 2^\circ$, оставшая ленточку 0,3—0,5 мм			Центры, упорка		ЧК, 24А, 34А, 45А, 25—40, СМ1—М3, К			0.5—1,0	I

Продолжение табл. 15

Операция	Эскиз	Станок	Приспособление	Измерительный инструмент	Характеристика шлифовального круга	Режимы обработки			
						v_k , м/с	$s_{пр}$, мм/мин	$s_{пол}$, мм/дв. ход	$v_{ш}$, м/мин
Довести заднюю поверхность зуба под углом α		Универсально-заточной (ЗА64Д, ЗВ642, ЗМ642)	Центры, упорка	Образцы шероховатости поверхности сравнения, угомер 2УРИ	ЧК, зльбор, кубонит, гексанит 80/63—63/50, Б1, 100 %	30—35	0,5—1,0	0,005—0,01	I
			Для заточки передней поверхности зуба на торце						
Заточить переднюю поверхность зуба на торце под углом γ_1					Т, 24А, 45А, 25, СМ1—СМ2, К	25—30	0,5—1,0	0,03—0,05, (ручная)	I

Заточить заднюю поверхность зуба на торце под углом α_1		Универсально-заточный (ЗА64Д, ЗВ642, ЗМ642)	Для за- точки ра- диуса концевой фрезы	Раднусмер. образцы ше- роховатости поверхности сравнения	чК, 24А, 34А, 45А, 26, СМ1— СМ2, К	25—30	0,5— 1,0	0,01— 0,05	1
Заточить торцовую часть зуба по радиусу R			Для за- точки ра- диуса концевой фрезы	Раднусмер. образцы ше- роховатости поверхности сравнения	чК, ЛО, 8—10 БИ—1, С10, МЗ—СМ1, 100 %	25—30	0,3— 0,5	0,01— 0,03	1

шероховатость обработанной поверхности $Ra = 0,63 \div 0,32$ мкм. Уменьшение зернистости кругов резко снижает производительность заточки при незначительном снижении шероховатости обработанной поверхности. Лишь при работе узкокрючочными кругами Л1Т, когда площадь контакта круга с изделием относительно мала, возможно уменьшение зернистости кругов до Л6—Л8. При увеличении зернистости кругов до Л25 производительность увеличивается незначительно, а шероховатость поверхности ухудшается.

Для операций круглого и плоского шлифования, заточки режущего инструмента из быстрорежущих сталей, отличающихся плохой шлифуемостью, применяют круги из эльбора ЛП зернистостью ЛП12—ЛП25 на керамической связке К твердостью от СМ1 до С1, 6—8-й структуры 100 %-ной концентрации.

Круги из эльбора ЛО на органических связках типа Б156, КБ, Б1 зернистостью ЛО10—ЛО25 100 %-ной концентрации применяют на операциях чистового шлифования и заточки, а зернистостью ЛО8—ЛМ40 — для доводки режущего инструмента.

Шлифование и заточку с достижением шероховатости поверхности $Ra = 0,32 \div 0,160$ мкм при сьеме припуска до 0,3 мм следует производить кругами из эльбора зернистостью Л5—Л12 при 100 %-ной концентрации.

Выбор связки круга зависит от вида затачиваемого режущего инструмента (см. табл. 12). Для заточки передних поверхностей инструмента с прямыми стружечными канавками (метчиков, разверток) применяют круги на связках Б1 и Б156. Для инструмента с винтовыми канавками (концевых фрез) применяют круги только на связках КБ; круги на связке Б156 труднее поддаются приработке и правке, поэтому их применение при заточке инструмента с винтовыми канавками, когда надо придать кругу необходимый профиль, малоэффективно.

Выбор твердости кругов из эльбора производят в зависимости от вида технологической операции по табл. 13.

Рекомендуемые режимы шлифования и заточки инструмента кругами из эльбора на органической и керамической связках приведены в табл. 13.

Выбор смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Шлифование, заточку и доводку инструмента из быстрорежущих сталей кругами из эльбора производят с применением СОЖ. Возможна работа кругами без применения охлаждения.

Составы СОЖ для чистовой заточки и доводки инструмента из быстрорежущей стали кругами из эльбора с керамической и органической связками приведены ниже.

	Содержание, % по массе
1. Триэтаноламин	0,60
Масло ализаринное . . .	0,50
Натрий азотистокислый .	0,25
Бура	0,26
Вода	Остальное
2. Тринатрийфосфат . . .	0,60
Бура	0,25
Натрий азотистокислый .	0,25
Масло ализаринное . . .	0,50
Вода	Остальное
3. Натрий азотистокислый	0,3—0,5
Вода	Остальное

Способы подачи СОЖ при шлифовании и заточке быстрорежущих инструментов применяют такие же, как и при алмазной обработке твердосплавного инструмента.

Заточка кругами из кубонита и гексанита. Выбор марок кубонита и гексанита для заточки инструментов из быстрорежущих сталей производят по данным на с. 15, 16, а при выборе зернистости и связи кругов, режимов обработки и составов СОЖ используют рекомендации, приведенные в табл. 16, 49 (гл. 1), 13 и на с. 184 (гл. 5) по эльборовой обработке.

Типовые технологические процессы заточки и доводки основных видов режущего инструмента из быстрорежущей стали приведены в табл. 14, 15.

ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ИНСТРУМЕНТА ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ (СТМ)

Выбор варианта технологического процесса заточки и доводки инструмента из АСПК. Для повышения производительности и качества заточки и доводки как вновь изготавливаемых резцов из АСПК *, так и при их восстановлении большое значение имеет правильный выбор варианта технологического процесса заточки и доводки.

При изготовлении резцов из синтетических поликристаллических алмазов могут быть рекомендованы следующие варианты технологических процессов заточки (З) и доводки (Д):

Вариант I. З — алмазными кругами на металлической связке с жестким прижимом инструмента (упругая заточка) и с принудительной непрерывной правкой круга; Д — доводка алмазными кругами на органической связке с жестким прижимом инструмента (жесткая доводка).

Вариант II. З — электроалмазным способом кругами на металлической связке с упругим прижимом инструмента (упругая заточка) и обратной полярностью тока; Д — алмазными кругами на органической связке с жестким прижимом инструмента (жесткая доводка).

Вариант III. З — заточка кругами на органической связке с жестким прижимом инструмента (жесткая заточка) и периодической правкой круга; Д — доводка чугунным диском, шаржированным алмазным порошком, с упругим прижимом инструмента (упругая доводка).

При заточке и доводке вновь изготавливаемых резцов из АСПК выполняют следующие технологические операции: черновую заточку главной и вспомогательной задней поверхности; черновую заточку передней поверхности; чистовую заточку режущей кромки по главной и вспомогательной задней поверхностям; чистовую заточку режущей кромки по передней поверхности; доводку задних поверхностей; доводку передней поверхности резца.

При восстановлении резцов из АСПК применяют чистовую заточку задних поверхностей; чистовую заточку передней поверхности; доводку задних поверхностей; окончательную доводку передней поверхности резца.

Черновую заточку производят при обработке заготовок АСПК для формирования рабочих поверхностей у сборных резцов (с меха-

* Конструкции инструментов приведены на рис. 11 и 12 гл. 2.

ническим креплением), а также для получения базовых поверхностей на поликристалле перед его закреплением в вставку методами порошковой металлургии или индукционной пайки. В этом случае заточку производят совместно со стальным корпусом державки резца или вставки.

Площадь контакта шлифовального круга с обрабатываемой поверхностью режущего инструмента из АСПК в процессе заточки и, особенно, доводки мелкозернистым кругом в большей степени влияет на нагрев, образование трещин, точность геометрической формы, шероховатость обрабатываемой поверхности и расход алмазных кругов. Поэтому производят заточку и доводку с минимально возможной площадью контакта шлифовального круга и затачиваемого инструмента.

Для уменьшения площади контакта производят черновую и чистовую заточку по задним и передним поверхностям резца под углами больше на $2-3^\circ$, чем предусмотрено чертежом, с тем чтобы доводку производить только по узкой фаске с минимальной площадью контакта.

Шлифование или переточку резцов на АСПК начинают с передней поверхности. Затем обрабатывают задние поверхности и образуют радиусную режущую кромку. При последней операции — доводке передней поверхности, удаляют все сколы, выкрашивания и другие дефекты.

При шлифовании и доводке передней поверхности резцов направление вращения шлифовального круга или доводочного диска должно быть на режущую кромку, а направление подачи навстречу кромке (наибольшее отклонение 45°). Этим избегают сколов алмаза и появления выкрашиваний на режущей кромке. После окончательного шлифования и доводки шероховатость рабочих поверхностей алмаза $Ra = 0,16 \div 0,08$ мкм.

Для черновой заточки режущих элементов у сборных резцов из АСПК применяют заточку алмазным кругом на металлической связке с жестким прижимом и принудительной непрерывной правкой круга абразивными брусками. В случае черновой заточки резцов из АСПК совместно с металлической державкой применяют электроалмазную заточку алмазными кругами на металлической связке с жестким прижимом и обратной полярностью электрического тока.

Для чистовой заточки резцов из АСПК в основном применяют заточку алмазными кругами с жестким прижимом на органической связке с периодической правкой.

В некоторых случаях, а именно, для чистовой заточки рабочих поверхностей резцов, в которых поликристаллы АСПК закреплены в металлических державках, производят электроалмазную заточку кругами на металлической связке с упругим прижимом и обратной полярностью электрического тока.

Последней операцией технологического процесса изготовления резцов из АСПК является доводка всех рабочих поверхностей режущей части. Ее осуществляют алмазными мелкозернистыми кругами на органической связке с жестким прижимом к кругу или чугуном диском, шаржированным алмазным микропорошком.

Переточку резцов из СТМ производят при износе по задней поверхности $h_3 = 0,25$ мм (чистовое точение) и $h_3 = 0,30$ мм (получистовое точение).

Шероховатость Ra рабочих поверхностей должна быть не ниже $0,016-0,080$ мкм (ГОСТ 2789—73). Наличие микро- и макротрещин,

сколов, зазубрин и выкрашиваний по всей длине режущих кромок, видимых при 30^x-ном увеличении, не допускается.

Выбор характеристики алмазных кругов. Для заточки и доводки инструментов из АСПК применяют алмазные круги формы АЧК и АПВ с размерами: диаметр 125—200 мм, ширина алмазного кольца 10—20 мм с толщиной кольца 3—5 мм.

Для заточки и доводки резцов из АСПК применяют алмазные круги:

- для черновой заточки (с жестким прижимом и с принудительной непрерывной правкой круга) на металлических связках — МВ1, М20;

- для электроалмазной заточки (с жестким прижимом и обратной полярностью тока) на металлических связках — МВ1, М20, ТМ2;

- для чистовой заточки, электроалмазным способом (с упругим прижимом обратной полярностью тока) на металлических связках — МВ1, М20, ТМ2;

- для черновой и чистовой заточки (при заточке с жестким прижимом и периодической правкой круга) на органических связках — ТО2, БП2, БП3;

- при доводке (с жестким прижимом и периодической правкой круга на органических связках Б1, ТО2).

В алмазных кругах при заточке и доводке инструментов из АСПК применяют следующие зернистости алмазов: для черновой заточки — 200/160, 160/125, 125/100; для чистовой заточки — 100/80; 80/63; для доводки — 50/40, 40/28, 28/20.

Концентрация алмазных кругов выбирают для предварительной и чистовой заточки 150 %, 100 %, для доводки 50 %.

Марки алмазов в кругах при заточке — АСК, АСВ, АСР; при доводке — АСР, АСО.

При доводке, осуществляемой на притирочных или ограночных станках чугунными дисками, применяют алмазный порошок или алмазную пасту АСН, АСМ зернистостью 20/14—7/5.

Концентрация алмазного порошка, шаржированного на чугунном диске, при доводке резцов из АСПК влияет на увеличение съема поликристалла в определенных пределах. Наиболее производительный процесс доводки обеспечивает концентрация порошка в пределах 0,032 кар/см² (1,5—2,0 карата на площади диска диаметром 400 мм).

Для заточки резцов из поликристаллического нитрида бора (композитов), отличающихся значительно лучшей обрабатываемостью по сравнению с инструментами из АСПК, применяют алмазные круги формы АПВ или АЧК диаметром 150—200 мм из алмазов АСР или АСО зернистостью 100/80, 80/63 на связках ТО2 и Б1 100 %-ной концентрации.

Выбор режимов обработки. Режимы обработки резцов из СТМ приведены в табл. 16.

Требования к оборудованию для заточки и доводки инструментов из СТМ. В связи с повышенной чувствительностью инструментов из СТМ к вибрациям и удельным нагрузкам к станкам для заточки и доводки предъявляют повышенные требования по жесткости и виброустойчивости.

По точности станки должны соответствовать следующим классам: для заточки — высокой точности (В), особо высокой точности (А) и частично повышенной точности (П); для доводки — высокой точности (В), особо высокой точности (А) и особо точные (С).

16. Режимы обработки резцов из СТМ

Операция	Скорость круга, м/с	Поперечная подача, мм/ход	Продольная подача, мм/мин	Напряжение, В	Плотность тока, А/см ²	Время выхаживания, мин
Электроалмазная заточка *	25—30	0,01—0,02	1,0—2,0	5—6	80	—
<i>Резцы из АСПК</i>						
Заточка алмазными кругами на металлической связке (с жестким прижимом и непрерывной правкой круга)	20—25	0,01—0,02	3,0—4,0	—	—	—
Заточка алмазными кругами на органической связке (с жестким прижимом и периодической правкой круга)	25—30	0,01—0,02	1,0—2,0	—	—	—
Электроалмазная чистовая заточка (с упругим прижимом и обратной полярностью) *	20—25	На 10 дв. ходов шлифовальной головки 0,02—0,03 мм 0,005—0,01	До 50 дв. ходов шлифовальной головки 0,5—1,0	5—6	80	0,5—1
Чистовая заточка алмазными кругами на органической связке (с жестким прижимом и периодической правкой кругов)	25—30	—	—	—	—	0,5—1
Электроалмазная заточка (с жестким прижимом и обратной полярностью тока) *	20—25	На 10 дв. ходов шлифовальной головки 0,5 м/мин	До 50 дв. ходов шлифовальной головки —	5—6	80	—
Доводка алмазными кругами (с жестким прижимом круга)	20—25	0,001 мм/мин	3—5 об/мин	—	—	2—3
Доводка на алмазном круге притирочного станка с упругим прижимом	40—45	—	—	—	—	2—3
Доводка на чугунном диске ограниченного или доводочного станка	До 50	Сила прижима к диску 5—10 Н	—	—	—	—
<i>Резцы из поликристаллов твердого нитрида бора</i>						
Заточка алмазными кругами на органической связке (с жестким прижимом)	20—30	0,01—0,06	0,5—2,5	—	—	—
Доводка алмазными кругами на органической связке	25—30	0,002	0,5—1,0	—	—	2—3

* Скорость осцилляции круга при электроалмазной обработке 0—2,5 м/мин.

Для заточки и доводки инструментов из СТМ применяют универсально-заточные станки, станки для электроалмазной обработки (см. гл. 3), ограночные и доводочные станки моделей ВА-С1, ВА-С1А, ВА-С2, НИА-С6, НИА-С10, НИА-С22 и специальные ограночные станки, характеристики которых приведены в типаже металлорежущих станков на 1980—1985 гг. (г. Москва, ЭНИМС). Применяют другие модели станков, не уступающие перечисленному оборудованию по нормам точности, жесткости и виброустойчивости.

Для заточки и доводки резцов и вставок из СТМ применяют универсальные приспособления для заточки, например трехповоротные тиски и многоместные приспособления.

Выбор СОЖ. Заточка и доводка резцов из синтетических поликристаллических алмазов должна обязательно производиться с охлаждением. Оборудование, используемое для заточки и доводки, должно быть снабжено устройством для обильного охлаждения (см. гл. 3). В качестве СОЖ применяют 2 %-ный раствор соды в воде или раствор, состоящий из 0,6 % нитрита натрия, 0,6 % глицерина, 1,8 % триэтанолamina и 97 % воды. Расход жидкости должен быть не менее 2—3 л/мин.

При электроалмазной заточке в качестве электролита используют следующий состав: 50—60 г/л нитрата натрия, 4—10 г/л нитрита натрия, 4—6 г/л углекислого натрия и 10—20 г/л технического дистиллированного глицерина. Применяют в качестве электролита также водный раствор 0,6 % нитрита натрия, 3,25 % нитрата натрия, 0,5 % борита натрия, 0,4 % фосфата натрия и 0,25 % углекислого натрия.

С целью повышения производительности заточки применяют водный раствор активного окислителя, состоящий из 12 % нитрита, 0,3 % углекислого натрия (калия) и 3 % олеинового масла. Подают раствор в зону обработки капельным способом; при избытке раствора происходит излишнее охлаждение алмаза, что снижает интенсивность съема припуска.

Заточку и доводку резцов из поликристаллического нитрида бора производят с охлаждением 1 %-ным раствором кальцинированной соды.

Правка кругов. Для правки алмазных кругов, используемых для заточки и доводки резцов из СТМ, применяют абразивные бруски из 63С, 55С или 24А на керамической связке с зернистостью на один-два номера выше, чем у самого круга, и твердостью в пределах СМ1—СТ.

Для устранения значительного биения алмазного круга на металлической связке применяют электроискровой метод правки (см. гл. 8).

Периодическую правку алмазных кругов на органической связке осуществляют брусками вручную или с помощью их установки в трехповоротные тиски или проводят принудительную непрерывную правку с помощью специальных приспособлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов Е. Н. Теория шлифования металлов. М.: Машиностроение, 1974. 320 с.
2. Миндлин Я. Б. Заточка, доводка и полирование прецизионного режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1975. 40 с.

Глава 6

ЭЛЕКТРОАЛМАЗНАЯ ЗАТОЧКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОГО СПОСОБА ЗАТОЧКИ

Электроалмазный способ заточки является разновидностью электрохимических (электролитических) способов заточки и осуществляется алмазным инструментом на металлических токопроводящих связках *. Сущность способа состоит в сочетании двух процессов: электрохимического (анодного) растворения, что обуславливает высокую производительность, и механического удаления продуктов реакции, что определяет высокое качество и точность обработки.

Принципиальная схема электроалмазной заточки инструмента приведена на рис 1. Электропроводный круг 1, состоящий из алмазных зерен 2, электропроводного наполнителя и связки 3, соединен с отрицательным полюсом источника тока 4 и является катодом, а обрабатываемое изделие — инструмент 5 с положительным полюсом и является анодом.

В зазор между обрабатываемой поверхностью и связкой круга подается электролит 6, состоящий из водного раствора солей. Под воздействием электрического тока ионы электролита начинают перемещаться; катионы в направлении от анода к катоду, а анионы в направлении к аноду. В результате электрохимических процессов происходит анодное растворение материала обрабатываемой детали.

Для того, чтобы в зоне шлифования происходил процесс анодного растворения, напряжение между электродами должно быть выше потенциала поляризации, характерного для каждого обрабатываемого материала. Например, при напряжении 1,7 В растворяется кобальт, при 3 В — карбиды титана, при 1,9 — 2 В начинает растворяться железо. Следовательно, при напряжении порядка 3 В можно обрабатывать твердые сплавы и стали. На практике процесс электроалмазного шлифования ведется при напряжении 4—8 В, чтобы компенсировать большие потери напряжения. Кроме того, такое малое напряжение источника тока предотвращает возникновение эрозионного процесса между электродами.

Работоспособность алмазного круга при обработке поддерживается его самозатачиваемостью в процессе работы вследствие выкрашивания изношенных абразивных зерен и разрушения связки при электрических разрядах.

Преимущества электроалмазного способа заточки инструментов по сравнению с заточкой кругами из карбида кремния с последующей доводкой алмазными кругами: высокая производительность обработки;

* При применении абразивного инструмента (абразивных кругов на токопроводящих связках) носит название электроабразивной обработки (шлифования).

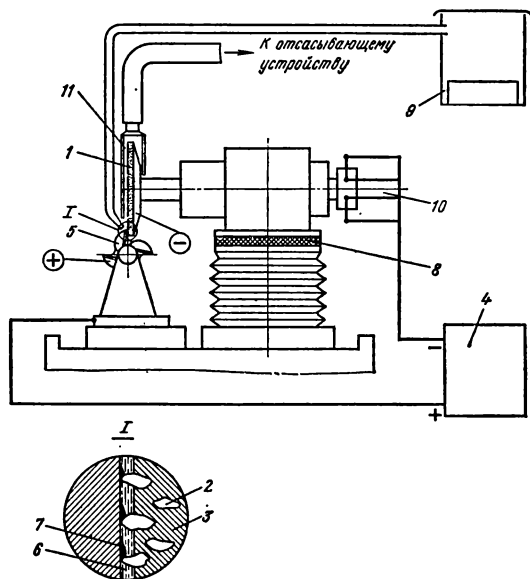


Рис. 1. Принципиальная схема электроалмазной заточки режущего инструмента:

1 — электропроводный алмазный круг—катод; 2 — алмазные зерна—диэлектрики; 3 — наполнитель со связкой; 4 — источник тока; 5 — обрабатываемый инструмент—анод; 6 — электролит; 7 — продукты электрохимического растворения и срезаемая стружка; 8 — изоляционная прокладка; 9 — бак для электролита с помпой; 10 — токосъемное устройство; 11 — защитный кожух с отсасывающим устройством

значительно меньший расход алмазов; улучшенная шероховатость обработанной поверхности; высокое качество обработанной поверхности; отсутствие микротрещин и других дефектов вследствие меньших сил резания и пониженного тепловыделения; возможность совмещения предварительной и окончательной обработки в одну операцию; одновременная обработка твердого сплава и стального корпуса.

Электроалмазный способ заточки применяют как для заточки инструмента, оснащенного твердым сплавом, так и инструмента из быстрорежущих сталей, особенно труднообрабатываемых.

ВЫБОР АЛМАЗНЫХ КРУГОВ, РЕЖИМОВ ЗАТОЧКИ И ЭЛЕКТРОЛИТА

Для обеспечения высокой производительности необходимо правильно назначать метод обработки, характеристику алмазных кругов, электрические и механические режимы обработки, величину площади контакта круга с обрабатываемым инструментом, состав электролита.

Электроалмазную заточку целесообразно осуществлять с постоянной силой поджима инструмента к алмазному кругу, обеспечивающего

необходимую величину рабочего зазора и стабильные параметры процесса.

Выбор характеристики алмазных кругов. В связи с тем, что алмазный круг при электроалмазном шлифовании является одновременно катодом и режущим инструментом, алмазные круги должны иметь токопроводящую связку и металлический корпус. Для электроалмазной заточки режущего инструмента применяют круги на токопроводящих металлических связках МВ1, М1, МО13Э, М15, М5-5 и др. (см. гл. 1).

Для каждого типа связки наиболее эффективным является определенный диапазон зернистости алмазного порошка. Зернистость круга определяет величину зазора между анодом и катодом, а следовательно, оказывает большое влияние на интенсивность протекания электрохимического процесса, так как изменение зазора приводит к изменению сопротивления электрической цепи. Однако при выборе зернистости следует учитывать, что алмазные зерна не только обеспечивают величину межэлектродного зазора, но и сами являются режущими элементами.

Для электроалмазной заточки эффективно применять круги из синтетических алмазов повышенной и высокой прочности зернистостью от АСР 63/50 до АСВ (АСР) 160/125. Круги с концентрацией алмазов 100 и 150 % обеспечивают наилучшее сочетание процессов механического резания и электрохимического растворения обрабатываемого материала.

Форму и размеры кругов для электроалмазной заточки следует выбирать с учетом типа обрабатываемого инструмента, формы и размеров обрабатываемой поверхности, типа оборудования. Следует учитывать, что, чем больше площадь контакта рабочей поверхности круга с обрабатываемой поверхностью инструмента, тем выше производительность процесса. Рекомендации по выбору характеристик алмазных кругов для электроалмазной обработки на станках различных типов (см. гл. 4) приведены в табл. 1.

Выбор электрических и механических режимов заточки. При снятии определенного слоя твердого сплава на долю электрохимического растворения приходится до 75 % общего съема (25 % — на долю механического съема). Оптимальные значения электрических режимов (величину напряжения, силу тока) назначают с учетом зернистости и связки алмазного круга. С увеличением электропроводности связки и уменьшением зернистости круга уменьшают величину напряжения. Напряжение электрического тока для алмазных кругов различных зернистостей указано ниже.

Зернистость алмазного круга	Напряжение, В
АСВ 125/100—160/125	6—8
АСВ 80/63—100/80	4—6
АСВ 50/40 и мельче	3—4

При заточке твердых сплавов группы ВК напряжение тока выбирают от 4 до 10 В при плотности тока от 50 до 70 А/см²; при обработке инструментов из сплавов группы ТК — 100—120 А/см².

При электроалмазной заточке инструмента из быстрорежущих сталей напряжение назначают от 6 до 12 В при плотности тока от 80 до 150 А/см².

1. Рекомендации по выбору характеристик алмазных кругов и режимов электроалмазной заточки и шлифования

Операция	Форма	Концентрация, %	Электрический режим		Механический режим				
			Напряженность, В	Плотность тока, А/см ²	v_k , м/с	$s_{пр}$, м/мин	$s_{поп}$, мм/дв. ход	t , мм	Удельное давление, МПа
Заточка торцом круга твердосплавной и стальной части инструмента	АЧК	100—150	6—8	60—100	25—30	1—2	0,08—0,15	—	0,5—0,8
Заточка торцом круга твердосплавной и стальной части резцов	АЧК, АПВ	100—150	6—8	60—100	25	Выхаживание	Врезание 0,5—2,5 мкм/об круга	Общий съем до 1,0—1,5	0,5—0,8
Шлифование периферий круга твердосплавной части инструмента	АПП	100—150	6—8	50—80	30—35	1,0—1,5	1,3 В *	0,1—0,2	0,8—1,0
Шлифование торцом круга твердосплавной части инструмента	АПВ	100	6—8	60—100	25—35	2—4	0,1—0,2	—	0,8—1,0

* В — ширина круга.

Примечание. Применяют алмазные круги марок АСВ, АСР зернистостью 80/63, 100/80 на связках МВ-1, МО-13Э, М15, М3-5, ПМ-1.

Скорость резания выбирают от 25 до 30 м/с. При малых скоростях резания (15—20 м/с) количество зерен, участвующих в резании в единицу времени, уменьшается, а толщина стружки, срезаемая одним зерном, увеличивается. Кроме того, уменьшается скорость прокачки электролита, что снижает эффективность удаления продуктов шлифования и ведет к увеличению сопротивления межэлектродного зазора, снижению доли анодного растворения и возрастанию доли алмазно-механического резания и эрозии.

С увеличением скорости резания до оптимальной уменьшается нагрузка на каждое алмазное зерно, что снижает износ алмазного круга и повышает производительность. Повышение скорости резания сверх оптимальной величины приводит к увеличению удельного расхода алмазов, так как в межэлектродный зазор попадает меньше электролита. Это снижает долю электрохимического растворения обрабатываемой поверхности, благодаря чему возрастает доля механического резания алмазными зернами. Наибольшая производительность обеспечивается при скорости резания 25—35 м/с.

Давление на обрабатываемый инструмент, определяющее глубину ваточки, назначают в зависимости от характеристики круга и вида обработки в пределах 0,5—1 МПа. От давления зависят эффективная мощность шлифования, соотношение доли механического резания и электрохимического растворения обрабатываемого материала, глубина внедрения алмазных зерен в обрабатываемую поверхность, величина межэлектродного зазора и производительность процесса.

При выборе метода электроалмазной заточки необходимо учитывать, что высокие точность и качество обрабатываемой поверхности обеспечиваются при обработке с продольным перемещением инструмента относительно алмазного круга. Способ глубинного шлифования применяют при предварительной заточке со съемом значительных припусков.

Электрические и механические режимы электроалмазной заточки режущего инструмента алмазными кругами различных характеристик см. в табл. 1.

2. Выбор оптимальных параметров электроалмазной обработки, влияющих на шероховатость

Параметр	$Ra = 0,32$	$Ra = 0,16$
Характеристика алмазного круга	АСР 100/80—125/100, МВ1, МО13Э, М5-5, ПМ-1, 100 %	АСР 50/40—63/50, МВ1, МО13Э, М5-5, ПМ-1, 100 %
Напряжение, В	1—2	0,5—1,0
Скорость круга, м/с		
Продольная подача, м/мин		
Поперечная подача, мм/дв. ход		
Число выхаживающих кодов при выключенном токе	0,05—0,2	0,05—0,15

Электроалмазную обработку всех видов инструментов рекомендуется заканчивать одним-двумя выхаживающими проходами без электрического тока, что дает возможность снять анодную пленку и матовый цвет на обрабатываемой поверхности и уменьшить шероховатость.

В табл. 2 приведены рекомендации по выбору оптимальных параметров режима, обеспечивающих получение шероховатости Ra , равной 0,32 и 0,16 мкм.

Выбор электролита. Состав и свойства электролита выбирают с учетом свойств материала обрабатываемой режущей части инструмента. Рекомендуемые составы электролитов для электроалмазной заточки и шлифования приведены в табл. 3. Эти электролиты нетоксичны и обладают хорошими эксплуатационными свойствами.

3. Состав электролитов для электроалмазной заточки и шлифования инструментов для различных материалов режущей части инструмента

Состав	Содержание, % по массе	Состав	Содержание, % по массе
<i>Твердый сплав</i>		<i>Быстрорежущая сталь</i>	
1. Нитрат натрия	10,0	1. Азотнокислый калий	10,0
Нитрит натрия	0,3	Бура	0,5
Калий натрий виннокислый (сегнетова соль)	3,0	Калий натрий виннокислый (сегнетова соль)	3,0
Вода	Остальное	Вода	Остальное
2. Нитрат натрия	5,0	2. Азотнокислый натрий	10,0
Кальцинированная сода	0,5	Фосфорнокислый натрий	3,0
Вода	Остальное	Углекислый натрий	0,5
		Натриевая соль борной кислоты	0,7
		Вода	Остальное

Электролит в зону обработки подают в количестве 4—6 л/мин. Его плотность по ареометру должна быть 1,036—1,040. В процессе эксплуатации электролит теряет работоспособность, загрязняется продуктами распада и плотность его снижается. Поэтому его необходимо периодически проверять и при изменении плотности заменять. Как правило, при двухсменной работе станка электролит меняют через 10—15 дней.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ЗАТОЧКИ

Электроалмазную заточку и шлифование осуществляют как на специальных станках, предназначенных для электроалмазной обработки (см. гл. 3), так и на обычных станках после их модернизации. Для модернизации пригодны все станки, отвечающие требованиям

алмазно-эльборовой обработки. Станки, потерявшие во время эксплуатации точность, предварительно восстанавливают для достижения необходимой точности и жесткости.

Мероприятия по модернизации станков: электрическая изоляция шпиндельного узла от станины; оснащение станка источником тока и системой подвода его к шлифовальному кругу и детали (инструменту); установка системы подачи электролита, включающей насос, бак емкостью 25—50 л, а также устройство для отсоса паров электролита; установка ограждений и защитных кожухов, предохраняющих станок и рабочего от брызг электролита.

В промышленности электроалмазная обработка получила широкое применение при заточке и доводке резцов, оснащенных пластинками твердого сплава. Заточку резцов таким способом производят как на серийно выпускаемых станках (см. гл. 3), так и на модернизированных станках мод. ЗБ632В, ЗВ642, ЗА64Д и др.

Для электроалмазной заточки многолезвийного инструмента модернизируют универсально-заточные станки, отвечающие требованиям алмазной обработки.

Модернизированный станок мод. ЗА64Д для заточки концевой режущего инструмента показан на рис. 2, а и б. Шпиндельную головку станка 1 изолируют от колонны при помощи текстолитового кольца 10 толщиной 2 мм, установленного в месте соединения головки с цилиндрической направляющей колонны. Стальной запорный палец 9, фиксирующий головку в определенном направлении, заменяют на текстолитовый.

Болты, крепящие шпиндельную головку к колонне станка, изолируют от головки при помощи текстолитовых втулок 11, впрессованных в рассверленные отверстия корпуса шпиндельной головки, и текстолитовых шайб.

На один из концов шпинделя крепят токосъемное устройство, состоящее из оправки с медным кольцом, вставляемой в шпиндель шлифовальной головки, и кронштейна, в корпусе которого имеется графитовая щетка 6, поджимаемая к кольцу пружиной.

Устройство для подачи электролита состоит из бака 3 для электролита емкостью 50 л, изготовленного из нержавеющей стали, электронасоса 12 — помпы ПА-22 для подачи электролита в зону обработки, резиновых гибких шлангов 13 с краном для регулировки расхода электролита и распыленного сопла 8:

Отработанный электролит попадает в сборники 4 и 5, изготовленные из нержавеющей стали, и стол заточного станка, снабженный бортами по всему контуру, из которых по гибким шлангам 13 направляется в отстойник бака 3.

В качестве источника технологического постоянного тока (рис. 2, а) используют стандартный выпрямитель 2 типа ВАКР 630/6—12, электрические провода 14 которого подключаются к шлифовальному кругу и обрабатываемому инструменту (см. рис. 1).

Техническая характеристика источников питания, которые могут быть применены для электроалмазной обработки, приведена в табл. 4.

Для предотвращения разбрызгивания электролита закрепленный в шпиндельной головке алмазный круг снабжен универсальным защитным кожухом 7 с отсасывающим парами электролита патрубком.

Разработанная авторами новая схема модернизации универсально-заточных станков для электроалмазной заточки концевой режущего

4. Техническая характеристика источников питания станков для электроалмазного шлифования

Параметр	ВАК-100-12	ВАК-100-24	ВАК-320-9	ВАК-320-18	ВАК-630-12	ВАК-630-24
Мощность, потребляемая из сети, кВт	1,3	2,5	3,0	6,0	8	15,5
Напряжение выпрямленное, В	3—12	12—24	3—9	9—18	3—12	12—24
Ток выпрямленный, А	100	100	320	320	630	630
Габаритные размеры, мм	850×570×1000		770×525×2000		1000×600×1790	
Масса, кг	180	250	300	300	400	550

Параметр	ВАК-1600-12	ВАКР-100-12	ВАКР-100-24	ВАКР-320-9	ВАКР-320-18	ВАКР-630-12
Мощность, потребляемая из сети, кВт	19,3	1,3	2,5	3,0	6,0	8,0
Напряжение выпрямленное, В	3—12	3—12	12—24	3—9	9—18	3—12
Ток выпрямленный, А	1600	100	100	320	320	630
Габаритные размеры, мм	1290×820×1985		770×525×2000			
Масса, кг	800	180	250	300	300	400

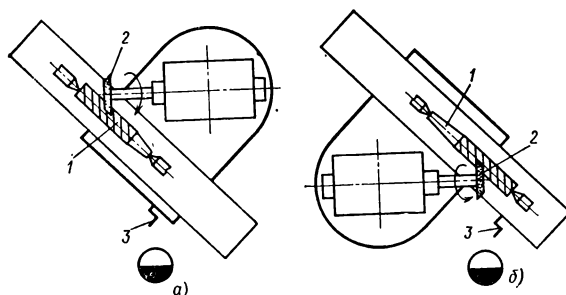


Рис. 3. Схема электроалмазной заточки концевго режущего инструмента

инструмента (рис. 3, а) отличается от существующей (рис. 3, б) размещением рабочих органов станка, положением затачиваемого инструмента 1, рабочего места заточника, что обеспечивает надежную защиту от воздействия электролита на рабочего и улучшает условия труда, создает удобство в обслуживании.

При модернизации узлов станка изменяют направление вращения алмазного круга 2, что исключает попадание брызг электролита на хвостовую часть инструмента и руки рабочего. В станках мод. 3В642, 3Б642 при модернизации их для электроалмазной заточки необходимо перенести рукоятку продольной подачи стола 3, приблизив ее к центру колонны шлифовальной головки.

Станки должны иметь систему отсоса паров электролита. Узлы и детали станков и приспособлений, находящиеся в контакте с электролитом, изготавливают из коррозионно-стойких материалов или защищают антикоррозионными покрытиями (хлорвиниловыми эмалями).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ЗАТОЧКИ ИНСТРУМЕНТА

Заточка резцов. При электроалмазной заточке в случае необходимости производят одновременно заточку твердосплавной пластинки и стальной державки при условии, что шлифуемая площадь державки не превышает площади твердого сплава.

При изготовлении резцов, предназначенных для электроалмазной заточки, твердосплавную пластинку следует крепить таким образом, чтобы передняя поверхность пластинки возвышалась над поверхностью державки на величину $k = (0,35 \div 0,45)$ с, а задние поверхности пластинки выступали за контур державки на расстояние $h_1 = (0,10 \div 0,15)$ с, где с — толщина пластинки. Чтобы алмазные круги не засаливались, после напайки пластинки резцы следует очищать от припоя. Через каждые две-три переточки необходимо производить стачивание державки по задним поверхностям с увеличенными на 3—5° углами для того, чтобы электроалмазной обработкой подвергались только твердый сплав и небольшая часть державки.

Особенности заточки концевых фрез. Для заточки передних поверхностей концевых фрез с винтовыми зубьями выбирают круги формы АЗТ из алмазов марки АСР или АСВ зернистостью 80/63, 100/80 на металлических связках МО13Э, М1 или МИ 150 — 200 %-ной концентрации. Ширина алмазного слоя круга должна быть равна или несколько меньше высоты зуба для того, чтобы внутренняя кромка алмазоносного кольца была на уровне режущей кромки или ниже ее на 0,1—0,2 мм.

Установку круга (поворот шлифовальной головки) производят таким образом, чтобы резание происходило не кромкой круга, а наклонной поверхностью алмазоносного слоя.

Заточку передней поверхности многолезвийного режущего инструмента с прямым зубом производят кругами формы АТ, АТТ или А2Т из алмазов марки АСР или АСВ зернистостью 80/63, 100/80 на металлических связках МО13Э, М1 или МИ 150—200%-ной концентрации.

Круг при заточке передних поверхностей прямозубого инструмента устанавливают так, чтобы угол, образующийся между режущей кромкой зуба и плоскостью круга, был минимальным и не превышал 1° .

Для заточки задних поверхностей инструментов выбирают круги формы АЧК, А2ЧК из алмазов марки АСР или АСВ зернистостью 80/63—125/100 на металлических связках МВ1, МО13Э, МП1, М5-5 150—200 %-ной концентрации.

Типовой технологический процесс электроалмазной заточки концевых фрез, оснащенных твердым сплавом, аналогичен технологическому процессу, приведенному в табл. 10 гл. 5 (с. 167—172). Состав электролита: NaNO_3 — 10 %, NaNO_2 — 0,3 %, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ — 2 %, остальное — вода.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ

Основным эксплуатационным показателем режущего инструмента является его стойкость, которая зависит от качества заточки и доводки.

Качество режущего инструмента определяется получением заданных чертежом и техническими условиями линейных и геометрических размеров, параметрами шероховатости обработанной поверхности и состоянием поверхностного слоя (шлифовочные прижоги и трещины).

Формирование поверхностного слоя определяется главным образом характером физико-механического воздействия шлифовального круга на обрабатываемый материал инструмента, физико-химическими явлениями в зоне контакта от воздействия силового и температурного факторов на материал поверхностного слоя.

Применение шлифовальных кругов из синтетических 'алмазов и кубического нитрида бора при заточке и доводке режущего инструмента, по сравнению с абразивными кругами, обеспечивает более качественный поверхностный слой режущих кромок инструмента. Алмазно-злоторовая обработка не вызывает на рабочих поверхностях обработанного инструмента высоких температур, не сопровождается структурно-фазовыми превращениями.

Управление процессом формирования физико-механических свойств поверхности режущих лезвий инструмента путем выбора оптимальных методов и режимов обработки является важным условием увеличения стойкости инструмента и обеспечения полного использования его режущих свойств при эксплуатации.

Окончательно заточенный и доведенный режущий инструмент следует проверять на соответствие чертежу и техническим условиям по величине углов, размерам ленточек и фасок, биению, прямолинейности и остроте режущих кромок, а также шероховатости поверхности зубьев инструмента, наличию микротрещин, сколов и прижогов на заточенных поверхностях.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

Контролируемые параметры режущего инструмента и методы их измерений в зависимости от требуемой точности приведены в табл. 1. Соответствие углов заточки и доводки требованиям чертежа проверяют с помощью угломера типа УРИ для измерения наружных и внутренних углов.

Размер ленточек и фасок доведенного инструмента целесообразно проверять на инструментальных микроскопах БМИ или ММИ. Ширину

1. Методы и средства контроля режущего инструмента

Контролируемый параметр	Метод	Применяемые средства	Точность
Задний угол α от 6 до 35°	Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Угломер УН	0,5—2°
Передний угол γ от —5 до +20°	Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Угломер УН	0,5—1°
Угол наклона передней поверхности λ от —5 до +35°	Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Угломер УН	1°
Ширина доведенной ленточки f от 0,05 до 1,2 мм	Оптический Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Микроскоп МИР-2 Штангенциркуль, лупа ЛН-3	0,01 мм 0,05 мм 0,1—0,2 мм
Радиус округления R при вершине от 0,05 до 0,5 мм	Оптический Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Проектор БП, 4П, ЧП-1 Шаблон	0,1—0,02 мм 0,02—0,05 мм 0,05 мм
Угол в плане ϕ от 30 до 90°	Оптический Сравнительный	Микроскопы БМИ, ММИ Угломер УН	1° 1—2°
Угол наклона винтовой канавки от 3 до 30°	Оптический	Микроскоп БМИ	0,5—1°
Угол при вершине сверла 2ϕ от 110 до 140°	Сравнительный	Угломер УН Шаблон	1—2° 2—3°
Угол наклона режущей части многолезвийного инструмента от — до 45°	Оптический	Микроскоп БМИ	0,5—1°
Толщина перемычки a сверла от 0,08 до 0,1 мм	Сравнительный	Микрометр с твердосплавными вставками МВТ	0,01—0,02 мм
Ширина зуба B от 0,42 до 3,98 мм	Оптический	Микроскоп БМИ	0,01—0,02 мм

Продолжение табл. 1

Контролируемый параметр	Метод	Применяемые средства	Точность
Длина рабочей части от 0,2 до 25 мм	Сравнительный Оптический	Штангенциркуль Микроскоп БМИ	0,05—0,10 мм 0,02 мм
Передний угол метчиков	Сравнительный	Прибор ЗПРИ завода «Крин»	1°
Шаг резьбы S от 0,4 до 1 мм	Оптический	Микроскоп БМИ	0,01 мм
Радиус канавок r от 0,1 до 0,3 мм	Оптический	Микроскоп БМИ	0,01—0,02 мм
Величина перепада затылка K от 0,22 до 0,65 мм	Оптический	Микроскоп БМИ	0,01—0,02 мм
Прямолинейность режущих кромок в пределах 0,002—0,005 мм	Оптический	Микроскоп БМИ	0,001—0,002 мм
	Сравнительный	Лекальная линейка типа ЛД	0,002—0,003 мм
Радиус округления ρ режущих кромок от 0,003 до 0,005 мм	Световой	Микроскоп БМИ с применением специального приспособления (см. рис. 4, б)	0,001—0,002 мм
Биеение режущих кромок	Сравнительный	Головка измерительная рычажно-зубчатая ИИГ	0,001—0,002 мм
Шероховатость поверхностей Ra , мкм: 2,5—1,25 0,32—0,040 2,5—0,32	Сравнительный	Образцы шероховатости	—
	Оптический	Микроинтерферометр МИИ-10	—
	Оптический	Прибор типа ПТС или ПСС	—
Шероховатость поверхности узких ленточек шириной от 0,05 до 0,75 мм	Оптический	Профилограф типа ПГ-10 с применением специального приспособления (см. рис. 4, а)	$Ra = 0,32 \pm \div 0,16$ мкм
Микро- и макротрещины	Метод цветных красок Люминесцентный	—	—
		Люминесцентный дефектоскоп ЛД-4	—

2. Техническая характеристика контрольно-измерительных приборов

Прибор	ГОСТ или ТУ	Характеристи
Штангенциркуль ШЦ-I	—	Пределы измерения 0—125 мм; точность отсчета по нониусу 0,1 мм
ШЦ-II	—	Пределы измерения 0—150 мм; точность отсчета по нониусу 0,05 мм
Лекальная линейка типа ЛД	ГОСТ 8026—75	Размеры 10×22×6 мм Класс точности 0 и I
Микрометры со вставками типа МВТ	ГОСТ 4380—78	Цена деления 0,01 мм Пределы измерения 0—25 мм; 25—50
Лупа измерительная общего назначения типа ЛИ-3	ГОСТ 8309—75	Увеличение 10 *
Головки измерительные рычажно-зубчатые	ГОСТ 18833—73 *	Цена деления 0,001 мм; 0,002 мм. Пределы измерения $\pm 0,05$; $\pm 0,10$ мм
Индикаторы часового типа ИЧ	ГОСТ 577—68 *	Цена деления 0,01 мм
Плоскопараллельные меры длины	ГОСТ 13581—81	Цена деления 0,001 мм
Большой инструментальный микроскоп типа БМИ	—	Увеличение 10 *, 15 *, 30 *, 50*. Пределы измерения 150×50 мм, 360°. Цена деления 0,005 мм, 1 мм
Малый инструментальный микроскоп типа ММИ	ГОСТ 8074—71	Увеличение 10*, 30*, 50*. Пределы измерения 75××25 мм, 360°. Цена деления 0,005 мм, 1 мм
Микроскоп мод. МИР-2	МРТУ 3-306—65	Пределы измерения по сетке от 0,015 до 6 мм; увеличение 25*, 9*, цена деления 0,045 мм (при установке тубуса на 160 мм). Длина тубуса от 130 до 180 мм
Прибор для контроля передней поверхности метчиков мод. ЗПРИ завода «Крин»	ТУ 2-034-626—69	Диапазон проверяемых углов: передних от 0 до 25°; задних от 0 до 35° Цена деления 1°
Угломер с нониусом мод. УН	ГОСТ 5378—66*	Диапазон измерения величин наружных углов 0—180° внутренних 40—80°; величина отсчета по нониусу 2
Проектор большой мод. БП	ГОСТ 19785—74	Увеличение 10*, 20*, 50* Диаметр экрана 600 мм
Проектор часового типа мод. ЧП		Увеличение 10*, 20*, 50*, 100* Экран 500×460 мм
Проектор часового типа мод. ЧП-1		Увеличение 10*, 20*, 50*, 100*, 200* Экран 480××350 мм

3. Техническая характеристика приборов для контроля углов инструмента

Параметр	ПКР	2УРИ	3УРИ
Габаритные размеры контролируемого инструмента, мм:			
длина	До 300	—	—
ширина	10—40	—	—
высота	16—60	—	—
Контролируемые углы	Все углы у резцов	Передний и задний у многолезвийного инструмента	Все углы у многолезвийных инструментов
Пределы измеряемых углов, °:			
передних	0 ± 90	0—25	0—360
задних	0 ± 90	0—35	0—360
Цена деления шкалы, °	1	1	1
Габаритные размеры прибора, мм:			
длина	225	110	102
ширина	220	65	90
высота	195	35	18

4. Специальные приборы для контроля многолезвийного инструмента

Наименование прибора	Назначение и характеристика
Прибор для контроля переднего угла метчиков и разверток мод. ЗПРИ (двух типоразмеров)	Для контроля переднего угла ручных, машинных и гаечных метчиков, цилиндрических разверток Габаритные размеры контролируемого инструмента, мм: наружный диаметр 10—52; длина 60—170. Угол наклона канавок инструмента 0—30°, пределы измерения по шкале $\pm 20^\circ$; цена деления шкалы 1°
Прибор индикаторный для контроля переднего и заднего углов многолезвийных инструментов при установке их в центрах	Наибольший диаметр контролируемого инструмента 110 мм; наибольшая длина 300 мм; угол конуса 120° ; угол наклона зубьев 25° ; наименьший окружной шаг зубьев 5 мм; наименьшая длина прямых участков на передней и задней поверхностях зубьев 1 мм
Прибор мод. КО-10 для контроля непрямолинейности образующей конусов Морзе. Семь типоразмеров прибора (для каждого номера конуса)	Для измерения величины непрямолинейности образующей конусов хвостовиков инструментов с конусом Морзе № 0÷64-й и 5-й степеней точности. Цена деления измерительной головки 0,001 мм

Продолжение табл. 4

Наименование прибора	Назначение и характеристика
Микрометр для измерения диаметров трехлезвийных инструментов мод. МТИ (двух типоразмеров)	Для контроля наружного диаметра трехлезвийных инструментов (зенкеров, концевых фрез и др.) Диапазон диаметров контролируемых инструментов: типоразмер I — М10—М25 типоразмер II — М25—М40 Цена деления 0,01 мм

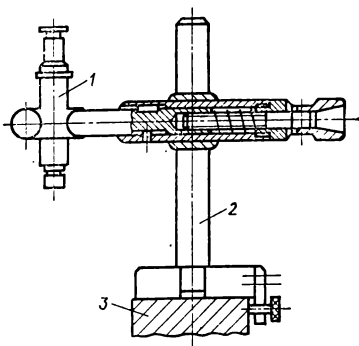


Рис. 1. Стойка с микроскопом МИР-2:

1 — микроскоп; 2 — стойка; 3 — стол станка

доведенных ленточек зубьев многолезвийного инструмента следует проверять в процессе заточки и доводки на микроскопе МИР-2, установленном на столе универсально-заточного станка с помощью специальной жесткой стойки, как показано на рис. 1.

Биение режущих кромок проверяют при помощи индикатора часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм или измерительных головок с ценой деления соответственно 0,001 и 0,002 мм. Прямолинейность режущих кромок инструмента проверяют на инструментальных микроскопах БМИ, ММИ или с помощью лекальной линейки.

Краткая техническая характеристика контрольно-измерительных приборов для различных измерений дана в табл. 2.

Приборы для контроля углов инструментов. Применяют прибор для контроля углов у призматических резцов модели ПКР, накладной прибор для контроля углов многолезвийного инструмента (фрез, протяжек и других) мод. 2УРИ и маятниковый угломер мод. 3УРИ.

Техническая характеристика приборов для контроля углов инструмента приведена в табл. 3. Назначение и техническая характеристика специальных приборов для контроля углов многолезвийных инструментов приведены в табл. 4.

КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Обработанная шлифовальным кругом поверхность имеет микронеровности различной формы и высоты (рис. 2, а). Микронеровностями называют выступы и впадины с небольшими расстояниями (шагом) между ними, возникающие на поверхности. Совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности, представляет собой микрогеометрию или шероховатость поверхности.

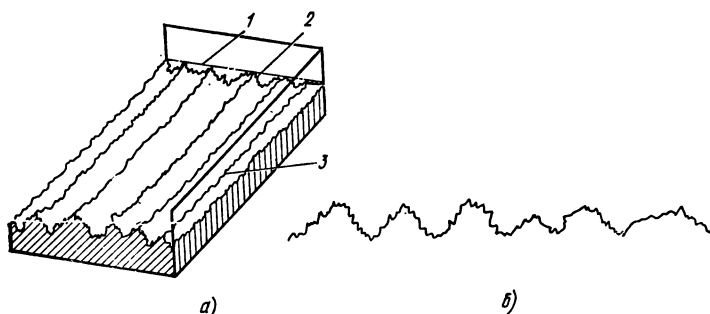


Рис. 2. Профили поверхности тела (в поперечном и продольном сечениях): а — схема расположения сечений; б — профилограмма измеренного профиля в поперечном сечении; 1 — геометрический профиль; 2 и 3 — измеренный профиль соответственно в поперечном и продольном сечениях

В результате действия шлифующих зерен на поверхность обрабатываемого инструмента наносится огромное число микроцарапин, формирующих микропрофиль (рис. 2, б).

Шероховатость поверхности может быть продольной и поперечной с различным направлением следов обработки, которое определяется траекторией относительного перемещения абразивного инструмента. Поперечная шероховатость рассматривается в сечении, перпендикулярном к главному движению шлифовального круга относительно обработанной поверхности, а продольная шероховатость — в параллельном направлении.

На заточенной поверхности микронеровности имеют сравнительно небольшие размеры (от 6 до 0,5 мкм и меньше). Высота микронеровностей доведенных и полированных поверхностей еще меньше, обычно 0,80—0,05 мкм.

По ГОСТ 2789—73 установлена шероховатость поверхности, которая определяется числовыми значениями параметров Ra и Rz при нормированных базовых длинах (табл. 5).

Микронеровности на режущей кромке и условном радиусе округления инструмента проявляются после заточки в виде выкрашиваний и зазубренности (рис. 3). Выкрашивание кромки определяют в плоскости задней поверхности.

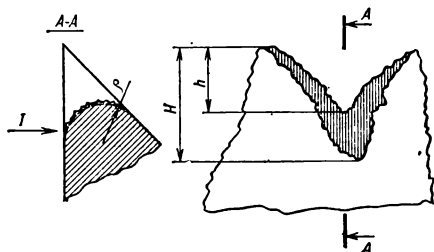


Рис. 3. Схема микропрофиля режущей кромки:

H — выкрашивание; h — зазубренность; r — радиус округления режущей кромки; I — направление наблюдения

5. Шероховатость поверхности (ГОСТ 2789—73*)

Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина l , мм	Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина l , мм
Ra	Rz		Ra	Rz	
80	320—160	8,0	0,20—0,16	—	0,08
40	160—80		0,16—0,125	—	
20	80—40		0,125—0,100	—	
10	40—20		0,100—0,080	—	
5	20—10	2,5	0,080—0,063	—	
2,5—2,0	—		0,063—0,050	—	
2,0—1,6	—		0,050—0,040	—	
1,6—1,25	—		0,040—0,032	—	
1,25—1,00	—	0,8	0,032—0,025	—	
1,00—0,80	—		От 0,025 до 0,020	—	
0,80—0,63	—		0,02	0,100—0,080	
0,63—0,50	—			0,080—0,063	
0,50—0,40	—			0,063—0,050	
0,40—0,32	—			0,050—0,040	
0,32—0,25	—	0,25	0,01	0,040—0,032	
0,25—0,20	—			0,032—0,025	

Под зазубренность понимают выкрашивание режущей кромки по передней поверхности в проекции на заднюю поверхность. При замере шероховатости режущих кромок на инструменте вместо алмазной иглы используют специальные алмазные лопаточки.

Требования к шероховатости поверхностей на режущем инструменте. Шероховатость передней и задней поверхностей режущего инструмента оказывает существенное влияние на процесс резания, характер отвода стружки, на величину коэффициента трения между передней поверхностью и стружкой, между задней и обработанной поверхностями.

С уменьшением шероховатости рабочих поверхностей инструмента снижается коэффициент трения и увеличивается число контактных (с поверхностью резания и сходящей стружкой) точек, что способ-

стствует снижению интенсивности начального износа, увеличению прочности его режущих кромок.

Требования к шероховатости поверхности режущего инструмента различны в зависимости от их назначения (табл. 6).

6. Требования к шероховатости поверхности режущего инструмента после заточки и доводки

Инструмент	Проверяемая заточенная поверхность	Параметр шероховатости R_a , мкм
Резцы проходные, отрезные и подрезные Резцы для тонкого точения	Фаски по передней поверхности, задняя поверхность на пластинке, поверхность сопряжения у вершины резца	0,32—0,16 0,080
	Передние и задние поверхности	0,32—0,16 0,16
Фрезы торцовые, дисковые со вставными ножами и припаянными пластинками Фрезы с острозаточенными зубьями	Передние и задние поверхности на пластинке	0,32 0,16
Сверла спиральные с пластинками из твердого сплава	Передние и задние поверхности на пластинке	0,32
Зенкеры с пластинками твердого сплава	Передние и задние поверхности по заборной части поверхности ленточек	0,32
Развертки нормальные с пластинками твердого сплава	Передняя и задняя поверхности	0,32—0,16
Развертки повышенной точности		0,080—0,040
Протяжки круглые Протяжки плоские	Передняя и задняя поверхности	0,16 0,16—0,040
Метчики	Передняя поверхность Задняя поверхность	0,32 1,25—0,63
Долбки зуборезные	Передняя поверхность Задние поверхности	0,32—0,080 0,16
Круглые плашки	Передние поверхности Задние поверхности	0,63—0,32 0,63

Наиболее высокие требования предъявляют к режущей части инструмента: передней и задней поверхностям, режущей кромке, направляющим ленточкам и стружечным канавкам. Для большинства инструментов шероховатость этих поверхностей назначают в пределах 0,32—0,16 мкм, а для некоторых инструментов 0,080 мкм.

Высокие требования к шероховатости связаны с тем, что чем меньше высота неровностей на рабочих поверхностях инструмента, тем меньше радиус округления режущей кромки, который имеет большое значение при чистовой обработке. Радиус округления режущих кромок инструмента, предназначенного для чистовой обработки, дол-

жен быть 5—10 мкм, что можно получить только при достаточно малой шероховатости поверхностей, образующих режущую кромку.

Алмазная и эльборовая заточка инструментов обеспечивает шероховатость обработанной поверхности с высотой неровностей Ra в пределах 0,02—0,04 мкм и радиус округления режущих кромок 3—5 мкм без зазубрин и выкрашиваний. При этом шероховатость режущей кромки практически такая же, как и на рабочих поверхностях инструмента.

Высокие требования предъявляют также к поверхностям, с помощью которых инструмент закрепляется на станке: инструментальным конусам, хвостовикам, цилиндрическим и коническим отверстиям, опорным торцам и др. Шероховатость Ra этих поверхностей назначают в пределах 0,64—0,32 мкм.

Для контроля шероховатости поверхности режущего инструмента используют приборы и методы, применяемые в общем машиностроении (см. табл. 1). Краткая техническая характеристика приборов для измерения шероховатости поверхности приведена в табл. 7.

Малые размеры заточенных и доведенных поверхностей на инструменте, их сложная геометрическая форма и неудобное расположение контролируемых поверхностей (например, на спиральном сверле) затрудняют контроль шероховатости на обычных приборах. В этом случае для измерений шероховатости поверхности различных инструментов применяют специальные приспособления (рис. 4).

Шероховатость поверхности режущих кромок до $Ra = 0,63 \div 0,32$ мкм целесообразно проверять путем сравнения с образцами шероховатости поверхности, а в пределах $Ra = 0,160 \div 0,040$ мкм — на микроинтерферометре типа ММИ-10.

Контролируемую поверхность перед измерением необходимо тщательно очистить. Поверхность режущего инструмента, обработанную с минимальной шероховатостью в пределах $Ra = 0,080 \div 0,040$ мкм и ниже, проверяют на профилограф-профилометрах по величине Rz с записью профилограмм самописцем прибора (см. табл. 7).

Для измерения шероховатости узких прямолинейных поверхностей зубьев многолезвийного инструмента и резцов применяют специальные направляющие планки (см. рис. 4, а), на которые устанавливают опоры измерительной головки профилограф-профилометра. Планки направляющих устанавливают по ширине измеряемой узкой поверхности режущего инструмента с небольшим зазором. Режущий инструмент закрепляют в тисках.

Радиус при вершине инструмента от 0,2 до 0,5 мм контролируют при увеличении $10\times$ — $30\times$ на инструментальных микроскопах БМИ, ММИ или проекторах типа БП, ЧП и др. (см. табл. 2).

С помощью специальной установки (рис. 4, б), состоящей из большого инструментального микроскопа БМИ 1, микрофотонасадки МФН-2 2, световой щели 3 и сетки шаблона выборочно измеряют радиус округления режущей кромки инструмента 4.

Приспособление, так называемая «световая щель» (рис. 4, в) имеет объектив 1, щелевой механизм 2, с помощью которого можно регулировать величину щели, и осветитель, состоящий из кинопроекционной лампы мощностью 500 Вт, рефлектора 3 и патрубка пневматической сети 4 для охлаждения приспособления. Щелевое устройство и осветитель крепят к кронштейну 5, перемещающемуся по стойке 6.

7. Техническая характеристика приборов для измерения шероховатости поверхности

Наименование	ГОСТ или ТУ	Характеристика
Образцы шероховатости (рабочие) мод. № 1	ГОСТ 9378—75	Шероховатость поверхности Ra от 40 мкм до 0,020 мкм
Микроинтерферометр типа ММИ-10	ГОСТ 9847—61	Для иммерсионно-репличкового и непосредственного измерения. Пределы измерения шероховатости поверхности $Ra = 0,160 \div \div 0,010$ мкм; чувствительность метода 0,015 мкм. Увеличение 500*, 700*. Поле зрения 0,32 мм; 0,20 мм
Прибор теневого сечения ПТС-1		Пределы измерения шероховатости грубых поверхностей $Ra = 80 \div 16$ мкм
Прибор светового сечения модели ПСС-2 (взамен микроскопа МИС-11)		Пределы измерения шероховатости поверхности от 80 до 0,8 мкм. Увеличение 75—750*. Поле зрения 0,3—3,5 мкм
Профилограф модели ПГ-10	—	Пределы измерения шероховатости поверхности $Ra = = 5 \div 0,04$ мкм для шкальных приборов и до $Ra = = 0,01$ мкм для самопишущих. Вертикальное увеличение 200*—10 000*, горизонтальное увеличение 20*—1000*, шаг отсечки 0,08; 0,25; 0,80 и 2,50 мм
Профилограф-профилометр блочной конструкции мод. 201 завода «Калибр»	—	Для измерения шероховатости и волнистости поверхности $Ra = 10 \div 0,04$ мкм. Запись профиля 5,0—0,01 по ГОСТ 2789—73
Профилограф-профилометр мод. 201 и 202 с приставкой	—	Для измерения шероховатости поверхности Ra и Rz по ГОСТ 2789—73
Цеховой профилометр мод. 240 завода «Калибр»	—	Для измерения шероховатости поверхности Ra и Rz по ГОСТ 2789—73
Двойной микроскоп МИС-11 (конструкции Линника)	—	Лабораторный контроль шероховатости поверхности $Ra = 0,16 \div 0,016$ мкм
Профилометр-профилограф мод. 252 завода «Калибр»	—	Измерение шероховатости поверхности Ra и Rz по ГОСТ 2789—73

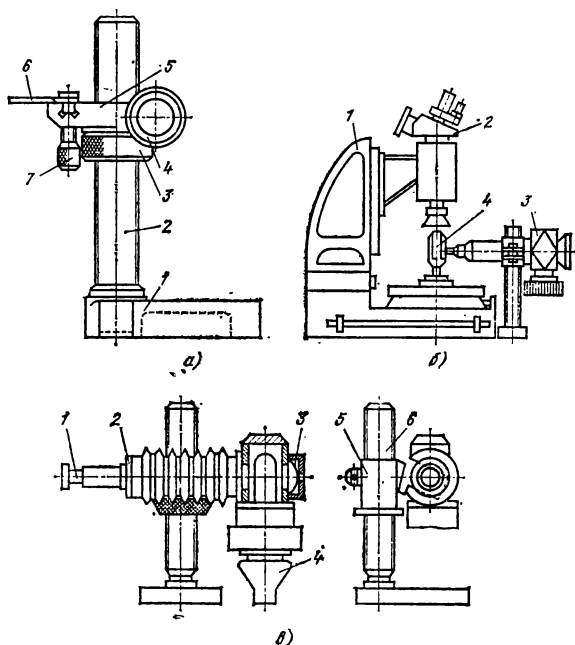


Рис. 4. Приспособления:

а — для измерения шероховатости узких прямолинейных поверхностей: 1 — плита; 2 — стойка; 3 и 7 — гайка; 4 — винт; 5 — планка; 6 — направляющие; *б* — для измерения радиуса округления режущей кромки инструмента; *в* — «световая щель» для измерения радиуса округления режущей кромки

Контролируемый инструмент устанавливают на столе микроскопа. Луч света направляют от световой щели по биссектрисе угла заострения равномерно на переднюю и заднюю поверхности контролируемого инструмента. В окуляре микроскопа должен быть виден четкий, ярко освещенный контур угла заострения. С помощью микрофотонасадки фотографируют полученный контур, который совмещают с контуром шаблона. Затем путем подбора контур шаблона совмещают с контуром угла заострения и определяют радиус округления режущей кромки инструмента.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ

Методы обнаружения трещин на твердосплавном инструменте. Применяют два метода обнаружения трещин: осмотр поверхности невооруженным глазом и с помощью микроскопа. Для анализа на тре-

щины поверхность изделия подготавливают следующим образом: подвергают небольшой доводке или полировке, проводят очистку песком или тонкое шлифование (например, для снятия грата). К приемам, дополняющим метод осмотра поверхности невооруженным глазом, относятся: 1) смачивание поверхности бензином; 2) применение краски; 3) люминесцентное свечение; 4) химическое травление.

К приемам, дополняющим микроскопический метод, относится применение различных увеличительных приборов, начиная от лупы с 20-кратным увеличением и кончая электронным микроскопом с увеличением в несколько тысяч раз.

При обнаружении трещин невооруженным глазом вся партия инструмента, в которой они обнаружены, должна быть забракована. Этот метод контроля можно облегчить, если смочить поверхность изделия бензином. Смоченная бензином поверхность быстро высыхает, а бензин, задерживаясь в трещинах, обрисовывает их контуры темными линиями на светло-сером фоне поверхности инструмента до тех пор, пока весь он улетучится.

Цветная дефектоскопия (метод цветных красок) твердосплавных режущих инструментов получила в промышленности наибольшее распространение при цеховом контроле. На проверяемую поверхность инструмента наносят слой красной краски, которая за 15 мин успевает проникнуть в трещины и не вымывается из них при последующей обработке. На промытую и сухую поверхность инструмента наносят второй раствор — слой белой краски — и быстро высушивают. Через 4—5 мин на белом фоне поверхности в местах трещин выступают красные полоски, видимые невооруженным глазом.

Состав красителей. Рецепт 1. Красная краска: 200 мл скипидара (ГОСТ 1571—76); 800 мл керосина (ГОСТ 4753—68*); 10 г краски судан-3 (ТУ МХП 2117—49) (краску растворяют в скипидаре, а потом добавляют керосин). Раствор прогревают в колбе 20 мин на водяной бане и фильтруют.

Белая краска: 1 л воды или керосина; 300—400 г каолина в порошке.

Рецепт 2. Красная краска: 95 мл бензола; 5 мл авиационного масла МК-22 (ГОСТ 21743—76); 1 г краски судан-4 (краску растворяют в масле, затем добавляют бензол).

Белая краска: 70 мл коллодия; 10 мл ацетона; 20 мл бензола; 5 г цинковых белил (густотертых). Жидкость разводится ацетоном до густоты сливок.

Последовательность обработки инструмента: обезжиривание (керосином, бензином, ацетоном и др.); высушивание в струе воздуха; нанесение красной краски — кистью или погружением; промывка проточной водой и натирание кальцинированной содой; высушивание фильтровальной бумагой или ветошью; нанесение белой краски тонким слоем кистью, пульверизатором или лоскутом ворсовой ткани; высушивание в струе теплого воздуха.

Люминесцентный метод основан на способности свечения люминофоров под действием ультрафиолетового облучения. Для контроля этим методом рекомендуется использовать люминесцентный дефектоскоп ЛД-4.

На поверхность изделия наносят люминесцирующее вещество, которое проникает в полость дефектов и остается в нем, а излишнее количество его удаляется с поверхности струей воды. Затем поверх-

ность припудривают абсорбционным веществом, которое способствует удалению люминофора из дефектов.

В качестве люминофора применяют смесь из 25 % авиационного масла и 75 % керосина в нагретом состоянии (60—80 °С). В качестве абсорбционного вещества применяют тальк, окись магния и др.

Последовательность обработки изделия: обезжиривание очищенным бензином; сушка на воздухе в течение 3—5 мин; погружение в люминофор на 5—10 мин; промывка в горячем 5 %-ном водном растворе кальцинированной соды; высушивание ветошью или струей воздуха; присыпание изделия тальком на 3 мин; просмотр трещин при свете от ультрафиолетовой лампы.

Для лучшего наблюдения за характером дефекта и определения его величины можно пользоваться лупой.

ЛИТЕРАТУРА

Новые приборы для контроля режущих инструментов/Под ред. А. Д. Мартынова. М.: ВНИИ, 1972. 172 с.

Глава 8

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АБРАЗИВНЫХ, АЛМАЗНЫХ И ЭЛЬБОРОВЫХ КРУГОВ

От правильной эксплуатации абразивных, алмазных и эльборовых кругов зависят их работоспособность, качество обработанных поверхностей, стойкость шлифовальных кругов и режущего инструмента. При правильной эксплуатации исключаются несчастные случаи и улучшаются условия труда рабочих.

УРАВНОВЕШИВАНИЕ, УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ КРУГОВ

Уравновешивание (балансировка). При работе с неуравновешенным кругом изнашивается шпиндель станка, возможен разрыв круга и несчастный случай. Уравновешенным абразивным кругом считают круг, центр масс которого совпадает с геометрическим центром. Уравновешенный круг должен работать равномерно.

Круги диаметром меньше 150 мм уравнивают непосредственно на станке: круг устанавливают на станок и придают ему вращательное движение вхолостую в течение 5—10 мин. Если круг имеет биеение, производят его правку. Круги диаметром более 150 мм уравнивают с помощью специальных приспособлений. Основными деталями приспособления для уравнивания являются два параллельно расположенных стальных цилиндрических валика одинакового диаметра с шероховатостью поверхности $Ra = 2,5$ мкм по ГОСТ 2789—73* и твердостью не ниже HRC_0 50. Шлифовальный круг монтируют на стальную предварительно отбалансированную оправку с помощью конусной втулки. На приспособление для уравнивания устанавливают оправку с кругом перпендикулярно к валикам; круг расположен симметрично между валиками. Легким толчком кругу придают медленное вращение. После остановки круга отмечают его верхнюю точку и к ней крепят зажим. Затем круг поворачивают на 90° . С помощью важима к кругу крепят груз (путем подбора), который приводит круг в состояние безразличного равновесия. Эта масса (включая массу зажима) представляет собой неуравновешенную массу круга.

При контроле неуравновешенности после поворота круга на 90° устанавливают грузы с массой (с учетом зажимов), равной допустимо неуравновешенной массе (табл. 1). Если под действием этого груза круг остается в покое или опускается, то круг удовлетворяет требованиям данного класса неуравновешенности; если груз поднимается, то круг не отвечает требованиям данного класса неуравновешенности.

Погрешности измерения допустимой неуравновешенности массы круга не должны превышать указанных в табл. 2.

1. Допустимые неуровновешенные массы круга (ГОСТ 3060—75)

Масса круга,	Допустимые неуровновешенные массы, г, для классов неуровновешенности			
	1	2	3	4
От 0,20 до 0,25	2,5	4,0	6,0	12,0
Св. 0,25 до 0,30	2,5	4,5	7,0	14,0
» 0,30 » 0,40	3,0	5,0	7,5	15,0
» 0,40 » 0,50	3,5	5,5	9,0	17,0
» 0,50 » 0,63	4,0	6,0	10,0	20,0
» 0,63 » 0,80	4,5	7,0	11,0	22,0
» 0,80 » 1,00	5,0	7,5	12,0	25,0
» 1,00 » 1,25	5,5	9,0	14,0	27,0
» 1,25 » 1,60	6,0	10,0	15,0	30,0
» 1,60 » 2,00	7,0	11,0	17,0	35,0
» 2,00 » 2,50	7,5	12,0	20,0	40,0
» 2,50 » 3,00	9,0	14,0	22,0	45,0
» 3,00 » 4,00	10,0	15,0	25,0	50,0
» 4,00 » 5,00	11,0	17,0	27,0	55,0
» 5,00 » 6,30	12,0	20,0	30,0	60,0
» 6,30 » 8,00	14,0	22,0	35,0	70,0
» 8,00 » 10,00	15,0	25,0	40,0	75,0

Примечание. Для отрезных кругов на вулканитовой связке и армированных на бакелитовой связке допустимые неуровновешенные массы увеличиваются на 20 %.

2. Погрешности измерения допустимой неуровновешенности массы круга (ГОСТ 3060—75)

Масса круга, кг	Величины погрешности измерения, г, для классов неуровновешенности			
	1	2	3	4
От 0,20 до 0,25	0,5	0,8	1,2	2,4
Св. 0,25 до 0,30	0,5	0,9	1,4	2,8
» 0,30 » 0,40	0,6	1,0	1,5	3,0
» 0,40 » 0,50	0,7	1,1	1,8	3,5
» 0,50 » 0,63	0,8	1,2	2,0	4,0
» 0,63 » 0,80	0,9	1,4	2,2	4,5
» 0,80 » 1,00	1,0	1,5	2,4	5,0
» 1,00 » 1,25	1,1	1,8	2,8	5,5
» 1,25 » 1,60	1,2	2,0	3,0	6,0
» 1,60 » 2,00	1,4	2,2	3,5	7,0
» 2,00 » 2,50	1,5	2,4	4,0	8,0
» 2,50 » 3,00	1,8	2,8	4,5	9,0
» 3,00 » 4,00	2,0	3,0	5,0	10,0
» 4,00 » 5,00	2,2	3,5	5,5	11,0

После уравнивания круг устанавливают на станок и производят первую правку. После первой правки круг следует подвергнуть повторной проверке на неуравновешенность и вновь править. Применение уравнированных кругов обеспечивает спокойное (без ударов и вибраций) вращение шпинделя, повышение производительности и качества заточки инструмента, создает безопасные условия работы на станках.

Уравнивание кругов производят на балансировочных станках общего назначения мод. ДБ-3, ДБ-4, ДБ-5 и других, а также на станках, специально разработанных для автоматической балансировки алмазных кругов мод. ЭЗ-27 и ЭЗ-28.

Установка и крепление кругов. При установке и креплении шлифовального круга на станках необходимо проверить соответствие диаметра посадочного места оправки. Величина зазора между отверстием круга и посадочным местом в оправке приведены ниже.

Диаметр отверстия, мм	До 100	101—250
Величина зазора, мм, при окружной скорости вращения круга, м/с:		
до 50	0,1—0,8	0,1—0,2
св. 50	0,2—1,0	0,2—0,6

Если диаметр посадочного отверстия круга меньше, чем диаметр посадочного места оправки, то его растачивают, а при большем диаметре обертывают бумажной лентой (в направлении вращения круга) до получения необходимого зазора. Типовые случаи установки и крепления шлифовальных кругов в оправках на универсально-заточных станках разных моделей показаны на рис. 1.

Абразивные круги устанавливают на оправку 1, закрепляемую в шпинделе станка с помощью специальной гайки 2 (для станков мод. 3В642, 3Б642 и др.). Между торцовыми поверхностями круга и фланцем 3 устанавливают картонные прокладки 4 толщиной 0,5—1,5 мм с наружным диаметром на 4—6 мм больше диаметра фланца. Затем круг закрепляют в оправке винтом 5. При центровании круга в шпинделе станка перед окончательным его креплением удары по кругу разрешается производить только рукой или деревянным молотком. После того, как круг отцентрирован, винт затягивают ключом. Применение зубил, молотков для подтягивания винтов вместо ключей запрещается.

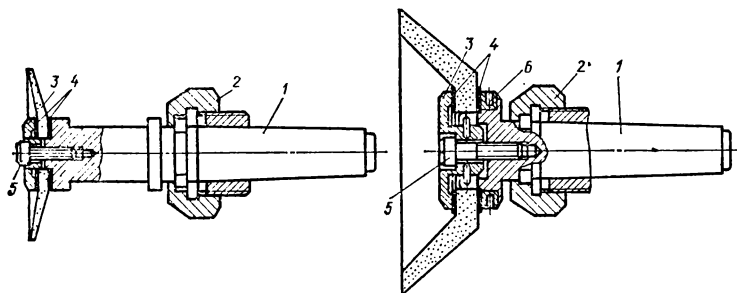


Рис. 1. Оправки для крепления шлифовальных кругов на универсально-заточных станках типа 3В642, 3Б642

В станках мод. 3М642, 3М642Е-1 и других оправку вместе со шлифовальным кругом устанавливают в коническое отверстие шпинделя шлифовальной головки и закрепляют там с помощью шомпола (на рисунке не показан). Оправки для кругов диаметром более 100 мм (см. рис. 1) снабжены грузами 6 для уравнивания.

Для установки оправки со шлифовальным кругом на приспособление для уравнивания используют специальную балансировочную оправку.

Универсально-заточные станки оснащены комплектом оправок для крепления абразивных, алмазных и эльборовых кругов различного профиля диаметром от 200 до 50 мм (диаметры посадочных отверстий 32, 20, 16 и 13 мм). Алмазные и эльборовые круги устанавливают на оправках по посадке h_8 .

Площадь контакта конусного хвостовика оправки (конус Морзе № 3) со шпинделем шлифовальной головки должна составлять не менее 80 %. Биение цилиндрического места посадочного пояса оправки под круг не должно превышать 0,01 мм, а биение рабочей поверхности алмазного или эльборового круга при установке его на шпинделе станка 0,01—0,015 мм.

Затяжку кругов между фланцами необходимо систематически проверять. Гайка для крепления оправки на шпинделе шлифовальной головки должна быть надежно затянута.

Желательно посадочные места оправок для алмазных и эльборовых кругов делать с припуском 0,1—0,3 мм. После установки оправки в шпиндель шлифовальной головки необходимо проточить посадочное место (поясок) оправки и подрезать торец.

При установке круга на оправку и проверке индикатором биения рабочей поверхности необходимо путем поворота круга вокруг оси в пределах 30—90° найти такое положение, при котором биение было бы минимальным. Если круг с оправкой после установки на шпиндель станка имеет биение выше допустимого, то его надо подвергнуть правке.

Биение алмазных и эльборовых кругов при их установке допускается в пределах 0,01—0,015 мм, поэтому целесообразно, чтобы алмазные и эльборовые круги, установленные на оправках, работали без съема с оправок до полного их износа, так как лишние переустановки вызывают многократные правки, что приводит к преждевременному износу кругов.

ПРАВКА КРУГОВ И ПРАВЯЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Важнейшие параметры процессов шлифования и заточки (производительность, точность и качество заточенного инструмента, стойкость шлифовального круга) неразрывно связаны и зависят от методов правки, конструкции правящего инструмента и его износостойкости.

Правку производят с целью получения минимального биения круга, восстановления режущих свойств, получения заданной формы, требуемой шероховатости и точности обработанной поверхности.

В зависимости от режима правки шлифовальным кругом одной характеристики можно получить шероховатость обработанной поверхности $Ra = 1,25$ мкм и 0,40 мкм, достичь 5—6 и 8—9 квалитетов, получить высокую и низкую стойкость круга.

Методы правки. Правку шлифовальных кругов осуществляют методами обтачивания, обкапывания и шлифования (рис. 2).

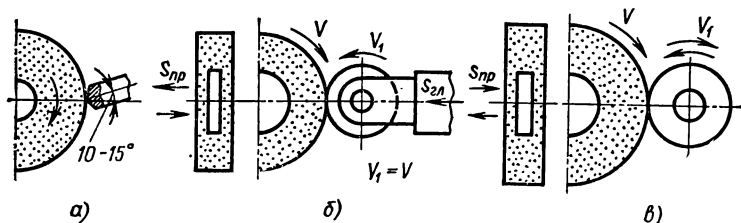


Рис. 2. Правка шлифовальных кругов методами:
 а — обтачивания; б — обкатывания; в — шлифования

Метод обтачивания (рис. 2, а) применяют при правке шлифовального круга алмазным инструментом (алмазными карандашами, алмазами в оправках, алмазными иглами). Скорость резания (обточки) равна окружной скорости шлифовального круга (10—35 м/с). При правке круга методом обтачивания достигается высокая режущая способность круга и высокое качество затачиваемой поверхности.

Метод обкатывания (рис. 2, б) представляет собой процесс дробления и скалывания абразивных зерен на рабочей поверхности круга правящим инструментом. При правке происходит относительное движение двух вращающихся тел — шлифовального круга и правящего инструмента. Последний получает вращение от шлифовального круга благодаря трению, возникающему в зоне контакта. Метод применяют при использовании правящих кругов, изготовленных из крупного зерна карбида кремния, например, КЧ80 (ВТ—ЧТ) К, при использовании стальных дисков, звездочек, шарошек, твердосплавных и алмазных роликов.

При правке методом обкатывания возможны две схемы расположения осей правящего инструмента относительно шлифовального круга: оси вращения шлифовального и правящего инструментов находятся либо в одной плоскости ($\alpha = 0^\circ$), как показано на рис. 2, б, либо в пересекающихся плоскостях, расположенных под углом ($\alpha \neq 0^\circ$). Правку круга этим методом применяют как предварительную в тех случаях, когда необходимо снять большой слой абразива с недостаточно уравновешенного круга.

При **методe шлифования** (рис. 2, в) происходит в основном срезание и скалывание вершин абразивных зерен круга. Большая относительная скорость скольжения обеспечивает получение режущей поверхности круга с заданными точностью и режущими свойствами.

Правящий инструмент получает вращение от привода передней бабки шлифовального станка или индивидуального привода. Метод аналогичен обычному шлифованию, где вместо детали ставят правящий круг. В процессе шлифования абразивный круг имеет рабочую скорость, а правящий круг — скорость примерно 14 м/мин при обильном охлаждении (не менее 12 л/мин).

Правка абразивных кругов. Правку абразивных кругов производят обтачиванием правящими инструментами из сверхтвердых материалов (алмазными карандашами, алмазами в оправке и алмазными иглами) и обкатыванием правящими роликами (алмазными, твердосплавными и металлическими).

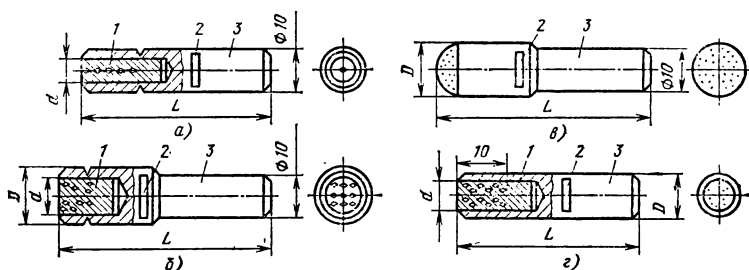


Рис. 3. Форма и размеры алмазных карандашей:

1 — вставка; 2 — место маркировки; 3 — стальная оправка

Правка абразивных кругов алмазными карандашами получила наибольшее распространение (рис. 3). Алмазные карандаши представляют собой цилиндрические стальные оправки 3, имеющие глухие отверстия для вставок 1 с алмазными зернами. В этих вставках в определенном порядке размещены кристаллы (зерна) алмазов, прочно сцементированные с помощью специального сплава. Каждый карандаш маркируется. Алмазные карандаши согласно ГОСТ 607—80 выпускают четырех типов в зависимости от расположения и характеристики алмазных кристаллов в рабочей части: тип 01 — с алмазами, расположенными цепочкой вдоль оси карандаша (рис. 3, а); тип 02 — с алмазами, расположенными слоями (рис. 3, б); тип 03 — с алмазами, расположенными на сферической поверхности (рис. 3, в); тип 04 — с неориентированным расположением алмазов (рис. 3, г). Каждый тип карандашей подразделяют на марки, отличающиеся массой и количеством алмазов, а также размерами вставок и оправок (табл. 3).

Работоспособность алмазных карандашей повышают предварительной металлизацией (покрытием) алмазного сырья. Применение алмазов с покрытием, образующих сплошную прочно соединенную с поверхностью кристалла пленку, способствует более прочному закреплению алмазных зерен в связке, снижает разрушение и выкрашивание алмазов в процессе работы. Износостойкость карандашей типа С из алмазов с покрытиями превышает износостойкость аналогичного инструмента из обычных алмазов в 1,2—1,4 раза.

В карандашах вместо природных алмазов применяют также синтетические поликристаллические алмазы марки СВ. Работоспособность карандашей из спеков марки СВС-II близка работоспособности карандашей из природных алмазов.

Правильные карандаши, бруски и фасонные ролики изготавливают также из сверхтвердого материала «Славутич». Эти карандаши обладают высокой износостойкостью и в ряде случаев не уступают инструментам из природных алмазов.

Для правки кругов больших размеров при профильном шлифовании применяют природные алмазы в оправках (ГОСТ 22908—78), представляющих собой стальную державку, в которой закреплен необработанный кристалл алмаза с острой вершиной.

Правку односторонних резбошлифовальных кругов производят алмазными иглами из природных алмазов (ГОСТ 17564—72).

Для правки абразивных кругов применяют также технические алмазы (борт, баллас, карбонадо и др.) в виде кристаллов массой 0,5—2,0 кар, зачеканенных в стальной державке, или в виде карандаша, т. е. алмазной крошки массой 0,33—0,01 кар, скрепленной специальным сплавом.

При правке карандаши, так же как и однокристалльные правящие инструменты, должны быть установлены с наклоном в сторону вращения абразивного круга на угол 15°, с тем чтобы по мере износа одной грани алмаза путем поворота вокруг оси карандаша вводить в работу незатупившиеся грани алмаза. При этом рабочую кромку алмаза устанавливают на уровне линии центра правящего круга или ниже ее на 1—2 мм.

Правка абразивных кругов методом обтачивания инструментами из сверхтвердых материалов позволяет получить высокую точность рабочей поверхности круга, которая за счет изменения величины продольной подачи правящего инструмента может обеспечить различную шероховатость обработанной поверхности.

Область применения правящих инструментов из природных алмазов и сверхтвердых материалов приведена в табл. 4.

4. Область применения правящих инструментов из алмазов и сверхтвердых материалов

Тип правящего инструмента	Область применения
Карандаши из алмазов и сверхтвердых материалов	01 Правка абразивных кругов при круглом, внутреннем и фасонном шлифовании
	02, 03 Правка кругов при чистовом шлифовании в автоматическом цикле
	04 Правка фасонных кругов с острым профилем (например, односторонних резбошлифовальных кругов); кругов чашечной, тарельчатой и плоской формы; кругов при заточке пил; тонких кругов на вулканической связке; мелкозернистых кругов для прецизионного шлифования
	Спеки СВС-II Правка абразивных кругов на органических и керамических связках
	«Славутич» марки С3121—С3125 Правка кругов на органической и вулканической связках; правка кругов из электрокорунда на керамической связке
Алмазы в оправках	Правка кругов прямого и фасонного профиля
Алмазные пглы	Правка односторонних шлифовальных кругов

Для правки абразивных кругов методом шлифования применяют алмазные ролики. В этом случае острые алмазные зерна легко вдавливаются в связку и в абразивные зерна правимого шлифовального круга, разрушая их в тонком поверхностном слое и не притупляя вершин. При этом достигается достаточно высокое качество затачиваемой поверхности и обеспечивается высокая режущая способность круга.

Правку кругов алмазными роликами производят при рабочей скорости шлифовального круга; при этом ролик сообщает принудительное вращение. Ролик состоит из стального корпуса и алмазосодержащего слоя, прочно соединенного с корпусом (по форме кругов ПП). Алмазосодержащий слой содержит алмазы, сцементированные специальным сплавом.

Правка алмазных кругов. Правку алмазных кругов производят только при засаливании поверхности алмазосодержащего кольца частицами металла и при его неравномерном износе, приводящем к «завалам» режущих кромок затачиваемого инструмента, а также для восстановления геометрической формы профильных кругов.

Засаливание рабочей поверхности алмазного круга частицами металла происходит при обработке без СОЖ, при одновременной обработке твердого сплава и стальной державки. Засаливание кругов на металлической связке происходит при значительном превышении допустимых окружных скоростей. При работе алмазными кругами на металлической связке заточку без применения СОЖ производить не рекомендуется.

Правку режущей поверхности алмазных кругов рекомендуется производить методами обтачивания и шлифования абразивными инструментами (брусками, кругами), электроэрозионными и электрохимическими методами. При правке алмазных кругов методом обтачивания применяют абразивные бруски, закрепленные в тисках на столе станка. Правку производят при медленном перемещении в продольном и поперечном направлениях относительно алмазного круга.

Режимы правки бруском из карбида кремния зеленого (КЗ) на керамической связке следующие: скорость алмазного круга — рабочая, продольная подача — 1,0—2,0 м/мин, поперечная — 0,01—0,02 мм/дв. ход стола. Правку производят с применением СОЖ.

Для алмазных кругов на органической связке используют бруски твердостью СМ1—СМ2, а для кругов на металлической связке — твердостью С1—С2. Для правки мелкозернистых алмазных кругов применяют более мягкие бруски.

Широкое применение, как наиболее производительная, получила правка алмазных кругов методом шлифования и обкатывания абразивными кругами из карбида кремния зеленого.

Характеристика абразивного инструмента для правки алмазных кругов в зависимости от марки алмазов, зернистости и связки приведена в табл. 5.

Правку алмазных кругов абразивным инструментом следует вести с обильным охлаждением на следующих режимах: окружная скорость абразивного круга 25—30 м/с, продольная подача 1,5—2 м/мин, поперечная подача — 0,03—0,04 мм/дв. ход. Перемещение правящего абразивного круга должно обеспечивать выход его не менее чем на 5 мм с каждой стороны алмазного круга. Абразивный круг в процессе правки методом обкатки вращается благодаря контакту с алмазным кругом. Продольная подача абразивного круга должна быть 0,8—1,2 м/мин, а поперечная подача — до 0,02 мм на 6—8 двойных ходов.

5. Характеристика абразивного инструмента для правки алмазных кругов

Характеристика алмазного круга			Характеристика абразивного инструмента				
Марка алмаза	Зернистость	Связка	Марка абразива и зернистость	Твердость	Связка		
АСВ	315/250	Металлическая	63C40	C1—C2	Керамическая		
АСР АСВ	250/200						
АСР АСВ	200/160						
АСР АСВ	160/125						
АСР АСВ	125/100						
АСР АСВ	100/80						
АСР АСВ	80/63						
АСР АСВ	63/50						
АСО	160/125 125/100 100/80 80/63		Органическая			63C16 63C12 63C10 63C8	CM1—CM2
	63/50 50/40					63C6 63C5	

Абразивный круг при установке его в приспособление для правки подвергают правке с целью устранения радиального биения. В процессе правки он должен постоянно находиться в контакте с алмазным кругом. Для повышения эффективности правки алмазных кругов продольную подачу абразивного круга осуществляют с осциллирующим движением.

Правка абразивных кругов методом шлифования с относительно высокой скоростью скольжения алмазного и абразивного кругов обеспечивает ее высокое качество.

Правку алмазных кругов методом обкатывания абразивным кругом применяют редко из-за низкой эффективности. Торможением правящего круга за счет изменения относительных линейных скоростей повышают эффективность правки.

Электроэрозионный метод применяют для фасонной правки алмазных кругов на металлических связках. Правка кругов происходит за счет эрозии (разрушения) связки кругов при импульсных электрических разрядах с высокой концентрацией энергии. Для осуществления правки необходимо иметь источник питания (генератор импульсов), систему подачи рабочей жидкости и электроды, между которыми проходят разряды. Алмазный круг является анодом, а электрод-инструмент — катодом.

Правку производят дисковым графитовым (чугунным) или латунным электродом квадратного (круглого) сечения. В процессе правки в зазор между алмазным кругом и электрод-инструментом подают рабочую жидкость (например, трансформаторное масло) в количестве 4—5 л/мин.

Напряжение должно быть 18—24 В при предварительной и 8—12 В при окончательной правке. Сила тока 5—12 А. Частота вращения алмазного круга 80—100 об/мин; дискового электрод-инструмента 300 об/мин.

Производительность обработки алмазными кругами, правленными электроэрозионным методом, значительно выше по сравнению с кругами, правленными методом шлифования абразивным кругом.

Электрохимический метод правки алмазных и эльборовых кругов на металлических связках находит широкое применение, так как он более производителен, чем абразивная правка. В процессе правки круг на токопроводящей связке работает при обратной (по сравнению с обычной электроалмазной заточкой, см. гл. 6) полярности тока, т. е. в данном случае круг — анод, а обрабатываемый инструмент — катод (катодный метод). В процессе правки происходит непрерывное анодное растворение связки рабочей поверхности круга, а не обрабатываемой детали, благодаря чему зерна обнажаются и улучшаются условия их резания.

Метод электрохимической правки применяют на станках, предназначенных для электроалмазного шлифования и заточки (см. гл. 3). Правку производят при таких же режимах, как и электроалмазную заточку, хотя напряжение электрического тока устанавливают несколько ниже. В этом случае достигают высокой режущей способности и износостойкости кругов.

Правка эльборовых кругов. Правку эльборовых кругов осуществляют различными методами: обтачиванием режущей поверхности правящими инструментами из сверхтвердых материалов (алмазами в оправе, алмазными иглами, алмазными карандашами типа 01, 02, 03, 04 «Славутич» и др.); обкатыванием режущей поверхности правящими роликами (алмазными, абразивными, металлическими и др.); шлифованием режущей поверхности правящими кругами; вскрытием режущей поверхности абразивными брусками по методу обтачивания; притиркой режущей поверхности чугунными притирами со свободным абразивным зерном; форсированием износа режущей поверхности круга; физико-химическим воздействием на режущую поверхность круга (электрохимическое растворение связки, химическое травление связки и т. д.).

Для правки эльборовых кругов на органической и керамической связках применяют алмазы в оправках (ГОСТ 22908—78 «Алмазы в оправках»), алмазные иглы (ГОСТ 17564—72 «Иглы алмазные») и алмазные карандаши (см. табл. 3). Правка кругов алмазами и алмазными

карандашами методом обтачивания наиболее распространенный и простой метод (см. рис. 2, а). Основным недостатком этого метода является большой расход алмаза (в 100—200 раз больше, чем при правке абразивных кругов из электрокорунда). При высоких требованиях к точности профиля эльборового круга на керамической связке правку его осуществляют на пониженной скорости (15—18 м/с). В этих условиях удельный расход правящих инструментов значительно уменьшается. Рекомендующие режимы правки алмазными правящими инструментами приведены в табл. 6.

6. Режимы правки эльборовых кругов на керамической связке алмазными инструментами

Тип алмазного инструмента	Скорость круга, м/с	Подача на глубину правки, мм/ход	Продольная подача, мм/об
Алмазы в оправке	15—30	0,02—0,10	0,02—0,10
Карандаши 01, 02, 03	15—25	0,05—0,15 0,015—0,025	0,01—0,04 0,04—0,20
Карандаш 04	15—20	0,005—0,010	0,02—0,05

Применение крупнозернистых алмазных карандашей уменьшает удельный расход алмазов по сравнению с мелкозернистыми. Однако оптимальная масса зерна в карандаше должна быть 0,05—0,10 кар.

При правке методом обтачивания применяют алмазные ролики прямого профиля. Продольная подача 0,05—0,10 мм/об, поперечная подача на глубину 0,02—0,05 мм/ход, частота вращения ролика 200—300 об/мин.

При правке методом шлифования применяют абразивные круги на вулканитовой, бакелитовой и керамической связках из электрокорунда или карбида кремния твердостью от СМ до Т. Зернистость этих кругов выбирают на один-два номера крупнее зернистости эльборовых кругов.

С повышением зернистости правящего круга из карбида кремния твердостью СМ2 от № 20 до № 40 расход абразива уменьшается в 1,2—1,3 раза, а производительность правки возрастает в 2 раза.

Эльборовые круги на керамической связке для резьбошлифования правят методом шлифования на режимах: поперечная подача — 0,01—0,02 мм на 4—5 двойных хода, продольная подача 1—1,5 м/мин, окружная скорость кругов: эльборового 1,5—2,0 м/с, правящего (электрокорундового) 10—15 м/с.

Правку эльборовых кругов абразивными брусками применяют в случаях, когда не требуется восстановления геометрической точности профиля. Для правки используют бруски из карбида кремния зеленого твердостью СМ1—СМ2. Зернистость брусков выбирают на один—три номера крупнее зернистости эльборового круга, подвергающегося правке. Мелкозернистые бруски применяют также для чистки эльборовых кругов на керамической связке.

Правка эльборовых кругов по методу притирки со свободным абразивным зерном на чугунной плите создает наиболее благоприятный

рельеф режущей поверхности круга. Этот способ применяют для правки кругов из эльбора формы ЧК.

Круги из эльбора фасонного профиля на металлической связке правят электроэрозионным методом при тех же условиях, что и алмазные круги на токопроводящих связках.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРАВКИ

Простейшее приспособление для правки кругов алмазными карандашами методом обтачивания на универсально-заточных станках мод. ЗВ642 и других показано на рис. 4.

Приспособление состоит из кронштейна 1 и оправки 2. В отверстие оправки вставляют алмазный карандаш 3. Продольным перемещением стола станка 4 производят правку круга.

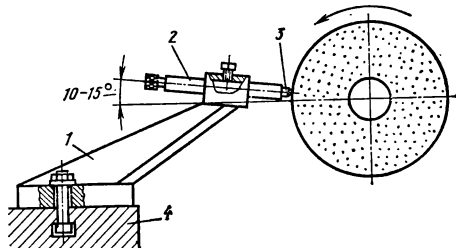
Приспособление для правки абразивных кругов со сложным профилем. Правку шлифовального круга с выпуклыми и вогнутыми дугами окружности и сопряжением с прямыми производят алмазными карандашами в приспособлении, показанном на рис. 5.

Державку 3 с алмазным карандашом устанавливают в угловом пазу стойки 5. Стойка находится на салазках 11, перемещающихся по направляющим. Фиксацию салазок в среднем положении производят штифтами 6. Салазки расположены на суппорте 10, перемещающемся по направляющим формы ласточкина хвоста в диске 8. Диск 8 находится в основании 1 и за рукоятку 16 может поворачиваться на 360° и фиксироваться в нужном положении кольцом 9 с помощью винта 13 и рукоятки 12.

Для правки шлифовального круга по дуге окружности державку алмазного карандаша 3 устанавливают в стойке 5 по упору 4, обеспечивающему расположение острия алмазного зерна карандаша на оси вращения диска 8. Салазки 11 фиксируют штифтами 6, в результате чего при вращении суппорта 10 острие алмазного зерна совпадает с осью вращения диска 8. При этом расстояние между штифтом 2 на диске 8 и планкой 7 на суппорте 10, измеряемое микрометром, равно 75 мм при радиусе дуги окружности, описываемой острием алмазного зерна карандаша, равным нулю.

При установке державки алмазного карандаша на дугу окружности радиуса R суппорт 10 должен устанавливаться так, чтобы расстояние между штифтом 2 и планкой 7 было равно $75 + R$ мм для выпуклого профиля на шлифовальном круге или $75 - R$ мм для вогнутого профиля на круге. Установка на размер радиуса R производится по микрометру с размером $75 \pm R$ мм. Произведенную таким образом

Рис. 4. Приспособление для правки абразивных кругов



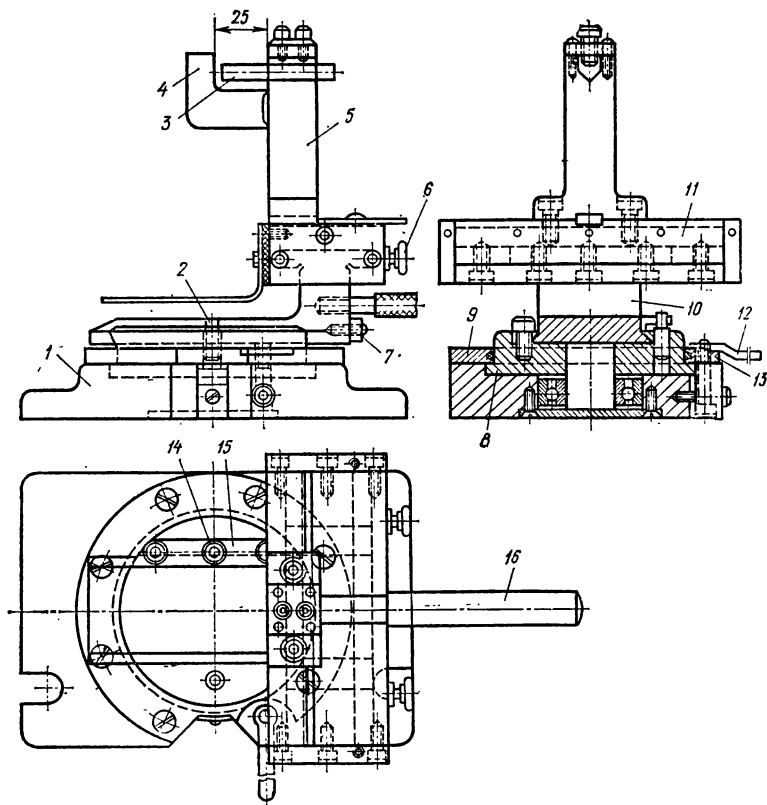


Рис. 5. Приспособление для правки абразивных кругов со сложным профилем

установку фиксируют клином 15 и тремя винтами 14. После этого приспособление устанавливают на магнитную плиту заточного станка так, чтобы кромка алмазного зерна карандаша совпадала с осью шлифовального круга.

При правке круга суппорт 10 вращают рукояткой 16. Настройку приспособления для правки на шлифовальном круге прямых участков, наклонных к оси профиля под некоторым углом, производят следующим образом. Суппорт 10 устанавливают в нулевое положение (размер по микрометру 75 мм). Диск с суппортом 10 и салазки 11 поворачивают на угол $90^\circ - \alpha$, где α — угол между прямой, подлежащей правке участка, и вертикальной осью профиля. При правке прямого участка, расположенного справа от оси профиля, диск 8 поворачивают против часовой стрелки, а при правке участка, расположенного слева, по часовой. Фиксирующие штифты 6 вынимают. Правку углового участка на круге осуществляют путем возвратно-поступательного перемещения салазок 11.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Абразивные круги** 30 — Маркировка 30 — Обозначение абразивного материала 17 — Приспособление для правки 227, 228 — Связка 26 — Структура 29 — Твердость 28
- Типов: *Д* 23; *2П* 21; *3П* 26; *ПВ* 22; *ПВД* 23; *ПВК* 22; *ПП* 18—21; *Т* 25; *4Т* 25; *ЧК* 25
- Алмаз** 6
- природный — Физико-механические свойства 9 — Характеристика 9
- синтетический — Марки и зернистость порошков 12 — Параметры зерен 10 — Физико-механические свойства 9 — Характеристика 9 — Шлифпорошки 13, 14
- синтетический металлизированный 15
- Алмазные круги** — Зернистость 164 — Концентрация алмазов 31 — Маркировка 51, 52 — Показатели работоспособности 150 — Правка 189, 223, 224 — Применение 158 — Связка 31, 164 — СОЖ 163, 166 — Фасонная правка 225
- на керамической связке 51
- на металлической связке 49
- на органической связке 48
- плоские прямого профиля *АПП* (*АА*) 32, 158
- плоские прямого профиля без корпуса *АПП* (*АВ*) 35, 158
- плоские прямого профиля трехсторонние *А2ПП* (*АУ*) 31, 158
- плоские с выточкой *АПВ* (*БА*) 36, 158
- плоские с двусторонней выточкой *АПВД* (*АА3*) 37, 158
- с двусторонним профилем *А2П* (*АЕЕ1Х*, *АЕЕ1Х*) 45, 158
- с полукругло-выпуклым профилем *А5П* (*АЕЕ1Х*) 47, 128
- тарельчатые *АТ* (*АА2*) 42, 158; *А1Т* (*АА4*) 42, 158; *А3Т* (*АА5*) 43, 158; *А4Т* (*АА9*) 44, 158

— чашечные конические *АЧК* (*АА2*) 39, 158; *А14К* (*АА9*) 41, 158; *А24К* (*АА5*) 41, 158

Б

- Балансировка круга** — см. *Уравновешивание круга*
- Баллас** 14, 76, 77, 222
- Белбор** 76
- Боразон** — см. *Кубический нитрид бора*

В

- Время машинное** — Схема расч 149

Г

- Гексанит-А** — Зернистость 16 — Область применения 11 — Характеристика 9
- Головки зуборезные** — Станки для заточки 116
- фрезерные — Станки для заточки 110—112
- ГОСТ** 607—80, 220, 221
- 2424—75 18—26, 30
- 2789—73 186, 208, 211, 215
- 3060—75 216
- 3584—73 13
- 3647—80 12
- 3882—74 71
- 9206—70 13
- 9206—80 13
- 9378—75 211
- 9847—61 211
- 16167—70 32—34, 158
- 16168—80 36, 158
- 16169—81 35, 158
- 16170—81 36, 37, 158
- 16171—81 38, 158
- 16172—80 39, 158
- 16173—81 41, 158
- 16174—81 41, 158
- 16175—81 42, 158
- 16176—70 42, 158
- 16177—70 43, 158

16178—70 44, 158
 16179—70 45, 158
 16180—70 47, 158
 16181—70 148
 17123—79 53—55
 17564—72 222, 225
 19202—80 67
 2163—76 23
 22908—78 220, 225

Гребенки — Допустимое стачивание 89

Д

Дефектоскопия цветная — Состав красителей 213

Доводка — Понятие 146
 — абразивными кругами 153
 — алмазными кругами 155

Долбяки — Допустимое стачивание 91 — Станки для заточки 117
 — зуборезные — Типы 82 — Шероховатость 209

З

Заточка — Понятие 146 — Разновидности 152 — Техничко-экономические показатели 148
 — абразивными кругами 153
 — алмазными кругами 155
 — кругами из электрокорунда и монокорунда 174
 — метчика по передней поверхности 123
 — твердосплавного инструмента — Режимы резания 165—СОЖ 166
 — электроалмазная — Выбор круга 192, 193 — Режимы 192—194 — Станки для заточки 196—199 — Схема 191 — Электролиты 195, 200
 — эльборовыми кругами 174
Зенкеры — Допустимое стачивание 86, 87
 — Шероховатость 209
Зернистость — Понятие 12
 — Содержание основной фракции 13

И

Инструмент режущий — Контроль параметров 202, 203 — Шероховатость 208
 — из АСПК — Заточка и доводка 185
 — концевой — Схема электроалмазной заточки 198
 — многолезвийный — Выбор круга 160 — Приборы для контроля 205
Исмит 76

К

Карандаши алмазные — Правка круга 220
 — Применение 222
 — Форма и размеры 220, 221
Карбид бора 8, 9
Карбид кремния — Физико-механические свойства 9
 — зеленый — Характеристика 8
 — черный — Характеристика 8
Карбонадо 14, 76, 77, 222
Корунд природный 7
Коэффициент плотности связки в алмазном круге 149
Круги из карбида кремния зеленого — Режимы резания для заточки 154 — Характеристики 154
 — из кубического нитрида бора — см. Эльборовые круги
Круг шлифовальный — см. под их названиями: Абразивные круги, Алмазные круги, Эльборовые круги и др. — Зазор между отверстием и посадочным местом 271 — Установка 217
Кубический нитрид бора (КНБ) 11 — Характеристика 9 — Физико-механические свойства 9
Кубонит — Зернистость 15
 — Марки 15
 — Применение 11
 — Характеристики 9

М

Материалы минералокерамические инструментальные 70, 71
 — сверхтвердые синтетические (СТМ) 70, 76, 77
Метод контроля люминесцентный 213
 — цветных красок — см. Дефектоскопия цветная
Метод правки обкатыванием 219
 — обкатыванием 219
 — шлифованием 219, 223
Метчики — Допустимое стачивание 88 — Станки для заточки 122
 — Шероховатость 209
 — твердосплавные — Выбор круга 161
 — четырехканавочные 82
Микропорошки — Зернистость 12
Монокорунд 8

Н

Наждак природный — Характеристика 7
Неуравновешенность маесы круга 216

О

Оправка для крепления круга 217

П

Пилы — Станки для заточки 112, 113

Пластины многогранные из твердого сплава — Выбор круга 159

Плашки — Допустимое стачивание 88

— Шероховатость 209

Правка брусом из КЗ 223

— круга — см. *Метод обтачивания, Метод обкатывания* и др.

Приспособление для доводки передней поверхности ножей фрез 137, 139

Приспособление для заточки концевых инструмента 135—137

— резцов 127, 128

— сверл диаметром 2—10 мм 139, 140

— сверл глубокого сверления 140, 141

— сверл ступенчатых 141, 142

— фрез конусных концевых 135, 136

— фрез с затывочными зубьями 129

— фрез с острозаточенными зубьями 130, 131

— фрез фасонных канавочных 131—134

— фрез червячных 143, 145

Приспособления для нанесения выкружек на протяжках 144, 145

Протяжки — Заточка 120

— Допустимое стачивание 91

— Станки для заточки 118

— Основные элементы 80

— Шероховатость 209

Р

Развертки — Допустимое стачивание 87 — Типы 81 — Шероховатость 209

— монолитные из твердого сплава — Выбор круга 160, 161

Резание — Элементы режима 147

Резцы 92 — Допустимое стачивание 84, 89 — Станки для заточки 106, 107 — Шероховатость 209 — Электроалмазная заточка 199

— из АСПК — Выбор алмазных кругов 187 — Заточка и доводка 185

— из быстрорежущей стали — Заточка и доводка 178—183

— из СТМ — Оборудование для обработки 187—189 — СОЖ 189

— прецизионные с пластинками из твердого сплава 159

— токарные проходные — Геометрические параметры 78, 79 — Основные элементы 78

— токарные с пластинками из твердого сплава 167, 168

С

Сверла — Выбор круга 161

— Геометрические параметры 79

— Допустимое стачивание 86

— Станки для заточки 108, 109

— Формы заточки 79

— Шероховатость 209

Связка бакелитовая 27

— вулканическая 27, 65

— металлическая 66

— органическая 65

СОЖ — Состав для инструмента из СТМ 189

Сплавы спеченные (металлокерамические) твердые 70, 71 — Свойства 74—76

Стали быстрорежущие 69, 70 — Характеристики 72, 73

Станок универсально-заточный мод. 3В642 — Кинематическая схема 97 — Органы управления 96 —

— Поддача СОЖ 99 — Технические характеристики 94

— Шлифовальная головка 98

— мод. 3М642Е — Кинематическая схема 104 — органы управления 103 — Техническая характеристика 100, 101

Стойкость круга — Понятие 146

Сфорокорунд 8

Т

Тиски трехповоротные универсальные 126, 127

У

Уравновешивание круга 215

Ф

Фрезы — Допустимое стачивание 84, 85, 89 — Типы 80 — Шероховатость 209

— концевые — Станки для заточки 110, 111 — Электроалмазная заточка 199

— твердосплавные — Выбор круга 161 — Заточка 169—172

— червячные 82 — Допустимое стачивание 90 — Станки для заточки 114, 115

Ш

Шеверы — Допустимое стачивание 91
Шероховатость поверхности — Параметры 208
 — Приборы для измерения 211, 212
Шлифзерно — Зернистость 12
Шлифование кругами из электрокорунда и монокорунда 174
 — эльборовыми кругами 174
Шлифпорошки — Зернистость 12

Э

Электрокорунд — Параметры зерен 10 — Физико-механические свойства 9
 — белый 7
 — нормальный искусственный 7
 — титанистый 7
 — хромистый 7
 — циркониевый 7
Эльбор — Зернистость 16
 — Марки 15
 — Параметры зерен 10
 — Применение 11
 — Характеристика 9
Эльбор-Р 76, 77
Эльборовые круги — Зернистость 52 — Маркировка 68 — Правка 225 — Связка 52 — Структура 67 — Твердость 67
 — для инструментальной стали — Доводка 174

— для быстрорежущей стали — Выбор зернистости 177 — Обработка 174—176—СОЖ 184 — Характеристика 176
 — на металлической связке 66
 — на керамической связке 65
 — на органической связке 65
 — плоские прямого профиля *А1А* (*ЛПП-1*) исполнение 1 53; *АА2* (*ЛПП-2*) исполнение 2 55; *АА1* (*ЛПП-3*) 64
 — плоские прямого профиля без корпуса *А8* (*ЛПП*) 56
 — плоские с выточкой *6А2* (*ЛПВ*) 60
 — плоские с двусторонней выточкой *9А3* (*ЛПВД*) 60
 — плоские с двусторонним коническим профилем *1D1* (*Л2П-1*) 58
 — плоские с двусторонним коническим профилем *1Е1* (*Л2П-2*) 57; *1Е6Q* (*ЛП2-3*) 57; *1АЕЕ1Х* (*Л2П-4*) 64
 — плоские с односторонним коническим профилем *1R1* (*ЛП4-1*) 59; *1U1* (*Л3П*) 58
 — плоские с полукругло-выпуклым профилем *1F1Х* (*Л1ФП*) 59
 — профильные *4U4* (*Л4П-2*) 59
 — тарельчатые *12А2—20°* (*Л3Т*) 63; *12R4* (*Л1Т*) 63; *12R9* (*Л2Т*) 62; *12U2—20°* (*Л3Т*) 64; *12U9* (*Л4Т*) 62
 — чашечные *12А2—45°* (*ЛЧК-2*) 61
 — чашечные конические *11А2* (*ЛЧК-1*) 61; *12U5—45°* (*Л2ЧК*) 62



№ 208



МАШИНОСТРОЕНИЕ