



АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Абразивы (от лат. *abrasio* — соскабливание) — вещества повышенной твердости, применяемые для механической обработки других материалов.

Основные понятия

Абразивные материалы (АМ) бывают естественного или искусственного происхождения, зернистые и порошкообразные. **Естественные** абразивные материалы — кремень, наждак, пемза, корунд, гранат, алмаз и др.; **искусственные** — электрокорунд, карбид кремния, боразон, эльбор, синтетический алмаз и др.

Зернистость АМ определяется линейным размером зерен. Классификация зерен по крупности, как правило, производится последовательным выделением частиц различных размеров путем отсева АМ через сита.

Основная фракция — зерна определенного размера, преобладающие в АМ.

За номер зернистости классифицированного АМ принимается размер зерен основной фракции, выраженный в сотых долях миллиметра.

В метрической системе за номер зернистости обычных абразивов* принимают номинальный размер стороны ячейки сита, на которой задерживается зерно при рассеивании. Этот размер условно выражается в сотых долях миллиметра. Например, если зерна проходят через ячейки со стороной 500 мкм и задерживаются на сетке с ячейками 400 мкм, то зернистость порошка обозначают номером 40.

В дюймовой системе, принятой в некоторых странах, размеры отверстий в сетках характеризуются **числом меш (mesh)**, т.е. числом отверстий на одном линейном дюйме (25,4 мм).

Измельченный и классифицированный по размеру зерен абразивный материал называют **шлифовальным**. В свободном или связанном состоянии его используют в **абразивных инструментах (АИ)**.

* Зернистость алмаза, эльбора и кубонита в метрической системе обозначается в другой форме.

Таблица 1. Зернистость и применение шлифовальных материалов

Зернистость		Применение
Метрическая система	Дюймовая система (меш)	
125, 100, 80	16, 20, 24	Ручное обдирочное шлифование после литья,ковки, штамповки, сварки.
63, 50	30, 36	Предварительное шлифование, шлифование вязких металлов, резка, правка инструмента.
40, 32	46, 54	Предварительное и чистовое шлифование, заточка режущих инструментов.
25, 20, 16	60, 70, 80	Чистовое шлифование, заточка режущих инструментов, шлифование хрупких материалов.
12, 10	100, 120	Отделочное шлифование, предварительное хонингование.
8, 6	150, 180	Чистовое и тонкое шлифование деталей из твердых сплавов, доводка режущего инструмента, чистовое хонингование.
M40 – M7	320-1200	Доводка особо точных деталей, окончательное хонингование.

Абразивный инструмент** предназначен для механической обработки путем шлифования, резания, заточки, полирования, притирки и др. К АИ относятся шлифовальные и отрезные круги различных профилей, бруски, шлифовальные шкурки, пасты и т. д. Их рабочая часть содержит классифицированные зерна АМ, скрепленные связкой (см. ниже).

Шлифовальные круги являются основным АИ для шлифования, заточки и доводки деталей из различных материалов.

Производится множество разнообразных форм профилей шлифовальных кругов, каждая из которых приспособлена для выполнения конкретных работ. Некоторые формы профилей шлифовальных кругов изображены на рис. 1–8.

** Далее рассматриваются только отрезные и шлифовальные круги.

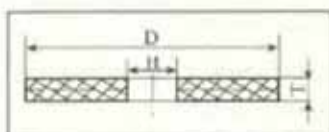


Рис. 1. Профиль для резки различных материалов, заточки цепей пил.

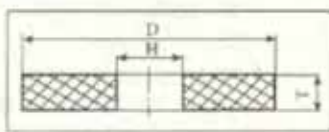


Рис. 3. Профиль для всех видов шлифования (обдирки со снятием больших припусков).

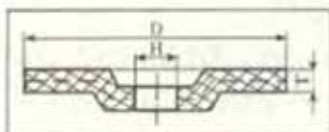


Рис. 2. Профиль для шлифовки, обдирки, зачистки сварных швов, прорезки пазов.

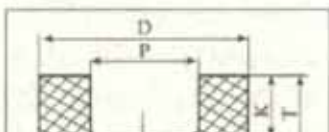


Рис. 4. Профиль для плоского, круглого, наружного и внутреннего шлифования, заточки.

Отрезные круги предназначены для резки различных материалов.

Наиболее часто применяются две основные формы профиля таких кругов (рис. 1, 2) с внешним диаметром от 115 мм до 300 мм. Круги большего диаметра предназначены в основном для промышленного, как правило, стационарного оборудования.

Связка скрепляет в АИ зерна абразивного порошка. Для изготовления шлифовальных кругов из электрокорунда и карбида кремния используют в основном три вида связок: керамические, органические и вулканитовые.

Керамическая (К) связка обладает высокой стойкостью, хорошо сохраняет профиль круга. Круги на керамической связке имеют повышенную хрупкость.

Бакелитовая (Б) связка отличается хорошей самозатачиваемостью и полирующим действием. Недостаток — пониженные значения теплоустойчивости.

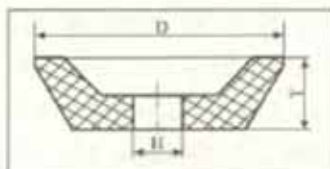


Рис. 5. Профиль для плоского шлифования, заточки.

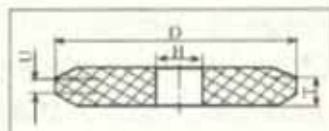


Рис. 7. Профиль для зубошлифования.

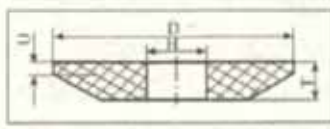


Рис. 6. Профиль для заточки (пил), шлицшлифования.

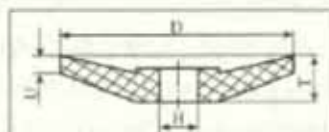


Рис. 8. Профиль для зубошлифования, шлицшлифования, заточки.

Таблица 2. Наиболее часто применяемые абразивные материалы

Шлифовальный материал	Маркировка	Применение
Электрокорунд нормальный	14А, 15А	На бакелитовой связке — для обдирочных, шлифовальных работ, для резки различных видов сталей, ковкого чугуна, заточки инструмента.
		На керамической связке — для различных видов шлифования конструкционных, легированных, инструментальных, нержавеющей сталей различной твердости (в т.ч. незакаленных).
Электрокорунд белый	24А, 25А	На бакелитовой связке — для доводочных, заточных операций по легированным, хромистым быстрорежущим закаленным сталям, внутреннего шлифования азотированных сталей.
		На керамической связке — для различного, в том числе заточного, доводочного шлифования закаленных легированных, инструментальных сталей, твердых сортов бронзы.
Карбид кремния черный	54С, 55С	На бакелитовой связке — для обдирочных, шлифовальных работ, резки неметаллических материалов (черепица, шифер, текстолит, керамика и т.д.), цветных металлов, чугуна.
		На керамической связке — для обработки деталей из чугуна, цветных металлов, вольфрамовых твердых сплавов, мрамора.
Карбид кремния зеленый	63С, 64С	На керамической связке — обработка деталей из чугуна, цветных металлов, гранита, мрамора, твердых сплавов, титановых, титано-танталовых твердых сплавов, хонинговальные, доводочные работы для деталей из серого чугуна, азотированной и шарикоподшипниковой стали.

Вулканитовая (В) связка имеет высокую упругость, плотность, водоупорность, однако пониженная прочность и теплостойкость способствуют повышенному нагреву детали.

Характеристики абразивных инструментов

Зернистость шлифовальных и отрезных кругов обозначают аналогично зернистости классифицированного АМ. В зависимости от процентного содержания основной фракции обозначение иногда дополняют буквенным индексом. Содержание основной фракции в шлифовальном материале обозначается буквами **В** (максимальное, 55-60%, в зависимости от зернистости), **П**, **Н** и **Д** (минимальное, 39-43%).

Твердость АИ характеризует способность связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с рабочей поверхности круга под влиянием внешних сил. У твердого круга прочнее связь между абразивными зёрнами, и поэтому они изнашиваются меньше, чем мягкие.

По твердости круги подразделяют на группы и степени (табл. 3). Группа твердости обозначается буквой (буквами). Например: М — мягкий; СМ — среднемягкий и т.д. Цифры 1, 2, 3 справа от буквенных обозначений характеризуют степень твердости в порядке ее возрастания.

Твердость некоторых кругов обозначается так называемым **звуковым индексом**. Например,

Таблица 3. Степени твердости абразивных кругов и их применение

Группа твердости	Обозначение	Применение
Мягкий	М1, М2, М3	1
Среднемягкий	СМ1, СМ2	1, 2
Средний	С1, С2	2, 3
Среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3	3, 4
Твердый	Т1, Т2	4
Весьма твердый	ВТ1, ВТ2	5
Чрезвычайно твердый	ЧТ1, ЧТ2	5

Примечание.

- 1 — Шлифование заготовок и заточка инструментов. Твердые сплавы, минералокерамика, закаленные углеродистые и легированные стали.
- 2 — Чистовое шлифование заготовок из закаленных сталей.
- 3 — Шлифование заготовок из незакаленных углеродистых и легированных сталей, чугуна, вязких металлов, хонингование брусками.
- 4 — Обдирочное и предварительное шлифование, снятие заусенцев, хонингование закаленных сталей.
- 5 — Правка шлифовальных кругов, шлифование деталей с малым съемом материала, шлифование шариков для подшипников.

звуковой индекс 35-39 приблизительно соответствует твердости СТ1 — СТ3.

Структура АИ характеризует объемное содержание абразивных зерен в процентах (табл. 4). Чем больше номер структуры, тем меньше абразивных зерен и больше расстояние между ними, в результате улучшается отвод срезаемой стружки, но уменьшается прочность круга.

Класс точности АИ характеризует предельные отклонения размеров и формы круга. Шли-

Таблица 4. Структура АИ, содержание шлифовального материала*

№ структуры	Объемное содержание зерен в круге, %	Применение
1-3	60-56	Шлифование с малым съемом материала.
3, 4	56, 54	Резка, шлифование твердых и хрупких материалов, шлифование с большими подачами и переменной нагрузкой.
5, 6	52, 50	Шлифование металлов с высоким сопротивлением разрыву.
7, 8	48, 46	Шлифование вязких металлов, заточка инструментов.
9-12	44-38	Скоростное шлифование, шлифование с уменьшенным тепловыделением, шлифование резьбы.
14-16	34-30	Шлифование неметаллических материалов, металлов с низкой теплопроводностью (устранение ожогов и трещин).

* Объемное содержание зерен алмаза, альбора и кубонита характеризуется концентрацией и измеряется по другой методике.

фовальные круги изготовляют трех классов точности: АА; А; Б.

Скоростная характеристика шлифовальных и отрезных кругов обычно выражена окружной скоростью (в м/с) и/или частотой вращения (в об/мин) и показывает максимальную безопасную скорость для шлифовального и отрезного круга. Последняя зависит в основном от свойств применяемой связки. Значение максимальной скорости может обозначаться поперечной полосой различного цвета:

до 25-35 м/с — полоса отсутствует или белая;
 до 45-50 м/с — синяя;
 до 60 м/с — желтая;
 до 80 м/с — красная;
 до 100 м/с — зеленая (для стационарного оборудования).

Внимание! Несоблюдение скоростных ограничений чревато опасностью разрыва инструмента.

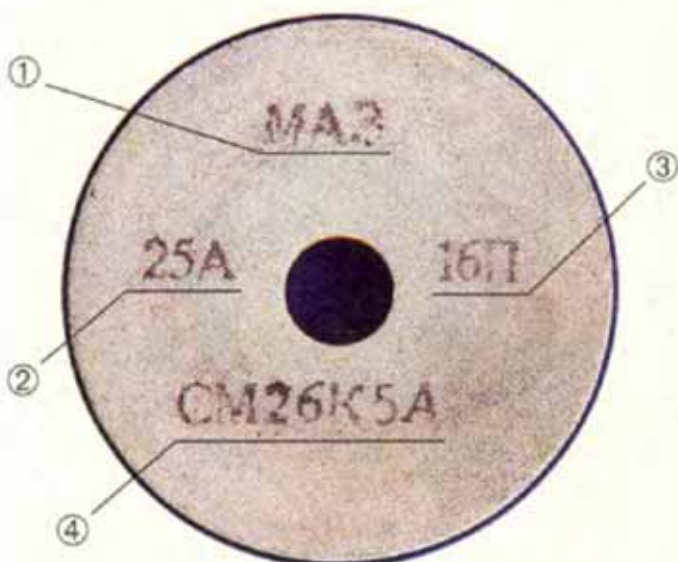


Фото 1. Шлифовальный круг для точильного станка.

Маркировка абразивного инструмента

Условные обозначения, указывающие на свойства инструмента, наносятся несмываемой краской на поверхность круга либо приводятся на этикетке, приклеенной к кругу.

Маркировка шлифовальных кругов

Пример 1 (фото 1):

- логотип завода-изготовителя;
- материал (25А — электрокорунд белый);
- зернистость (16) и содержание основной фракции (П — повышенное);
- твердость (СМ2 — среднемягкий 2), структура (6 — средняя), связка (К5 — керамическая), класс точности А.

Пример 2 (фото 2):

- материал (А — электрокорунд), зернистость (24 — грубое зерно), твердость (Р —



Фото 2. Шлифовальный круг для угловой шлифмашины.

твердый), связка (BF — бакелитовая армированная);

2. геометрические размеры (125 x 6 x 22 мм — внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

3. максимальная окружная скорость (80 м/с);

4. максимальная частота вращения (12200 об/м);

5. полоса, обозначающая максимальную окружную скорость (красная — 80 м/с);

6. пиктограммы требований техники безопасности при работе с кругом.

Пример 3. ПП 300x40x127 25A40НСМ18К35 м/с:

ПП — прямой профиль;

300x40x127 — размеры в мм (внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

25А — абразивный материал;

40Н — зернистость, содержание основной фракции;

СМ1 — твердость;

8 — структура;

К — материал связки;

35 м/с — окружная скорость.

Маркировка отрезных кругов

Пример 4 (фото 3):

1. геометрические размеры (230 x 2,5 x 22 мм — внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

2. материал (54С — карбид кремния черный), зернистость (63), твердость (Т1), связка (БУ — бакелитовая армированная);



Фото 3. Отрезной круг для угловой шлифмашины.

3. материал (С — карбид кремния), зернистость (30 — в mesh), твердость (R — твердый), связка (BF — бакелитовая армированная);

4. полоса, обозначающая максимальную окружную скорость (красная — 80 м/с);

5. максимальная окружная скорость (80 м/с);

6. максимальная частота вращения (6640 об/м);

7. пиктограммы требований техники безопасности при работе с кругом.

Пример 5 (фото 4):

1. геометрические размеры (125 x 2,5 x 22 мм — внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

2. геометрические размеры (5x 1/10x 7/8" — внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

3. материал (А — электрокорунд), зернистость (30 — в mesh), твердость (S — твердый), структура (4 — средняя), связка (BF — бакелитовая армированная);

4. пиктограммы требований техники безопасности при работе с кругом;

5. полоса, обозначающая максимальную окружную скорость (красная — 80 м/с);

6. пиктограммы, обозначающие предназначение данного круга только для отрезных работ и запрет шлифовальных работ.

Многие производители маркируют отрезные круги различным цветом в зависимости



Фото 4. Отрезной круг для угловой шлифмашины.

Таблица 5. Маркировка импортных абразивных инструментов

Стандарт	Материал	Зернистость	Твердость	Структура	Связка
ANSI B 74.13-1977	A — электрокорунд C — карбид кремния	Номера возрастают от грубых к тонким: 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36, 46, 54, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 220	Обозначается буквами от A до Z (от мягких к твердым)	Обозначается номером от 1 до 16 (не исключено использование больших номеров); чем больше номер, тем более "открытая" структура; обозначение может опускаться.	B — органическая BF — органическая армированная R — вулканитовая RF — вулканитовая армированная V — керамическая
DIN 69.100	A — электрокорунд AS — улучшенный электрокорунд C — карбид кремния CS — улучшенный карбид кремния	16-24 — грубое зерно 30-60 — среднее 70-220 — мелкое зерно	H-K — мягкие L-O — средние P-S — твердые T-W — очень твердые	1-3 — закрытая 4-5 — средняя 6-8 — открытая 9-10 — очень открытая	BF — бакелитовая армированная
Другие возможные варианты маркировок	NK — нормальный электрокорунд HK — полубелый электрокорунд EKw — электрокорунд белый SC — карбид кремния черный SCg — карид кремния зеленый	8-1200 Комбинация различных зернистостей или указание на использование зерна только одного номера дается вторым числом в обозначении зернистости.	Обозначается буквами от A до Z (от мягких к твердым). Вместо Q может применяться Qu, вместо J — Jot.	0-37 Может дополнительно обозначаться пористость i — слабопористая m — среднпористая h — высокопористая	B/St — органическая со стальной втулкой

от назначения: синим — для резки металла, зеленым — для резки камня.

Пример 6. 125x3x22 14A 63H 35-39 БУ:

125x3x22 — размеры в мм (внешний диаметр, толщина, посадочный диаметр);

14A — абразивный материал;

63H — зернистость, содержание основной фракции;

35-39 — звуковой индекс;

БУ — материал связки.

Надписи на круге DSA, SUVA, KDM, FERA и другие говорят о прохождении сертификации и соответствии различным международным стандартам и требованиям безопасности.

Меры безопасности при работе АИ

При работе шлифовальными и отрезными кругами существует вероятность поражения разорвавшимся кругом и ранение мелкими отлетающими частицами круга.

Главным условием предупреждения разрыва абразивного круга является **соблюдение норм предельной окружной скорости**.

- Максимальное число оборотов всех современных ручных шлифовальных машин соответствует окружной скорости 80 м/с для не-

изношенного круга. Не следует устанавливать круги большего диаметра, чем предусмотрено для шлифовальной машины, так как при неизменной частоте вращения с увеличением диаметра круга значительно возрастает окружная скорость и возникает опасность его разрыва.

- Нельзя производить шлифовку боковыми поверхностями кругов, если они не предназначены для такого вида работ.

- Запрещается использовать отрезные круги для обдирки и шлифования.

- Вращающийся шлифовальный круг обязательно должен быть огражден предусмотренным на шлифовальной машине **защитным кожухом**.

- Для защиты глаз от отлетающих мелких частей круга и стружки следует пользоваться предохранительными **очками, масками** или **защитными экранами**.

При транспортировке и хранении необходимо учитывать, что абразивный инструмент чувствителен к ударам и толчкам, а также к воздействию мороза и влаги. Перед установкой абразивный инструмент должен быть тщательно осмотрен и проверен на отсутствие трещин.