

Цель работы: приобретение практических навыков по расшифровке и выбору абразивных материалов и инструментов для выполнения различных работ.

Материалы и оборудование: набор абразивных инструментов, методические указания к лабораторной работе, масштабная линейка.

Порядок выполнения работы

1. В часы самоподготовки накануне занятий изучить свойства и назначение абразивных материалов и инструментов.
2. Произвести расшифровку абразивных инструментов (набор инструментов задается преподавателем).
3. Произвести выбор абразивных инструментов для выполнения работ, условия которых заданы преподавателем.
4. Убрать рабочее место.
5. Оформить и сдать отчет.

Содержание отчета

1. Расшифровать маркировку следующих абразивных инструментов (шифр или инструмент задается преподавателем): шлифовальный круг, шлифовальный брусок, алмазный круг, шлифовальная шкурка.
2. Выбрать абразивный инструмент для выполнения работ, заданных преподавателем (табл. 1).
3. Дать краткое обоснование выбора инструментов.

Таблица 1. Задания для выбора абразивного инструмента

№ п.п.	Вид и условия обработки	Обрабатываемый материал	Станок (модель)	Шифр инструмента
1	2	3	4	5
1	Круглое шлифование:			
	черновое			
	чистовое			

1	2	3	4	5
2	Плоское шлифование:			
	черновое чистовое			
3	Хонингование			
4	Заточка инструментов:			
	черновая чистовая			

1. ХАРАКТЕРИСТИКА АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Виды и свойства

Все абразивные материалы, применяемые в настоящее время, можно разделить на природные и синтетические.

Природные абразивные материалы

Кварц состоит в основном из кристаллического кремнезема. Твердость кварца по шкале Мооса – 7, микротвердость – 10,8–11,1 ГПа.

В зависимости от содержания примесей кварц имеет различную окраску (от бесцветной до черной) и названия. Одна из его разновидностей – кварцевый песок – белого, желтого и других цветов.

Кварц применяется для изготовления шлифовальной шкурки по обработке дерева, кожи, резины и т. д., кроме того, может использоваться для изготовления ведущих кругов при бесцентровом шлифовании.

Кремень 81 Кр – разновидность кварцевой твердой породы светло-серого, желтовато-серого, черного или красного цвета. Зерна кремния имеют несколько более острые кромки, чем кварца, а по твердости они примерно равны. Для производства абразивных материалов используется кремниевая галька или кусковой кремень с содержанием SiO_2 не менее 96% и CaO не более 1,0%.

Применяется для изготовления шлифовальной шкурки по обработке главным образом неметаллических материалов: кожи, дерева, эбонита и др. Режущие свойства ее несколько выше, чем кварцевой.

Наждак – минерал, состоящий из кристаллической окиси алюминия (Al_2O_3) и примесей, главным образом окисей железа и силикатов

(до 40%). Цвет серый. Твердость наждака – 7–8 по шкале Мооса, микротвердость – 11,8 ГПа.

Применяется для изготовления абразивной шкурки, бытовых брусков и для притирки деталей.

Корунд 92Б – минерал, состоящий на 80–95% из кристаллической окиси алюминия (Al_2O_3), примесей кварца и других минералов. Цвет корунда – синевато-серый, серый, синий, бурый, красный, желтый в зависимости от входящих в него примесей. Твердость корунда по шкале Мооса – 9, микротвердость – 20,2 ГПа. Используется в настоящее время в виде порошков, микропорошков и паст для доводки изделий из металла, стекла и других материалов.

Алмаз (А) – кристаллический углерод. Обладает наибольшей твердостью среди природных материалов. По шкале Мооса его твердость равна 10, микротвердость – 100 ГПа. Обладает высокой износостойкостью, упругостью, теплопроводностью и теплоемкостью, но хрупок, прочность при изгибе составляет 206–480 МПа. Коэффициент линейного расширения алмаза в 5 раз меньше, чем твердого сплава, и примерно в 7 раз меньше, чем стали P18. Коэффициент трения алмаза по стали в 6 раз меньше, по латуни – в 5 раз, по алюминию – в 2 раза, чем твердого сплава.

Указанные свойства алмазов и определяют их высокую режущую способность, точность обработки, широкое применение и высокую эффективность алмазного инструмента.

Алмаз встречается в природе в виде кристаллов массой от 0,005 до нескольких десятков (редко до сотен) карат (карат равен 0,205 г). В зависимости от содержания примесей (0,02–4,8%) окислов алюминия, железа, кальция, кремния, марганца, титана и других алмазы имеют различный цвет (от прозрачных до черных различных оттенков).

В зависимости от цвета и свойств различают следующие технические алмазы: борты, балласты (применяются особенно широко) и карбонадо (пористые – применяются реже).

Алмазы размером 0,2 карата и более применяются для изготовления карандашей для правки кругов, резцов, стеклорезов, наконечников к измерительным приборам, бурового инструмента и т.д., а более мелкие зерна и пыль – для производства абразивных инструментов (кругов, брусков, надфилей, паст и др.), для обработки твердых сплавов, драгоценных камней и алмазов, кварца, керамики, металлов и других материалов преимущественно на чистовых и отделочных операциях.

Существенным недостатком алмаза является сравнительно низкая

теплостойкость. Поэтому температура на рабочих поверхностях алмазного инструмента не должна превышать 700–750°C, особенно в контакте с железом и его сплавами.

Пемза – вулканическое пористое стекло. Применяется в виде порошков преимущественно для доводки мягких металлов, пластмасс и других материалов, а также при подготовке поверхностей изделий под покрытия.

Природные абразивные материалы (кроме алмаза) из-за большого содержания примесей обладают низкой и нестабильной абразивной способностью. Кроме того, запасы некоторых (алмаз, корунд) ограничены. Поэтому в промышленности в настоящее время используются преимущественно синтетические абразивные материалы, обладающие высокой однородностью, твердостью и постоянством свойств.

Синтетические абразивные материалы

Электрокорунды состоят из кристаллической окиси алюминия (Al_2O_3). Получают их плавкой бокситов или глинозема в электропечах. В зависимости от содержания примесей электрокорунды имеют различный цвет, структуру и свойства. Примесь хрома окрашивает корунд в красный цвет, примесь титана – в синий, трехвалентное железо – в коричневый, а смесь двух- и трехвалентного железа – в черный.

Твердость по шкале Мооса – 9–9,1, микротвердость – 17,6–25,7 ГПа.

Электрокорунд выпускается следующих марок: нормальный, белый, хромистый, титанистый, монокорунд и др.

Электрокорунд нормальный 1А (12А–16А) содержит соответственно 91, 92, 93, 95% Al_2O_3 . Цвет розовый, малиновый, синий, от светло-коричневого до темно-коричневого.

Твердость по шкале Мооса – 9, микротвердость – около 19,6 ГПа. Наряду с высокой твердостью зерна прочны, допускают большие и неравномерные нагрузки.

Инструменты из 1А как более прочные по сравнению с инструментами, выполненными из других абразивных материалов, применяются для обработки материалов с высоким сопротивлением разрыву в условиях, когда на абразивные зерна действуют большие удельные давления: обдирка стальных отливок, поковок и проката, высокопрочных и ковких чугунов, получистовая и чистовая обработка углеродистых и легированных сталей в сыром и закаленном состоянии, марганцовистой бронзы, никеля и его сплавов и др.

Электрокорунд белый 2А (22А–25А) содержит соответственно 97, 99 и 99,3% Al_2O_3 . Получают его плавкой чистой окиси алюминия (технического глинозема). Цвет белый или светло-розовый.

Твердость по шкале Мооса – 9,1, микротвердость – 21,6–25,5 ГПа. Зерна электрокорунда белого более тверды, однородны и обладают лучшей режущей способностью, но более хрупки, чем зерна электрокорунда нормального, дают меньший нагрев при шлифовании.

Инструменты из 2А используются (преимущественно при чистовых режимах) для обработки закаленных заготовок из углеродистых, легированных сталей, хромированных и нитрированных поверхностей деталей, тонких стальных деталей, когда затруднен отвод тепла из зоны обработки (зубья шестерен, тонкостенные детали и др.), заточки режущих инструментов из углеродистых, легированных и быстрорежущих сталей, быстрорежущих и других незакаленных высоколегированных сталей, поверхностей при больших площадях контакта между инструментом и заготовкой (плоское, внутреннее, профильное шлифование), доводка мелкозернистыми инструментами (хонингование, су-перфиниш).

Электрокорунд хромистый 3А (32А–34А) (технический рубин) содержит не менее 97% Al_2O_3 и до 2% окиси хрома. Зерна имеют розовую окраску. Применяется для тех же целей, что и 2А, но при интенсивных режимах шлифования. Производительность шлифования и стойкость инструментов в этом случае выше в связи с большей ударной вязкостью зерен.

Для труднообрабатываемых сталей применять его не рекомендует-ся.

Электрокорунд титанистый 37А (технический сапфир) содержит не менее 97% Al_2O_3 и не менее 2% окиси титана, что повышает вязкость зерен. По свойствам и области применения близок к 1А. Целесообразно применять инструменты из него в условиях тяжелых неравномерных нагрузок при обработке конструкционных сталей.

Электрокорунд циркониевый 38А содержит не менее 97% Al_2O_3 с добавлением окиси циркония. Зерна имеют высокую прочность. Инструменты из него применяются в основном для обдирочного шлифования.

Монокорунд 4А (43А–45А) содержит соответственно 96,5–98,5% Al_2O_3 . По сравнению с предыдущими материалами обладает большей твердостью, механической прочностью, абразивной способностью и лучшей самозатачиваемостью. Это объясняется особенностью техно-

логии его получения, в результате которой зерна монокорунда являются целыми кристаллами, а не осколками кристаллов, полученных в результате дробления электрокорундов. Все это обеспечивает лучшие режущие свойства, меньшие усилия резания и нагрев обрабатываемых поверхностей.

Инструменты из монокорунда используются при получистовом и чистовом шлифовании аустенитных сталей, деталей из азотированных, цементированных, закаленных, быстрорежущих, высоколегированных сталей, сталей с низкой теплопроводностью и при заточке инструментов из этих материалов. В этом случае меньше опасность появления прижогов на обрабатываемых поверхностях.

Электрокорунд хромтитанистый 9А (92А–94А) используется в основном для изготовления шлифовальных шкурочек и обработки незакрепленными зернами (порошки, пасты). Для этих же целей могут использоваться и другие абразивные материалы.

Сфорокорунд (ЭС) содержит более 99% Al_2O_3 , получают его из глинозема в виде полых корундовых сфер. Абразивные инструменты из сфорокорунда применяются для обработки мягких и вязких материалов: кожи, резины, пластмасс, цветных металлов и др. В процессе шлифования сферы разрушаются и образуются острые режущие кромки, что обеспечивает большую производительность при небольшом тепловыделении.

Карбид кремния (SiC) является химическим соединением кремния с углеродом. Имеет твердость по шкале Мооса – 9,2, микротвердость – 28–35,3 ГПа. В зависимости от состава и количества примесей выпускается двух видов: карбид кремния черный 5С (52С–55С), содержащий соответственно 95–98% SiC (цвет зерен серый или темно-синий) и карбид кремния зеленый 6С (62С–64С), содержащий соответственно 97–99% SiC (цвет от светло-зеленого до зеленого). По сравнению с 5С он имеет повышенную твердость, абразивную способность и хрупкость. Он дороже 5С.

Карбид кремния, имеющий более высокую твердость, острые грани, но повышенную хрупкость зерен по сравнению с электрокорундами применяется для обработки материалов с невысоким сопротивлением разрыву – чугун, бронза, латунь, твердые сплавы, стекло, фарфор, мрамор, гранит, керамические изделия, кость, уголь, жаропрочные сплавы, цинк, олово, медь, алюминий и его сплавы, полупроводники, пластмассы, кожа, резина, дерево и другие материалы. Они обычно имеют меньшее удельное сопротивление резанию, чем стали.

Титановые жаропрочные и твердые сплавы лучше обрабатываются карбидом кремния зеленым, однокарбидные вольфрамовые можно обрабатывать и карбидом кремния черным. Мелкозернистые карбиды кремния применяются и для отделочного шлифования сталей.

Карбид бора (КБ) содержит 85–94% В₄С. Цвет темно-серый с металлическим блеском. Имеет высокую твердость – 9,3 по шкале Мооса, микротвердость – 39,2–48,0 ГПа, обладает износостойкостью, химической стойкостью и высокой абразивной способностью. Весьма хрупок, особенно при крупных зернах, поэтому выпускается обычно зернистостью меньше 12 и используется в виде порошков и паст для доводки твердосплавных и минералокерамических резцов и других твердых материалов.

Техническое стекло 71F оконное, бутылочное используется для изготовления шлифовальных шкур по обработке дерева и других мягких материалов.

Алмаз синтетический (АС). Различают алмазы обычной, повышенной, высокой прочности, а также монокристаллические (АС2, АС4, АС6, АС15, АС20 и др.). Последние два имеют прочность, близкую к природным, и применяются для лезвийных инструментов, работающих в особо тяжелых условиях (резка и обработка гранита, корунда и т. п.).

Твердость по Моосу – 10, микротвердость – 78,5–100 ГПа. Свойства и область применения те же, что и природного алмаза.

Кубический нитрид бора (КНБ) имеет следующие обозначения: ЛО, ЛП, ЛД, ЛОМ, ЛОС. Синтезируется из гексагонального нитрида бора при высокой температуре и давлении. Твердость по Моосу – 9,8–10, микротвердость – 71,5–98,0 ГПа, т. е. близка к алмазу.

Обладает высокой теплостойкостью (1400–1800°С) и химической стойкостью, инертен к железу. Физико-механические, эксплуатационные свойства и цвет зависят от исходных материалов и параметров синтеза. Поэтому синтезируемый различными производствами он имеет существенные различия и выпускается под различными марками: боразон, кубонит, эльбор. Цвета: молочно-белый, желтый, бесцветный, розовый и др.

Инструменты из кубического нитрида бора используются преимущественно на чистовых операциях шлифования быстрорежущих, жаропрочных и других высоколегированных сталей и сплавов, литых магнитов. Они лучше в этом случае сопротивляются износу, чем алмазные, и имеют высокую размерную стойкость.

1.2. Зернистость

Зернистость – это размер зерен, их величина (крупность). В настоящее время в Республике Беларусь действует градация зернистости, приведенная в табл. 2.

Таблица 2. Группа и зернистость абразивных материалов

Группа	Зернистость
Шлифзерно	200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32,25,20,16
Шлифпорошки	12, 10, 8, 6, 5, 4, 3
Микропорошки	M63, M50, M40, M28, M20, M14
Тонкие микропорошки	M10, M7, M5, M3, M2, M1

Для шлифзерна и шлифпорошков номер зернистости указывает нижний предел крупности зерен основной фракции в сотых долях миллиметра, т. е. номинальный размер стороны ячейки сита на просвет, на котором задерживаются зерна этой фракции при просеивании.

Для микропорошков номер зернистости указывает верхний предел крупности зерен основной фракции (мкм) или, если зернистость маркирована в виде дроби, – диапазон, верхний предел которого числитель, а нижний – знаменатель (мкм).

Для алмазных порошков к маркировке добавляются буквы А (для природных) и АС (для синтетических), а для эльбора – буква Л. Например, АМ40, АСМ40, Л25, ЛМ40 и т. д.

Включение в маркировку зернистости буквы Н (АН, АСН) указывает, что зерна обладают повышенной абразивной способностью и применяются для обработки алмазов, корундов, специальной керамики и др.

В одном номере зернистости размеры зерен отличаются в 0,6–1,6 раза от основной фракции, а в микропорошках – в три и более раза. Это влияет на однородность инструмента и стабильность его работы.

Поэтому в маркировке номер зернистости дополняется буквенным индексом В, П, Н, Д, который означает следующее процентное содержание основной фракции: В (высокое) – 55–60% для зернистости М63–М5 и далее для всех номеров зернистости, П (повышенное) – 45–55%, Н (нормальное) – 40–45%, Д (допустимое) – 37–41%.

Крупнозернистые инструменты применяются при обдирочных работах: когда имеется опасность засаливания круга, при больших площадях контакта между кругом и обрабатываемой деталью, при правке шлифовальных кругов и т. д.

Мелкозернистые инструменты используются при высоких требованиях к шероховатости поверхности, когда требуется высокая кромкоустойчивость и общая стойкость кругов, так как мелкие зерна более прочны при обработке твердых материалов (закаленные стали, твердые сплавы и т. д.), при профильном шлифовании, заточке мелкого инструмента, отделочном шлифовании и т. д.

Наиболее часто применяется средняя зернистость, при которой обеспечивается высокая производительность, хорошая стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности $Rz=6,3-2,0$ мкм.

Примерные рекомендации по выбору зернистости абразивных инструментов:

200–125 – зачистка стальных болванок и чугунных отливок;

125–80 – зачистка отливок, поковок, штамповок, обдирочное плоское торцовое шлифование и другие обдирочные работы;

100–80 – предварительное плоское торцовое шлифование;

80–50 – при больших площадях контакта между абразивным инструментом с обрабатываемой заготовкой (плоское шлифование торцом круга, внутреннее шлифование) и особенно, если имеется опасность засаливания круга (обработка меди, латуни и др.);

50–40 – предварительное круглое наружное, внутреннее, бесцентровое, плоское шлифование;

40–16 – заточка режущих инструментов;

25–12 – окончательное чистовое и профильное шлифование, заточка мелкого инструмента, шлифование хрупких материалов;

12–6 – отделочное шлифование, доводка твердых сплавов;

6–4 – отделочное шлифование, резьбошлифование, чистовое хонингование;

M40 и мельче – суперфиниширование, окончательное хонингование, шлифование резьб с мелким шагом, доводка тонких лезвий, калибров и т. д.

При одних и тех же условиях обработки инструменты на бакелитовой связке можно брать на 1–2 номера зернистости больше, чем на керамической. Россия, являющаяся основным поставщиком абразивных инструментов в Республику Беларусь, с 1 января 2008 г. осуществляет постепенный переход на новую их маркировку (ГОСТ Р 52381–2005). В соответствии с новым ГОСТом номера зернистости отражают максимальный размер абразивного зерна, выраженного в долях дюйма (1 дюйм равен 25,4 мм).

Ориентировочное соответствие старого и нового обозначения зернистости абразивного материала представлено в табл. 3.

Таблица 3. Ориентировочное соответствие старого и нового обозначения зернистости абразивного материала

Обозначение		Размер шлифзерна основной фракции, мкм
рекомендуемое по ГОСТ Р 52381–2005	ранее применяемое по ГОСТ 3647–84	
F-12	160	2000–1600
F-16	125	1600–1250
F-20	100	1250–1000
F-24	80	1000–800
F-30	63	800–630
F-36	50	630–500
F-40	40	500–400
F-46	32;40	500–315
F-54	32	400–315
F-60	25	315–250
F-70	20	250–200
F-80	16	200–160
F-90	12;16	200–125
F-100	12	160–125
F-120	10	125–100
F-150	8	100–80
F-180	6	80–63
F-220	5	63–50
F-230	M63	63–50
F-240	M50	50–40
F-320	M40	40–28
F-400	M28	28–20
F-500	M20	20–14
F-600	M14	14–10
F-800	M10	10–7
F-1000	M7	7–5
F-1200	M5	5–3

2. ХАРАКТЕРИСТИКА АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Абразивные инструменты состоят из абразивных зерен, скрепленных связкой, пор и иногда наполнителей. Они характеризуются кроме вида и размера абразивного зерна связкой, твердостью, структурой, формой и размерами, точностью, уравновешенностью.

2.1. Связка

Применяются две группы связок:

а) неорганические – керамическая (К), магнезиальная (М), силикатная (С), металлическая (МЛ, М4 и др.);

б) органические – бакелитовая (Б), глифталевая (Г), вулканитовая (В), поропластовая (П) и др.

В настоящее время удельный вес выпуска абразивных инструментов составляет на керамических связках 50–60%, на бакелитовых – 30–40%, на вулканитовых – около 5% и менее 5% на остальных связках.

Керамическая связка (К1–К8, К10). Цифры 1–8, 10 и другие, помещенные после условного обозначения связки, означают ее рецептуру. Состоит из каолина, огнеупорной глины, талька и других компонентов.

Цвет ее от бело-розового до коричневого. Инструменты на ней более пористы, чем на органических связках, а при простукивании более звонки. Эта связка химически, тепло- и водостойка, жестка и достаточно прочна. Абразивные круги на керамической связке обычно работают при окружных скоростях до 35 м/с, а изготовленные по особой технологии – до 65 м/с. Связка хорошо сцепляется с корундовым зерном и хуже с карбидокремниевым. Обладает большой универсальностью. Может применяться для изготовления абразивных инструментов любых форм, размеров, зернистости и твердости, за исключением тонких (тоньше 3 мм) кругов больших диаметров из-за повышенной хрупкости. Инструменты на ней могут работать с любым видом охлаждающей жидкости и без нее. Имеет низкий коэффициент теплопроводности.

Бакелитовая связка (Б, Б1–Б4, БУ, Б156, БП2) состоит из фенолформальдегидной или бакелитовой смолы. Цвет коричневый разных оттенков. При нагреве ее пламенем появляется резкий запах фенола. По сравнению с керамической связкой более прочна, особенно на сжатие и упругость. На ней могут изготавливаться прорезные круги толщиной до 0,2 мм, а также инструменты для работы с переменной нагрузкой. Круги на бакелитовой связке могут работать при скоростях до 50 м/с, а изготовленные по особой технологии и армированные тканью или нитями из нейлона, капрона и других материалов – до 80 м/с. Они обладают лучшей самозатачиваемостью, однородностью и меньше нагревают обрабатываемую заготовку.

При нагреве до температуры 200–250°C бакелитовая связка становится хрупкой. Нестойка к щелочным растворам, поэтому концентрация их не должна превышать 1,5%. Этот недостаток частично устраняется, если боковые поверхности круга покрыть водостойким лаком, краской, серой.

Вулканитовая связка (В, В1–В3, В5) состоит в основном из искусственного каучука с вулканизирующими добавками. Цвет колеблется от коричневого до черного. При нагреве пламенем появляется запах горелой резины. На этой связке выпускаются жесткие и эластичные инструменты. Жесткие, в которых связкой является эбонит, изготавливаются большого ассортимента, толщина самых тонких – до 0,1 мм. Работают при скоростях до 50 м/с. Гибкие круги, в которых связкой является резина, выпускаются четырех ступеней эластичности: эластичные (1ГК), среднеэластичные (2ГК), малоэластичные (3ГК) и жесткие (4ГК). Они способны принимать форму обрабатываемой поверхности и оказывают хорошее полирующее действие. Применяются для снятия небольшого (несколько микрометров) слоя материала. Менее прочны и работают при скоростях до 30 м/с.

Инструменты на вулканитовой связке плотны, теплопроводность и теплостойкость (150–180°C) их ниже, чем бакелитовых. Дают повышенный нагрев обрабатываемых заготовок. Нестойки к керосину и другим нефтепродуктам.

Глифталевая связка (Г). Глифталь – синтетическая смола из глицерина и фталевого ангидрида, по виду напоминает канифоль. Круги на этой связке более упруги и водостойки, чем бакелитовые, но имеют меньшую прочность и теплостойкость. Позволяют работать со скоростью до 35–50 м/с. Применяются при чистовом и отделочном шлифовании сталей, обеспечивают шероховатость $R_z = 0,80–0,125$ мкм.

Связки для инструментов из зерен алмаза и кубического нитрида бора. Рабочий слой инструментов из этих материалов состоит из порошка алмаза или КНБ, связки, наполнителя и пор. Этот слой характеризуется концентрацией, которую принято выражать в процентах: 25, 50, 75, 100, 125, 150%. За 100% условно принято содержание алмазного (или КНБ) порошка 4,39 карата в 1 см³. В маркировке инструментов концентрация может обозначаться номерами соответственно от 1 до 6.

Наполнители (карбид бора, карбид кремния, электрокорунд и др.) в одних случаях повышают твердость, прочность и износостойкость

связки, в других – интенсифицируют процесс резания, в третьих – улучшают теплоотвод в тело круга.

Для уменьшения влияния наполнителя на шероховатость обработанной поверхности заготовки зернистость его берется на 2–3 ступени ниже, чем зерна алмаза или КНБ.

Для изготовления инструментов из алмаза и КНБ применяются в основном связки трех групп: органические (Б1–Б4, Т02, Т04, БР, Б156, КБ и др.); керамические (К1, КС, К2, К5, СК, СТ и др.); металлические (М1, М4, М5, МК, МВ1, М013, МИ, МС1, МС6, МС15, М04, М016).

Из перечисленных органических связок наибольшее применение для изготовления инструментов из алмаза и КНБ обычной прочности с концентрацией 50, 100 и реже 150% получили бакелитовые связки Б1, Б2, Б3, Т02, состоящие из пудвербакелита и наполнителя соответственно из карбида бора, железного порошка, электрокорунда белого с коллоидным графитом и карбида бора с медным порошком. Применяются они при чистовых операциях и доводке.

Из керамических наиболее часто применяются связки К1 и К5, основой которых является огнеупорная глина и легкоплавкое стекло, и наполнитель из карбида бора.

Инструменты на этих связках изготавливаются из алмазов и КНБ повышенной прочности и предназначены для обработки твердосплавных пластин режущих инструментов вместе с крепежной стальной частью.

Связки стеклокерамические СК и СТ используются для изготовления суперфинишных брусков и некоторых других инструментов. Наиболее распространенные металлические связки М1, М5, МИ, МК, М013, МС1, МС6, МВ1 состоят из различных композиций на основе меди, олова, железа, алюминия, никеля, цинка и других металлов с наполнителями из карбида бора (М013), карбида кремния зеленого (МИ), электрокорунда (МК), глинозема (МС3) и др.

Инструменты на этих связках изготавливаются из алмазов повышенной и высокой прочности, обладают более высокой износостойкостью, менее чувствительны к переменным нагрузкам, лучше сохраняют свою геометрическую форму по сравнению с предыдущими связками и рекомендуются в основном для предварительного шлифования керамики, стекла и заточки твердосплавных инструментов.

Кругами на связках МС6 и МС1 можно обрабатывать твердые сплавы без охлаждения, на остальных связках – с охлаждением для уменьшения засаливания и уменьшения расхода алмазов, связанных с повышением температур в зоне резания.

В табл. 4 приведены ранее применяемые и соответствующие им новые обозначения связок абразивного инструмента.

Таблица 4. Связка абразивного инструмента

Обозначение		Наименование
ранее применяемое	рекомендуемое по ГОСТ Р 52588–2005	
К1–К8, К10	V	Керамическая
Б, Б1	B	Бакелитовая
БУ	BF	Бакелитовая с наличием упрочняющего элемента
Б4	B4	Бакелитовая с графитовым наполнителем

2.2. Твердость

Твердость абразивных инструментов – это сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под действием внешних усилий. Ничего общего она не имеет с твердостью абразивных зерен. Определение твердости производится вдавливанием стального шарика или конуса, пескоструйным способом или высверливанием лунки.

В настоящее время в Республике Беларусь действует следующая шкала степеней твердости инструментов: весьма мягкие ВМ1, ВМ2; мягкие – М1, М2, М3; среднмягкие – СМ1, СМ2; средние – С1, С2; среднетвердые – СТ1, СТ2, СТ3; твердые – Т1, Т2; весьма твердые – ВТ1, ВТ2; чрезвычайно твердые – ЧТ1–ЧТ10.

Цифры 1, 2, 3 характеризуют твердость в порядке ее возрастания. На керамической и бакелитовой связках выпускаются инструменты всех степеней твердости, а на вулканитовой – только СМ, С, СТ и Т. С повышением твердости и уменьшением зернистости прочность абразивных кругов возрастает.

С твердостью абразивного инструмента связаны производительность, качество обработки и расход инструмента. При правильном выборе инструмента по твердости происходит его самозатачивание, т. е. зерна по мере затупления скалываются и выкрашиваются. При твердом для данной работы инструменте затупившиеся зерна продолжают удерживаться связкой, это приводит к нагреву детали, прижогам, трещинам, ее короблению, большому расходу мощности и т. д. При слишком же мягком инструменте зерна, будучи еще острыми, выкрашива-

ются, инструмент теряет форму и размер, трудно обеспечить точность, требуется частая правка, увеличивается расход инструмента.

Общепринято, что чем тверже обрабатываемый материал, тем мягче должен быть абразивный инструмент, и наоборот. Исключение составляют **медь, алюминий, свинец и другие материалы**, способные сильно засаливать инструмент.

При больших площадях взаимного контакта инструмент – деталь (плоское торцовое и внутреннее шлифование), обработке тонкостенных деталей и материалов с низкой теплопроводностью, заточке инструментов, работе всухую применяют инструменты на 1–2 ступени мягче.

При интенсивных режимах шлифования (большая подача) на предварительных операциях, неравномерном припуске, ручной подаче, фасонном шлифовании, малых скоростях резания и т. п. применяются более твердые инструменты. Инструменты на бакелитовой связке следует брать на 2–3 ступени большей твердости, чем на керамической.

Примерные рекомендации по выбору твердости абразивных инструментов

ВТ1-ЧТ2 – правка абразивных инструментов, шлифование шариков шарикоподшипников и деталей часов.

СТ1-Т2 – обдирочные операции, прорезка канавок, шлифование методом врезания, профильные работы, ведущие круги бесцентрового шлифования.

С2-СТ2 – предварительное круглое шлифование сталей (преимущественно незакаленных) и ковкого чугуна, отрезка, профильное шлифование, обработка прерывистых поверхностей.

СМ1-С2 – чистовое и комбинированное круглое, наружное и внутреннее, плоское шлифование периферией круга, шлифование резьб с крупным шагом. Заточка режущих инструментов из сталей (ручная – С1-С2, механическая – СМ1-СМ2).

М2-С1 – плоское шлифование торцом круга (М3-СМ2), заточка и доводка твердосплавного инструмента (сплавы ТК-М2-М3, сплавы ВК2-ВК4-М3-СМ1, сплавы ВК6-ВК8-СМ1-СМ2), шлифование труднообрабатываемых и засаливающих инструмент материалов, суперфиниширование и другие работы.

В табл. 5 приведены ранее применяемые и соответствующие им новые обозначения твердости абразивного инструмента.

Таблица 5. Ориентировочное соответствие старого и нового обозначения твердости абразивного инструмента

Обозначение твердости	
рекомендуемое по ГОСТ Р 52588–2006	старое по ГОСТ 18118, ГОСТ 19202, ГОСТ 21323
F	BM1
G	BM2
H	M1
I	M2
J	M3
K	CM1
L	CM2
M	C1
N	C2
O	CT1
P	CT2
Q	CT3
R	T1
S	T2
T	BT
V	CT

Акустический метод контроля абразивного инструмента. Звуковой индекс (ЗИ)

Акустический метод контроля твердости абразивного инструмента основан на определении скорости распространения акустических волн (скорости звука), которая тесно связана с рецептурными характеристиками инструмента и его эксплуатационными показателями. Звуковой индекс может быть достаточно быстро и точно рассчитан по результатам измерения частот собственных колебаний (ЧСК) контролируемого изделия.

Применение акустического метода для контроля физико-механических свойств абразивного инструмента регламентировано государственным стандартом ГОСТ 25961–83. С 1 января 2008 г. на территории Российской Федерации взамен ГОСТ 25961–83 вводят в действие стандарт ГОСТ Р 52710–2007 «Инструмент абразивный. Акустический метод определения твердости и звуковых индексов по скорости распространения акустических волн».

Весь диапазон значений скорости звука в абразивных инструментах разбит на интервалы с шагом 200 м/с, названные звуковыми индексами. ЗИ обозначаются нечетным двухзначным числом, умножение которого на 100 дает среднее значение величины скорости звука в данном интервале, выраженное в метрах в секунду. Получаемый ЗИ характеризует скорость распространения акустических волн и отражает твердость абразивного инструмента (табл. 6).

Акустический метод введен наряду с традиционными механическими методами контроля твердости. Стандартом рекомендуется на отрезных кругах диаметром менее 600 мм вместо обозначения твердости давать их ЗИ.

Пример маркировки с ЗИ представлен на рис. 7.3.

Таблица 6. Ориентировочное соотношение значения ЗИ абразивного инструмента

Степень твердости	Круги на керамической связке				Круги на бакелитовой связке
	Белый, нормальный и легированный электрокорунд зернистостью свыше 6	Зеленый карбид кремния зернистостью свыше 6	Белый, нормальный, легированный электрокорунд и зеленый карбид кремния		
			Зернистость 6 - M40	Зернистость менее M40	
M1	35, 37	-	33, 35	33, 35	-
M2	39, 41	47, 49	37, 39	37, 39	-
M3	41, 43	51, 53	41, 43	39, 41	-
CM1	45, 47	55	43, 45	41, 43	-
CM2	49	57	45, 47	43, 45	-
C1	51	59	49	45, 47	31
C2	53	59	49, 51	47, 49	33
CT1	55	61	51, 53	49	35
CT2	57	61	53	51	35
CT3	59	63	55	53	37
T1	61	63	55, 57	-	37
T2	61	-	57	-	39
BT	63	-	-	-	39
CT	-	-	-	-	41

2.3. Структура

Структура абразивного инструмента – это объемное соотношение в инструменте абразивных зерен, связки и пор, или степень сближения зерен абразива.

Промышленностью выпускаются абразивные инструменты четырех групп структур: плотные – № 0, 1, 2, 3; средние – № 4, 5, 6, 7, 8; открытые – № 9, 10, 11, 12; высокопористые – № 13, 14, 15, 16, 17, 18.

В инструменте структуры № 0 объем абразивных зерен составляет 62%, с повышением номера структуры на единицу объем зерна уменьшается на 2%. У инструментов структур № 13–18 объемная пористость может достигать 35–70%, а величина пор – до 2–3 мм. Она регулируется величиной частиц порообразующего материала (выгорающего или разлагающегося при обжиге). Высокопористые инструменты имеют меньший объемный вес, а следовательно, и силы инерции, лучше самозатачиваются и охлаждаются и меньше засаливаются при работе. Инструменты этих структур выпускаются малых номеров зернистости.

Абразивные инструменты плотных структур (№ 0 – 3) применяются главным образом для чистовых доводочных работ, при больших и переменных нагрузках, для обработки хрупких материалов и когда требуется длительное сохранение профиля круга (профильное шлифование и т. д.).

Инструменты средних структур (№ 4 – 8) используются при наружном, внутреннем и бесцентровом круглом шлифовании, плоском шлифовании, заточке инструментов, профильном и резьбошлифовании мелкозернистыми кругами, т. е. эти структуры применяются наиболее часто.

Инструменты открытых структур (№ 9 – 12) используются при больших площадях взаимного контакта инструмент – заготовка при обработке мягких и вязких материалов, при опасности появления прижогов, заточке твердосплавных инструментов и т. д.

Высокопористые инструменты применяются при больших площадях контакта инструмент – заготовка (торцовое плоское и внутреннее шлифование), особенно когда опасны прижоги и засаливание круга, обработке различных неметаллических материалов и при скоростных режимах шлифования.

2.4. Вид, форма и размеры

По виду различают круги, головки, сегменты, бруски, шкурки и другие инструменты многих разновидностей, типоразмеров (около 16 000).

Круги. Промышленность выпускает много форм кругов диаметром от 3 до 1060 мм, высотой от 0,18 до 275 мм и диаметром отверстия от 1

до 305 мм. Наиболее распространены из них следующие:

плоские прямого профиля (ПП) – самые простые, используются на большинстве шлифовальных станков;

плоские с двусторонней выточкой (ПВД) удобны тем, что зажимные фланцы утоплены в углублении (выточке) и не мешают подводу круга к месту шлифования. Позволяют производить некоторые работы торцом круга;

диски (Д) применяются для резки, прорезки и шлифования пазов, шлифования резьбы и т. д.;

кольца (1К, 2К) применяются при плоском шлифовании торцом круга, крепятся на станке приклеиванием. Чашки цилиндрические и конические (ЧЦ, ЧК) используются для заточки инструмента и плоско-го шлифования торцом круга;

тарелки (1Т, 2Т, 3Т, 4Т) служат для заточки инструментов и шлифования труднодоступных мест.

Выбор формы и размера круга производится в зависимости от формы и размера обрабатываемой поверхности, размера изделия, технической характеристики станка и конструкции крепления инструмента, способа шлифования и т. д.

Выгоднее применять круги большего диаметра и ширины. Малые и тонкие круги быстро и неравномерно изнашиваются.

При шлифовании отверстий диаметр круга должен быть не менее 0,8 диаметра, а при диаметре отверстия больше 150 мм – не менее 0,5–0,8 диаметра отверстия. Высота круга должна быть не менее 0,7 и не более глубины отверстия, если позволяет жесткость шпинделя.

Шлифовальные головки выпускаются семи типов, размерами (диаметр × высота) от 3×6 до 40×60 мм.

Все они применяются для внутреннего шлифования и зачистки на станках с гибким валом. Имеют глухое отверстие (в кругах сквозное) и крепятся на валу приклеиванием. Обозначаются следующим образом: АW – цилиндрические, DW – угловые, EW – конические, KW – конические с закругленной вершиной, FW – шаровые с цилиндрической боковой поверхностью, F-2W – шаровые, F-1W – сводчатые.

Сегменты (СП, 1С, 2С,...10С) выпускаются одиннадцати типов и предназначены главным образом для плоского шлифования.

Бруски (БКв, БП, БТ, БКр, БПкр) выпускаются шести форм – соответственно квадратные, плоские, треугольные, круглые, полукруглые.

БКв, БП используются в основном для хонингования и суперфиниша, а остальные – для слесарных работ.

Инструменты из алмаза и кубического нитрида бора (круги, бруски, надфили) представляют собой металлический (алюминиевый или стальной) или пластмассовый корпус с тонким слоем, состоящим из порошка алмаза или кубического нитрида бора, связки, наполнителя и пор.

Такая конструкция инструментов позволяет почти полностью использовать рабочий слой. Только малые круги изготавливаются без корпуса. Формы и размеры кругов и других инструментов весьма разнообразны.

Круги: 1A1 – прямого профиля; A2 – чашечные; 12A – тарельчатые; |F|X – полукругло-выпуклые; 6A2 – плоские с выточкой; 9A3 – плоские с двусторонней выточкой и др.

Если инструмент выполнен из природного алмаза, то перед условным обозначением его формы ставится буква А, из синтетического алмаза – АС, из КНБ – Л.

В табл. 7 приведены ранее применяемые и соответствующие им новые обозначения типов абразивного инструмента.

Таблица 7. Соответствие старого и нового обозначения типа абразивного инструмента

Рекомендуемая цифровая маркировка	Ранее применяемая буквенная маркировка	Тип
1	(ПП)	Прямой профиль
2	(К)	Кольцевые
3	(ЗП)	Конический профиль
4	(П)	Двухсторонний конический профиль
5	(ПВ)	С выточкой
6	(ЧЦ)	Чашечные цилиндрические
7	(ПВД)	С двухсторонней выточкой
11	(ЧК)	Чашечные конические
12,14	(Т, 1Т)	Тарельчатые
23	(ПВК)	С конической выточкой
26	(ПВДК)	С двухсторонней конической выточкой
36	(ПН)	С запрессованными крепежными элементами
5	С	Трапециевидные
6	С	Специальные

3. МАРКИРОВКА АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ

Маркировка наносится четко водостойкой краской и должна содержать следующие данные: вид абразивного материала, номер зернистости, степень твердости, вид связки, номер структуры, типоразмер инструмента и его класс точности, номера маршрутного листа и стандарта, сокращенное название или товарный знак завода-изготовителя. Кроме того, для кругов должны указываться допустимая рабочая скорость и класс уравновешенности.

Для инструментов малых размеров некоторые из перечисленных характеристик указываются на упаковке или в сопроводительных документах.

Иногда некоторые параметры абразивных инструментов заводами-изготовителями не указываются.

Приведем примеры ранее применяемых обозначений некоторых абразивных инструментов.

Пример 1. 25A25ПC27K6 ПП 300×40×127 А кл. 2 35 м/с ГОСТ 2424–83.

Круг из абразивного материала 25А (электрокорунд белый марки 5) содержит 99,3% Al_2O_3 . Зернистость 25, максимальный размер абразивного зерна 0,25 мм. Содержание основной фракции П (повышенное 45...55%). Степень твердости С2 (средняя вторая). Связка керамическая (рецептура 6). Структура 7 (объем пор составляет 54%). Круг шлифовальный плоский прямого профиля ПП размерами $D \times H \times d = 300 \times 40 \times 127$ мм, класс точности изготовления круга А (изготавливаются трех классов – АА, А и Б), класс уравновешенности 2 (изготавливаются четырех классов – 1, 2, 3, 4), допустимая рабочая скорость до 35 м/с, изготовлен по ГОСТ 2424–83.

Между классами точности изготовления кругов и классами неуравновешенности существует зависимость, которая приведена в табл. 8.

Таблица 8. Соответствие классов точности классам неуравновешенности

Класс точности	АА	А	Б
Класс неуравновешенности	1	1, 2	1...3

Пример 2. 63СМ28НСМ27К10 Б Б_{КВ} 20×200 ГОСТ 14786–83.

Брусок из абразивного материала 63С, зернистость М28, содержание основной фракции Н, степень твердости СМ2, связка керамическая К10, структура 7, класс точности изготовления Б, квадратный (Б_{КВ})

размерами Н×Р×L=20×20×200 мм, изготовлен по ГОСТ 4786–83.

Пример 3. AW 8×10 24A25HCT16K A 35 м/с ГОСТ 16167–80.

Головка цилиндрическая D×H= 8×10 мм из абразивного материала 24А, зернистость 25Н, степень твердости СТ1, структура 6, связка керамическая, класс точности А, допустимая рабочая скорость 35 м/с.

На рис. 1–3 приведены общие виды абразивных кругов с современными примерами их информационного оформления.

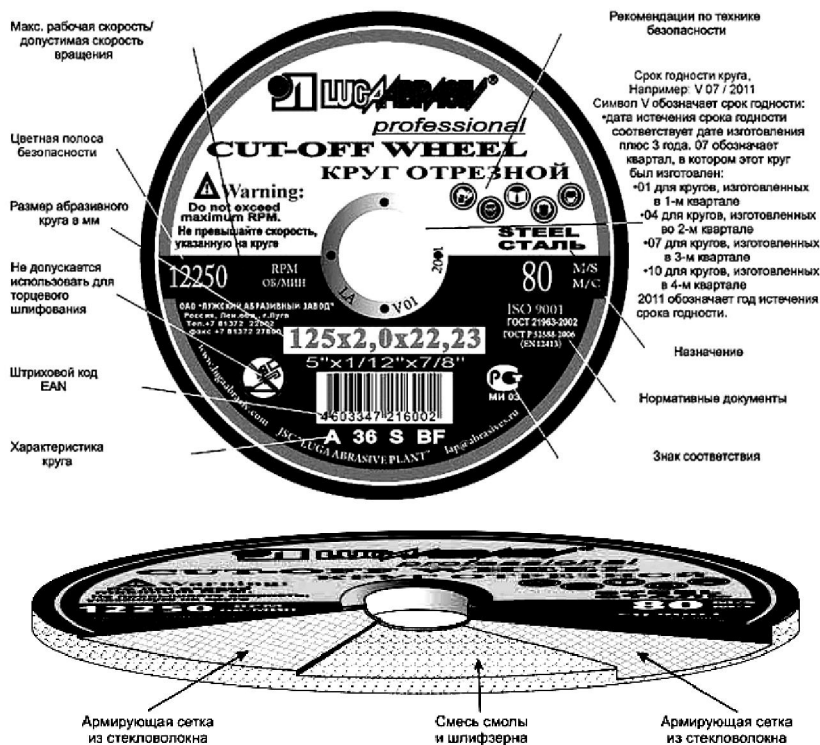


Рис.1. Общий вид отрезного круга с примером информационного оформления.

Рассмотрим характеристику круга – A 36 S BF: A – вид абразивного материала (электрокорунд); 36 – номер зернистости (36); S – твердость (твердый); BF – связка (бакелитовая с упрочнением).



КОНСТРУКЦИЯ

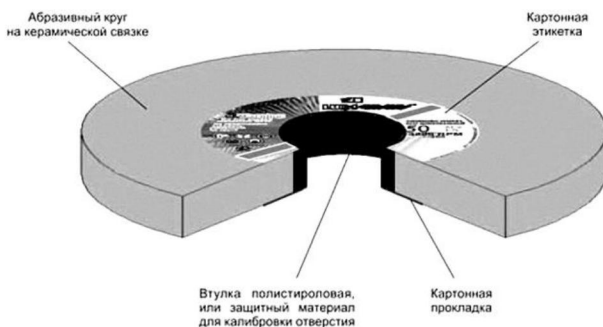


Рис. 2. Общий вид плоского прямого круга с примером информационного оформления.

Рассмотрим характеристику круга – 25А 60 L 6 V 2: 25А – вид абразивного материала (электрокорунд белый); 60 – номер зернистости (F60); L – твердость (среднемягкий–СМ2); 6 – номер группы структуры (средняя); V – связка (керамическая); 2 – класс уравновешенности (второй).

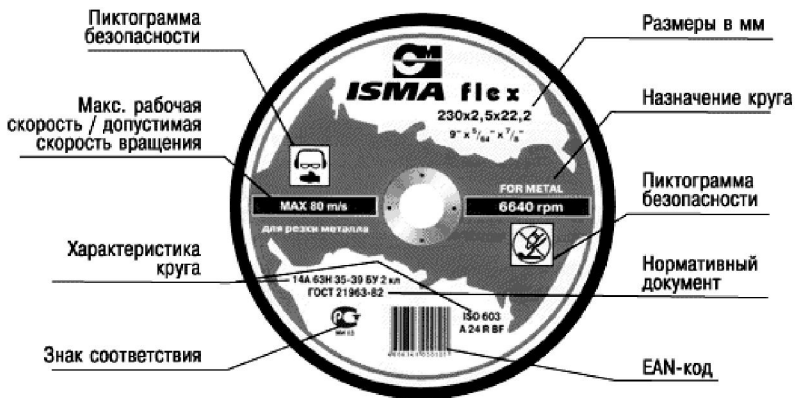


Рис. 3. Пример условного обозначения абразивного круга «ИСМА».

Рассмотрим характеристику круга – 230×2,5×22,2 14А63Н39 БУ 80 м/с 2 кл ГОСТ 21963-82; 230×2,5×22,2 – (D×T×H) – внешний диаметр × высота × диаметр отверстия; 14А – марка шлифматериала; 63Н – зернистость; 39 – звуковой индекс; Б – связка; У – наличие упрочняющего элемента; 80 м/с – рабочая скорость; 2 кл – класс неуравновешенности; ГОСТ 21963–82 – нормативный документ.

4. ВЫБОР АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Успешная и качественная работа абразивного инструмента зависит от многих факторов и прежде всего от правильного выбора его характеристики и режима работы. Выбор характеристики инструмента зависит от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, требований к качеству и точности поверхности, мощности и жесткости станка и ряда других условий.

Примерные характеристики абразивных инструментов для выполнения некоторых работ приведены в табл. 9–13.

Таблица 9. Выбор шлифовального материала

Характеристика обрабатываемого материала и выполняемой операции	Марка абразивного материала						
	13A	14A	25A	53C	54C	63C	64C
Обработка материалов с высоким сопротивлением разрыву. Это обдирка стальных отливок, поковок, проката, сталистых высокопрочных и отбеленных чугунов, ковкого чугуна, получистовая обработка различных деталей машин из углеродистых и легированных сталей в незакаленном и закаленном виде, марганцовистой бронзы, никелевых и алюминиевых сплавов	✓	✓					
Обработка закаленных деталей из углеродистых, быстрорежущих и нержавеющей сталей, хромированных и нитрированных поверхностей			✓				
Обработка тонких деталей и инструментов, когда отвод тепла образующегося при шлифовании затруднен (штампы, зубья, шестерни, резьбовой инструмент, тонкие ножи, лезвия, стальные резцы, сверла, деревообрабатывающие ножи и т.п.)			✓				
Обработка деталей (плоское внутреннее и профильное шлифование) с большой площадью контакта между кругом и обрабатываемой деталью, сопровождающаяся обильным теплообразованием. Отделочное шлифование (хонингование, суперфиниширование и т.д.)			✓				
Обработка твердых материалов с низким сопротивлением разрыву (чугун, бронзовое и латунное литье, твердые сплавы, драгоценные камни, стекло, мрамор, гранит, фарфор, твердый каучук, кости и т.п.), а также очень вязких материалов (жаропрочных сталей, сплавов, меди, алюминия, резины)				✓	✓	✓	✓

Таблица 10. Выбор абразивного инструмента по твердости

Вид обработки	Степень твердости инструмента									
	BT1- CT1	CT2- T2	C2- CT2	C1- CT1	C2- CT2	CM1- C2	C1- C2	CM1- CM2	M2- CM2	M2- M3
Правка абразивных инструментов, шлиф. шариков, шарикоподшипников	✓									
Обдирочные операции, ведущиеся вручную. Круглое наружное шлифование методом врезания при необходимости сохранения профиля круга. Бесцентровое шлифование ведущими кругами, хонингование отверстий небольших диаметров		✓								
Предварительное круглое наружное и бесцентровое шлифование сталей (преимущественно незакаленных), ковкого чугуна			✓							
Плоское шлифование сегментами и кольцевыми кругами, хонингование и резбошлифование кругами на бакелитовой связке				✓						
Профильное шлифование, обработка прерывистых поверхностей, хонингование и резбошлифование кругами на бакелитовой связке					✓					
Чистовое и комбинированное круглое, наружное бесцентровое и внутреннее шлифование стали, плоское шлифование периферией круга, резбошлифование деталей с крупным шагом						✓				
Заточка режущего инструмента										
Вручную							✓			
С механической или автоматической подачи								✓		
Плоскошлифование торцом круга									✓	
Заточка и доводка режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, шлифование трудно обрабатываемых специальных сплавов										✓

Таблица 11. Выбор связки абразивного инструмента

Керамическая связка	Бакелитовая связка
Инструмент на керамической связке применяют для всех видов шлифования, кроме обдирки (из-за хрупкости связки), разрезы и прорезки узких пазов, плоского шлифования сегментными кругами, шлифования желобов колец шарикоподшипников. Инструмент на керамической связке <i>хорошо сохраняет профиль, имеет высокую пористость, хорошо отводит тепло</i>	Инструмент на бакелитовой связке применяют для грубых обдирочных работ, выполняемых вручную и на подвесных станках, плоском шлифовании торцом круга, отрезке и прорезке пазов, заточке инструментов, при обработке тонких изделий, где опасен прижог. <i>Недостаток бакелитовой связки – невысокая стойкость к щелочным жидкостям.</i> Бакелитовая связка оказывает полирующее действие

Таблица 12. Выбор структуры шлифовального круга

Вид обработки	Номер структуры				
	1–3	3–4	5–6	7–9	8–10
Чистовая обработка твердых и хрупких материалов при больших давлениях	✓				
Фасонное шлифование при необходимости сохранить профиль круга, шлифование при больших, а также переменных нагрузках, отрезке		✓			
Круглое наружное шлифование, бесцентровое шлифование, плоское шлифование периферией круга и заточка инструмента			✓		
Плоское шлифование торцом круга, внутреннее шлифование				✓	
Шлифование и заточка инструментов					✓
Резьбошлифование мелкозернистыми кругами					✓

Таблица 13. Выбор зернистости шлифовального круга

Вид обработки	Зернистость				
	125–80	80–50	63–25	32–16	12–6
Обдирочные операции с большой глубиной резания, зачистка заготовок, отливок, поковок, штамповочных изделий. Обработка материалов, которые вызывают заполнение пор и засаливание его поверхности (латунь, медь, алюминий и т.д.), а также при большой площади контакта круга с обрабатываемой поверхностью	✓				
Плоское шлифование торцом круга, заточка средних и крупных резцов, правка абразивного инструмента, отрезка		✓			
Предварительное и комбинированное шлифование (предварительное и окончательное шлифование выполняется без съема изделия со станка), заточка режущего инструмента			✓		
Чистовое шлифование, обработка профильных поверхностей, заточка мелкого инструмента, шлифование крупных материалов				✓	
Отделочное шлифование, доводка твердых сплавов и режущего инструмента, предварительное хонингование, заточка тонких лезвий					✓

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

5.1. Инструменты на керамической связке

При транспортировке и хранении инструмент не должен подвергаться механическим воздействиям. При попадании влаги его необходимо высушить, проверить дисбаланс кругов. Не полностью высушенные круги имеют повышенный дисбаланс и при работе могут разорваться.

Рекомендации по безопасному применению инструментов:

1. Круги перед использованием необходимо осмотреть. Они должны быть без видимых повреждений. Отсутствие трещин проверяется простукиванием их в подвешенном состоянии деревянным молоточком массой 150–200 г. Круг без трещин издает чистый звук.

2. При сборке между кругом и фланцами, используемыми для крепления круга, должны ставиться прокладки, которые перекрывают прижимную поверхность и равномерно выступают наружу по всей окружности.

3. После сборки круги вместе с фланцами балансируются и устанавливаются на станок.

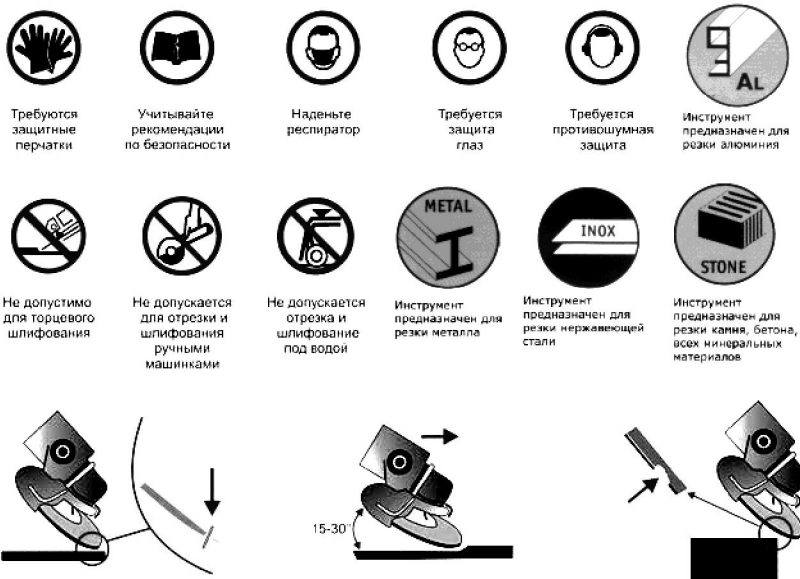
4. После установки круги закрываются средствами защиты (кожухом, металлическим экраном и т.д.), входящими в состав оборудования, и проводится пробный пуск продолжительностью 5–10 минут.

5. Керамическая связка хрупкая, инструмент, изготовленный на этой связке, не следует применять при обработке прерывистых поверхностей (зачистка сварных швов и т.д.).

6. Скорость вращения круга не должна превышать скорость, указанную на круге. По мере срабатывания круга можно увеличивать количество оборотов, но линейная скорость круга не может быть превышена.

7. Для защиты следует использовать защитные очки, респиратор от пыли, перчатки и специальную обувь и пр.

На рис. 1–4 приведены в виде пиктограмм и схем предупреждающие обозначения, которые необходимо соблюдать при эксплуатации абразивного инструмента.



В целях равномерного срабатывания шлифовальных кругов рекомендуется периодически менять угол наклона ручной машинки и чередовать обработку острых граней с шлифовкой плоскости.

Рис. 4. Условные предупреждающие обозначения о соблюдении правил работы с абразивными инструментами и рекомендуемые приемы работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Природные абразивные материалы, область их рационального применения.
2. Названия и марки наиболее распространенных искусственных абразивных материалов.
3. Область применения электрокорунда нормального и белого.
4. Область рационального применения карбида кремния зеленого.
5. Маркировка абразивных материалов по зернистости.
6. Типы связок абразивных инструментов, их характеристика и маркировка.
7. Твердость абразивных инструментов, правила их выбора по твердости.
8. Структура абразивного инструмента.

9. Классы точности и неуравновешенности абразивного инструмента.

10. Условные обозначения, приведенные на информационном поле круга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология конструкционных материалов /А. М. Дальский, И. А. Арутюнова, Г.М. Барсукова [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского. М.: Машиностроение, 1985.
2. Некрасов, С. С. Технология материалов. Обработка конструкционных материалов резанием /С.С. Некрасов, Г.М. Зильберман. М.: Машиностроение, 1974.
3. Некрасов, С. С. Обработка материалов резанием: учеб. пособие /С.С. Некрасов. М.: Агропромиздат, 1988.
4. Горохов, В.А. Технология обработки материалов: учеб. пособие /В.А.Горохов. Минск: Беларуская навука, 2000.
5. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / А.М. Дальский [и др.]. Изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1990.
6. Драгун, А.П. Режущий инструмент: учебник /А.П. Драгун. Л.: Лениздат, 1986.
7. Дриц, М.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебник /М.Е. Дриц, М.А. Москалев. М.: Высш. шк., 1990.
8. Изучение свойств, характеристик и выбор абразивных материалов и инструментов: метод. указания /сост. В.Е. Ползовский. Горки: БСХА, 1994.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Словарь терминов

Общие понятия: абразивный материал, абразивный инструмент.

Абразивный материал – природный или искусственный материал, способный осуществлять абразивную обработку.

Абразивное зерно – частица абразивного материала в виде монокристалла, поликристалла или их осколков.

Абразивный инструмент – режущий инструмент, предназначенный для абразивной обработки.

Импрегнированный абразивный инструмент – абразивный инструмент, поры которого заполнены веществами, увеличивающими его режущую способность и период стойкости.

Комплект абразивных инструментов – два и более абразивных инструментов для одновременной установки на станок.

Абразивная паста – паста, содержащая абразивный материал и предназначенная для абразивной обработки.

Основные виды искусственных абразивных материалов.

Электрокорунд – абразивный материал, состоящий в основном из корунда, изготовленный в электрических печах из высокоглиноземистого сырья.

Нормальный электрокорунд – электрокорунд, изготовленный из боксита.

Белый электрокорунд – электрокорунд, изготовленный из глинозема.

Монокорунд – электрокорунд в виде монокристаллов, изготовленный из глиноземсодержащего сырья путем разложения оксисульфидного шлака.

Циркониевый электрокорунд – электрокорунд, изготовленный из глиноземсодержащего и цирконийсодержащего сырья, отличающийся эвтектической структурой корундбадделейт.

Легированный электрокорунд – электрокорунд, изготовленный из глиноземсодержащего сырья с добавкой легирующих элементов, образующих с корундом твердый раствор.

Карбид кремния – абразивный материал, состоящий в основном из кристаллов гексагонального карбида кремния, изготовленный термическим путем из кварцевого и углеродистого сырья.

Карбид бора – абразивный материал, изготовленный термическим путем из борсодержащего и углеродистого сырья.

Кубический нитрид бора – абразивный материал в основном состава BN с плотной кубической упаковкой атомов бора и азота в тетраэдрической координации, изготовленный искусственным путем.

Синтетический алмаз – алмаз, изготовленный искусственным путем.

Шлифовальный материал с покрытием – абразивный материал, поверхность абразивных зерен которого покрыта слоем другого материала.

Фракция – совокупность абразивных зерен, размеры которых находятся в установленном интервале.

Основная фракция – фракция, преобладающая по массе, объему или по числу абразивных зерен.

Крупная фракция – фракция, смежная с основной фракцией, размер абразивных зерен которой превышает размер зерен основной фракции.

Предельная фракция – фракция, смежная с основной фракцией, размер абразивных зерен которой превышает размер зерен крупной фракции.

Мелкая фракция – фракция, размер абразивных зерен которой меньше размера зерен основной фракции.

Зерновой состав – совокупность отношений количества зерен абразивного материала каждой фракции к общему количеству зерен.

Зернистость – условное обозначение абразивного материала, соответствующее размеру абразивных зерен основной фракции.

Шлифовальное зерно – абразивный материал зернистостями 16 и более.

Шлифовальный порошок – абразивный материал зернистостями от 12 до 3 включительно.

Микронный шлифовальный порошок – абразивный материал зернистостями М63 и менее.

Разрушаемость абразивного материала – отношение массы разрушенных зерен абразивного материала к общей массе испытуемых зерен.

Абразивные инструменты. Основные элементы и характеристики абразивных инструментов.

Связка – материал или совокупность материалов, применяемых для закрепления абразивных зерен в абразивном инструменте.

Структура абразивного инструмента – соотношение объемов абразивного материала, связки и пор в абразивном инструменте.

Рабочая поверхность абразивного инструмента – поверхность абразивного инструмента, контактирующая с обрабатываемой заготовкой при абразивной обработке.

Рабочий слой абразивного инструмента – часть абразивного инструмента, непосредственно предназначенная для абразивной обработки и расходуемая при этом.

Рабочая скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга – скорость главного движения резания, измеренная в точке, максимально удаленной от центра шлифовального (полировального, отрезного) круга, при которой производят абразивную обработку.

Предельная рабочая скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга – максимально допустимая рабочая скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга.

Испытательная скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга – скорость точки рабочей поверхности шлифовального (полировального, отрезного) круга, максимально удаленной от его центра, при которой проводят его испытание на прочность вращением.

Разрывная скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга – испытательная скорость шлифовального (полировального, отрезного) круга, при которой происходит его разрушение.

Твердость абразивного инструмента – свойство связки оказывать сопротивление прониканию в абразивный инструмент другого тела.

Звуковой индекс абразивного инструмента – условное обозначение интервала скорости звука, распространяющегося в абразивном инструменте.

Изнашивание абразивного инструмента – постепенное отделение частиц рабочего слоя абразивного инструмента, приводящее к уменьшению его массы и размеров при абразивной обработке.

Износ абразивного инструмента – количество отделившихся вследствие изнашивания частиц рабочего слоя абразивного инструмента.

Приведенный износ шлифовальной шкурки – условное обозначение износа шлифовальной шкурки, выраженное отношением зернистости к массовому износу шлифовальной шкурки в граммах.

Скорость изнашивания абразивного инструмента – отношение износа абразивного инструмента к времени резания, в течение которого износ произошел.

Износостойкость абразивного инструмента – величина, обратная скорости изнашивания абразивного инструмента.

Относительная износостойкость абразивного инструмента – отношение износостойкости данного абразивного инструмента к износостойкости абразивного инструмента, принятого за базовый, в одинаковых условиях.

Коэффициент шлифования – отношение наработки к износу абразивного инструмента.

Засаливание абразивного инструмента – перенос на рабочую поверхность абразивного инструмента частиц шлама при абразивной обработке.

Самозатачиваемость абразивного инструмента – свойство абразивного инструмента сохранять работоспособное состояние вследствие образования новых выступов и режущих кромок у абразивных зерен при абразивной обработке.

Затупление абразивного инструмента – образование площадок на поверхности абразивных зерен, приводящее к изменению профиля рабочей поверхности и уменьшению режущей способности абразивного инструмента при абразивной обработке.

Стойкость абразивного инструмента – свойство абразивного инструмента сопротивляться засаливанию и затуплению при абразивной обработке.

Основные виды абразивных инструментов.

Шлифовальный круг – абразивный инструмент в виде твердого тела вращения, предназначенный для шлифования.

Армированный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", содержащий упрочняющие элементы.

Высокопористый круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", предназначенный для высокоскоростного шлифования.

Обдирочный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", предназначенный для обдирочного шлифования.

Шарошлифовальный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", предназначенный для шарошлифования.

Лепестковый шлифовальный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", состоящий из радиально расположенных и жестко закрепленных одной из торцевых сторон шлифовальных листов.

Шлифовальная головка – абразивный инструмент "Шлифовальный круг" с глухим отверстием для крепления.

Сборный шлифовальный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг" с разъемным соединением его частей.

Составной шлифовальный круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг" с неразъемным соединением его частей.

Шлифовальный сегмент – абразивная составная часть сборного или составного абразивного инструмента "Шлифовальный круг".

Отрезной круг – абразивный инструмент "Шлифовальный круг", предназначенный для абразивной прорезки.

Полировальный круг – абразивный инструмент в виде тела вращения, предназначенный для абразивного полирования.

Абразивный брусок – абразивный инструмент в виде твердого тела, предназначенный для обработки без вращения вокруг своей оси.

Шлифовальная шкурка – абразивный инструмент на гибкой основе с нанесенным на нее слоем или несколькими слоями шлифовального материала, закрепленного связкой.

Двухслойная шлифовальная шкурка – абразивный инструмент "Шлифовальная шкурка" с двумя рабочими слоями на одной из сторон гибкой основы.

Двухсторонняя шлифовальная шкурка – абразивный инструмент "Шлифовальная шкурка" с рабочими слоями на обеих сторонах гибкой основы.

Объемное шлифовальное полотно – абразивный инструмент на гибкой основе, внутрь которой внесен шлифовальный материал, закрепленный связкой.

Шлифовальный лист – абразивный инструмент "Шлифовальная шкурка" прямоугольной формы.

Шлифовальная лента – абразивный инструмент "Шлифовальный лист", длина которого превышает ширину более чем в 2,5 раза.

Бесконечная шлифовальная лента – абразивный инструмент "Шлифовальная лента" замкнутого контура.

Шлифовальный диск – абразивный инструмент "Шлифовальная шкурка" в форме круга.

Шлифовальный диск с прорезями – абразивный инструмент "Шлифовальный диск" с радиальными прорезями.

Абразивное тело – абразивный инструмент, предназначенный для виброабразивной обработки.