

**МАРКИРОВКА И ВЫБОР  
АБРАЗИВНОГО  
ИНСТРУМЕНТА**

# ПРИНЦИП МАРКИРОВКИ

Полная маркировка шлифовальных кругов содержит:

- тип круга;
- его размеры;
- вид абразивного материала;
- номер зернистости;
- степень твердости;
- структуру (соотношение между абразивом, связкой и порами в теле инструмента);
- вид связки;
- максимальную скорость;
- класс точности;
- класс неуравновешенности.

# ПРИМЕРЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

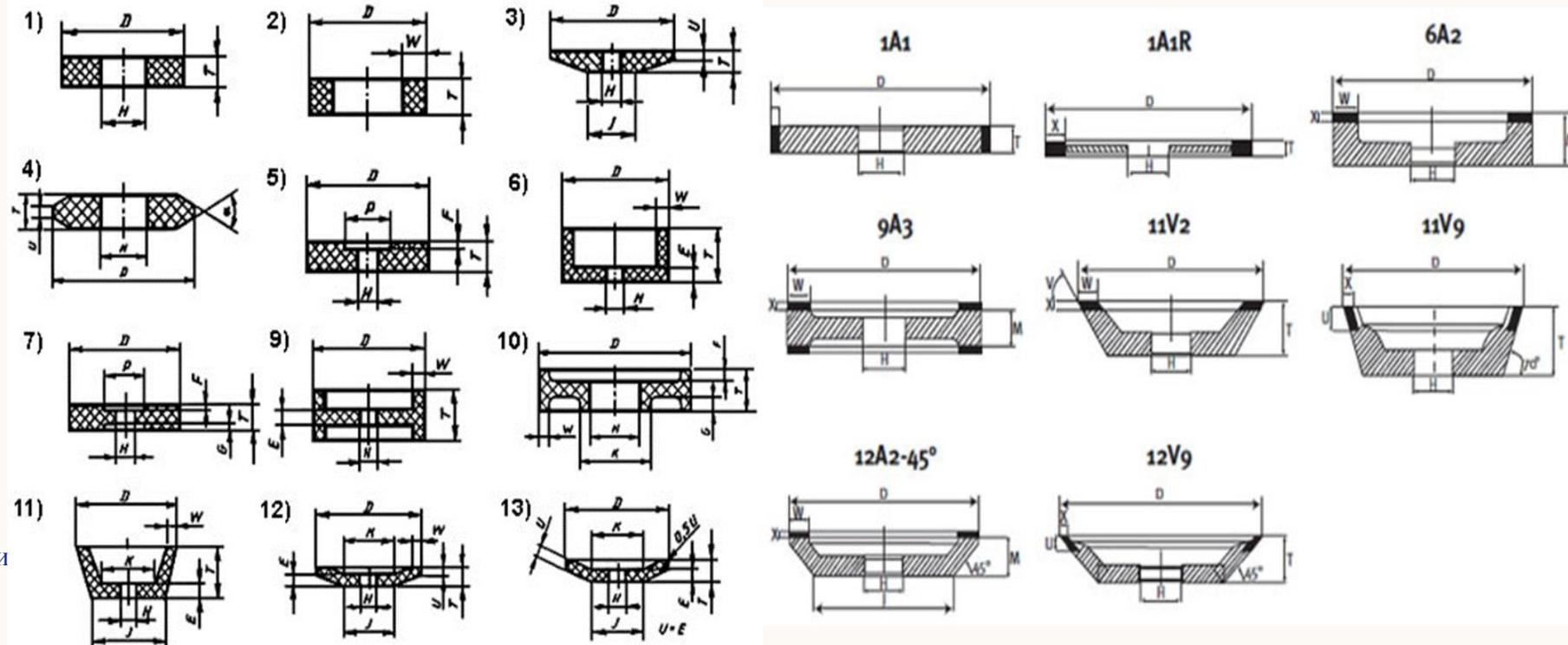
Тип	Размеры, мм	Абразив	Зернистость	Твердость	Структура	Связка	Скорость, м/с	Класс точности	Класс неуровненности
1	150x16x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3



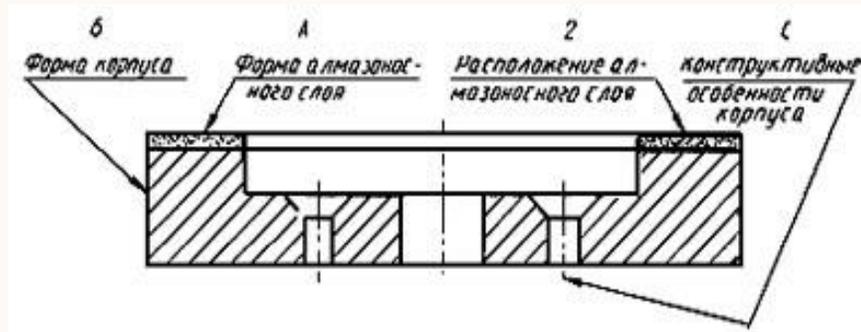
Система обозначений круга на керамической связке



# ФОРМА ПРОФИЛЯ КРУГА



Обозначение алмазного круга



- 1 (ПП) - прямого профиля;
- 2 (К) - кольцевой;
- 3 (ЗП) - конический;
- 4 (2П) - двухсторонний конический;
- 5 (ПВ) - с односторонней выточкой;
- 6 (ЧЦ) - чашечный цилиндрический;
- 7 (ПВД) - с двумя выточками;
- 9 - с двусторонней выточкой;
- 10 (ПВДС) - с двусторонней выточкой и ступицей;
- 11 (ЧК) - чашечный конический;
- 12 (Т) - тарельчатый;
- 13 - тарельчатый;
- 14 (1Т) - тарельчатый;
- 20 - с односторонней конической выточкой;
- 21 - с двусторонней конической выточкой;
- 22 - с конической выточкой с одной стороны и цилиндрической с другой;
- 23 (ПВК) - с конической и цилиндрической выточками с одной стороны;
- 24 - с конической и цилиндрической выточками одной стороны и цилиндрической выточкой с другой;
- 25 - с конической и цилиндрической выточками с одной стороны и конической с другой;
- 26 (ПВДК) - с конической и цилиндрической выточками с обеих сторон;
- 27 - с утопленным центром и упрочняющими элементами;
- 28 - с утопленным центром;
- 35 - прямого профиля, работающий торцом;
- 36 (ПН) - с запрессованными крепежными элементами;
- 37 - кольцевой с запрессованными крепежными элементами;
- 38 - с односторонней ступицей;
- 39 - с двусторонней ступицей.

# Абразивы

Наиболее часто используемыми абразивными материалами для шлифовальных кругов являются:

**электрокорунд, карбид кремния, эльбор, алмаз.**

**Электрокорунд** выпускается следующих марок: белый - **22А, 23А, 24А, 25А** (чем больше число, тем выше качество); нормальный - **12А, 13А, 14А, 15А, 16А**; хромистый - **32А, 33А, 34А**; титанистый - **37А**; циркониевый - **38А** и другие.

**Карбид кремния.** Выпускается две разновидности карбида кремния: черный - **52С, 53С, 54С, 55С** и зеленый - **62С, 63С, 64С**, отличающиеся друг от друга некоторыми механическими свойствами и цветом. Карбид зеленый по сравнению с карбидом черным более хрупок.

**Алмаз** широко используется для изготовления алмазных шлифовальных кругов, применяемых для доводки и заточки твердосплавного инструмента, обработки деталей из твердых сплавов, оптического стекла, керамики и пр. Он используется также для правки шлифовальных кругов из других абразивных материалов. При нагревании на воздухе до 800°С алмаз начинает сгорать.

**Эльбор** (КНБ, CBN, боразон, кубонит) представляет собой кубическую модификацию нитрида бора. Имея такую же твердость, как алмаз, он значительно превосходит последний в термостойкости.

1	150x16x3	25А	F46	L	6	V	35	Б	3
	2								

# ХАРАКТЕРИСТИКИ АБРАЗИВОВ

Абразивные материалы характеризуются твердостью, зернистостью, абразивной способностью, прочностью, термо- и износостойкостью. Высокая твердость - главная отличительная особенность абразивных материалов. Ниже приведены сравнительные характеристики по микротвердости и термостойкости основных абразивных материалов.

<b>Материалы</b>	<b>Микротвердость, кгс/мм<sup>2</sup></b>
<b>Алмаз</b>	8000-10600
<b>Эльбор (нитрид бора кубический, КНБ)</b>	8000-10000
<b>Карбид бора</b>	4000-4800
<b>Карбид кремния зеленый</b>	2840-3300
<b>Карбид кремния черный</b>	2840-3300
<b>Монокорунд</b>	2100-2600
<b>Электрокорунд белый</b>	2200-2600
<b>Электрокорунд титанистый</b>	2400
<b>Электрокорунд хромистый</b>	2240-2400
<b>Электрокорунд нормальный</b>	2000-2600
<b>Корунд</b>	2000-2600
<b>Кварц</b>	1000-1100
<b>Карбид титана</b>	2850-3200
<b>Карбид вольфрама</b>	1700-3500
<b>Твердый сплав Т15К6, ВК8</b>	1200-3000
<b>Минералокерамика ЦМ332</b>	1200-2900
<b>Быстрорежущая сталь закаленная Р18</b>	1300-1800
<b>Сталь инструментальная углеродистая закаленная У12</b>	1030
<b>Сталь углеродистая закаленная Ст.4</b>	560

# ХАРАКТЕРИСТИКИ АБРАЗИВОВ

Абразив	Применение
<b>Электрокорунд нормальный</b>	Обладает высокой теплостойкостью, хорошей сцепляемостью со связкой, механической прочностью зерен и значительной вязкостью, необходимой для выполнения операции с переменными нагрузками. Обработка материалов с высоким сопротивлением разрыву (стали, ковкого чугуна, железа, латуни, бронзы).
<b>Электрокорунд белый</b>	По физическому и химическому составу более однороден, имеет более высокую твердость и острые кромки, обладает лучшей самозатачиваемостью и обеспечивает меньшую шероховатость обрабатываемой поверхности по сравнению с электрокорундом нормальным. Обработка тех же материалов, что и электрокорунд нормальный. Обеспечивает меньшее теплообразование, более высокую чистоту поверхности и меньший износ. Шлифование быстрорежущих и легированных инструментальных сталей. Обработка тонкостенных деталей и инструментов, когда отвод теплоты образующейся при шлифовании, затруднен (штампы, зубья шестерен, резьбовой инструмент, тонкие ножи и лезвия, стальные резцы, сверла, деревообрабатывающие ножи и т.п.); деталей (плоское, внутреннее и профильное шлифование) с большой площадью контакта между кругом и обрабатываемой поверхностью, сопровождающейся обильным теплообразованием; при отделочном шлифовании, хонинговании и суперфинишировании.
<b>Карбид кремния</b>	Отличается от электрокорунда повышенными твердостью, абразивной способностью и хрупкостью (зерна имеют вид тонких пластинок, вследствие чего увеличивается их хрупкость в процессе работы; кроме того, они хуже удерживаются связкой в инструменте). Карбид кремния зеленый отличается от карбида кремния черного повышенными твердостью, абразивной способностью и хрупкостью. Обработка материалов с низким сопротивлением разрыву, высокой твердостью и хрупкостью (твердых сплавов, чугуна, гранита, фарфора, кремния, стекла, керамики), а также очень вязких материалов (жаропрочных сталей и сплавов, меди, алюминия, резины).
<b>Эльбор</b>	Имеет наивысшие после алмаза твердость и абразивную способность; обладает высокой теплостойкостью и повышенной хрупкостью; инертен к железу. Шлифование и доводка труднообрабатываемых сталей и сплавов; чистовое шлифование, заточка и доводка инструментов из быстрорежущих сталей; чистовое и окончательное шлифование высокоточных заготовок из жаропрочных, коррозионностойких и высоколегированных конструкционных сталей; чистовое и окончательное шлифование направляющих станков, ходовых винтов, обработка которых затруднена обычными абразивными инструментами из-за больших тепловых деформаций.
<b>Алмаз</b>	Обладает высокой износостойкостью и пониженной теплостойкостью; химически активен к железу; имеет повышенную хрупкость и пониженную прочность, что способствует самозатачиванию; синтетический алмаз каждой последующей марки (от AC2 до AC50) отличается от предыдущего более высокой прочностью и меньшей хрупкостью. Шлифование и доводка хрупких и высокотвердых материалов и сплавов (твердых сплавов, чугунов, керамики, стекла, кремния); чистовое шлифование, заточка и доводка твердосплавных режущих инструментов.

# ЗЕРНИСТОСТЬ АБРАЗИВА

Зернистость абразива - характеристика шлифовальных кругов определяющая чистоту получаемой поверхности. Зерно представляет собой либо сдвстки кристаллов, либо отдельный кристалл, либо его осколки. Как и все твердые тела, оно характеризуется тремя размерами (длиной, шириной и толщиной), однако для простоты оперируют одним - шириной. От величины зерна зависит множество параметров - количество снимаемого за один проход металла, чистота обработки, производительность шлифования, изнашиваемость круга и пр.

По ГОСТ 3647-80 в обозначении зернистости шлифовальных кругов размер зерна обозначается в единицах, равных 10 мкм (20=200мкм), для микропорошков - в мкм с добавлением буквы М.

Обозначение по ГОСТ 3647-80	Обозначение по ГОСТ 9206-80 (алмазные порошки)	Размер, мкм	FEPA	
			Обозначение для абразивных материалов, исключая материалы на гибкой основе	Средний размер, мкм
			F 4	4890
			F 5	4125
			F 6	3460
			F 7	2900
200	2500/2000	2500-2000	F 8	2460
			F 10	2085
160	2000/1600	2000-1600	F 12	1765
125	1600/1250	1600-1250	F 14	1470
100	1250/1000	1250-1000	F 16	1230
			F 20	1040
80	1000/800	1000-800	F 22	885
63	800/630	800-630	F 24	745
50	630/500	630-500	F 30	625
			F 36	525
40	500/400	500-400	F 40	438
32	400/315	400-315	F 46	370
25	315/250	315-250	F 54	310
			F 60	260
20	250/200	250-200	F 70	218
16	200/160	200-160	F 80	185
12	160/125	160-125	F 90	154
			F 100	129
10	125/100	125-100	F 120	109
8	100/80	100-80	F 150	82
6	80/63	80-63	F 180	69
5, M63	63/50	63-50	F 220	58
			F 230	53
4, M50	50/40	50-40	F 240	44,5
M40	40/28	40-28	F 280	36,5
			F 320	29,2
M28	28/20	28-20	F 360	22,8
M20	20/14	20-14	F 400	17,3
M14	14/10	14-10	F 500	12,8
M7	10/7	10-7	F 600	9,3
M5	7/5	7-5	F 800	6,5
M3	5/3	5-3	F 1000	4,5
			F 1200	3,0
			F 1500	2,0
			F 2000	1,2
	1/0	1 и <		
	1/0,5	1-0,5		
	0,5/0,1	0,5-0,1		
	0,5/0	0,5 и <		
	0,3/0	0,3 и <		

# ЗЕРНИСТОСТЬ КРУГА

В общем случае, чем тверже обрабатываемый материал и меньше его вязкость, тем выше может быть зернистость круга.

Номера зернистости по ГОСТ 3647-80	Номера зернистости по ГОСТ Р 52381-2005	Назначение
125; 100; 80	F14; F16; F20; F22	Правка шлифовальных кругов; ручные обдирочные операции, зачистка заготовок, поковок, сварных швов, литья и проката.
63; 50	F24; F30; F36	Предварительное круглое наружное, внутреннее, бесцентровое и плоское шлифование с шероховатостью поверхности 5-7-го классов чистоты (2.5-1.25 Ra); отделка металлов и неметаллических материалов.
40; 32	F40; F46	Предварительное и окончательное шлифование деталей с шероховатостью поверхностей 7-9-го классов чистоты; заточка режущих инструментов (1.25- 0.32 Ra).
25; 20; 16	F54; F60; F70; F80	Чистовое шлифование деталей, заточка режущих инструментов, предварительное алмазное шлифование, шлифование фасонных поверхностей.
12; 10	F90; F100; F120	Алмазное шлифование чистовое, заточка режущих инструментов, отделочное шлифование деталей.
8; 6; 5; 4	F150; F180; F220; F230; F240	Доводка режущего инструмента, резьбошлифование с мелким шагом резьбы, отделочное шлифование деталей из твердых сплавов, металлов, стекла и других неметаллических материалов, чистовое хонингование.
M40-M5	F280; F320; F360; F400; F500; F600; F800	Окончательная доводка деталей с точностью 3-5 мкм и менее, шероховатостью 10-14-го классов чистоты, суперфиниширование, окончательное хонингование.

# Твердость связки шлифовальных кругов<sup>10</sup>

1	150x16x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3
---	-----------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

Наименование	Обозначение по ГОСТ 19202-80	Обозначение по ГОСТ Р 52587-2006
Весьма мягкий	BM1, BM2	F, G
Мягкий	M1, M2, M3	H, I, J
Среднемягкий	CM1, CM2	K, L
Средний	C1, C2	M, N
Среднетвердый	CT1, CT2, CT3	O, P, Q
Твердый	T1, T2	R, S
Весьма твердый	BT	T, U
Чрезвычайно твердый	CT	V, W, X, Y, Z

# СТРУКТУРА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

1	150x16 x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3
---	---------------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

Под структурой инструмента обычно понимается процентное соотношение объема абразивного материала в единице объема инструмента. Чем больше абразивного зерна в единице объема круга, тем плотнее структура инструмента.

Структура абразивного инструмента влияет на величину свободного пространства между зернами.

Структура	Обозначение
Плотная	0, 1, 2, 3, 4
Средняя	5, 6, 7
Открытая	8, 9, 10
Высокопористая	11, 12

# ТИП СВЯЗКИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

12

При изготовлении шлифовальных кругов, абразивные зерна скрепляются с основой и друг другом при помощи связки. Наиболее широко применяемые связки: керамическая, бакелитовая и вулканитовая.

1	150x16x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3
---	-----------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

**Керамическая связка** изготавливается из неорганических веществ - глины, кварца, полевого шпата и ряда других путем их измельчения и смешивания в определенных пропорциях. Маркировка шлифовальных кругов с керамической связкой содержит букву (**V**). Старое обозначение - (**К**)

Керамическая связка придает абразивному инструменту жесткость, теплостойкость, устойчивость формы, но одновременно и повышенную хрупкость, вследствие чего круги с керамической связкой нежелательно применять при ударной нагрузке, например при обдирочном шлифовании.

**Бакелитовая связка** в основном состоит из искусственной смолы - бакелита. Маркировка кругов с бакелитом имеет в обозначении латинскую букву (**B**). Старое обозначение - (**Б**). В сравнении с керамической, бакелитовая связка обладает большей упругостью и эластичностью, меньше нагревает обрабатываемый металл, однако имеет меньшую химическую и температурную стойкость, худшую кромкостойкость.

Бакелитовая связка может быть с упрочняющими элементами (**BF**, старое обозначение - **БУ**), с графитовым наполнителем (**B4**, старое обозначение - **Б4**).

**Вулканитовая связка** - это подвергнутый вулканизации синтетический каучук. Маркировка абразивного круга имеет букву (**R**). Старое обозначение - (**В**).

# КЛАСС ТОЧНОСТИ

1	150x16x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3
---	-----------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

Точность размеров и геометрической формы абразивных инструментов обуславливается тремя классами **AA**, **A** и **B**.

Для менее ответственных операций абразивной обработки применяют инструмент класса **B**.

Более точным и качественным является инструмент класса **A**.

Для работы в автоматических линиях, на высокоточных и многокруговых станках применяется высокоточный инструмент **AA**. Он отличается более высокой точностью геометрических параметров, однородностью зернового состава, уравновешенностью абразивной массы, изготавливается из лучших сортов шлифовальных материалов.

# КЛАСС НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ

1	150x16x32	25A	F46	L	6	V	35	Б	3
---	-----------	-----	-----	---	---	---	----	---	---

Класс неуравновешенности шлифовального круга характеризует неуравновешенность массы круга, которая зависит от точности геометрической формы, равномерности размешивания абразивной массы, качества прессования и термообработки инструмента в процессе его изготовления. Установлено четыре класса допускаемой неуравновешенности массы кругов (1, 2, 3, 4). Классы неуравновешенности не имеют отношения к точности балансировки кругов в сборе с фланцами перед установкой их на шлифовальный станок.

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Электрокорунд нормальный широко применяется на обдирочных и черновых операциях обработки заготовок из 15 материалов, имеющих высокий предел прочности на растяжение.

Электрокорунд белый применяется в основном на чистовых и отделочных операциях обработки заготовок из закалённых сталей и инструмента из углеродистых, быстрорежущих, легированных, и нержавеющей сталей. Особенно где имеется опасность образования трещин и прижогов.

Карбид кремния применяют для обработки: чугуна, алюминия и его сплавов, титана и его сплавов, бронзы.

Зернистость для сталей:

- предварительное шлифование (зернистость F46)
- окончательное (зернистость F60-F80)

Для чугуна и алюминия:

- предварительное шлифование (зернистость F36 - F46)
- окончательное (зернистость F46-F60)

Твёрдость:

M2 – CM2 – шлифование заготовок, заточка твёрдых сплавов, минералокерамики и легированных сталей, цветных металлов и сплавов.

CM2 – C2 – чистовое шлифование заготовок из закалённых сталей, заточка инструмента.

C2 – CT2 - шлифование заготовок из незакалённых углеродистых и легированных сталей и сплавов, чугуна и других вязких материалов.

CT2 – T2 – обдирочное и предварительное шлифование прерывистых поверхностей заготовок малого диаметра, снятие заусенцев.

**СПАСИБО**

