

Инструментальные материалы

Инструментальные материалы

В современном машиностроении применяется большое количество разнообразных режущих инструментов, используемых на различных станках, автоматах и автоматических линиях.

От выбора материала режущего инструмента, геометрии его режущей части и режимов резания, зависит производительность процесса обработки и качество обработанных поверхностей.

Материал для изготовления инструмента должен обладать:

- достаточной твердостью и прочностью;
- износостойкостью;
- теплостойкостью.

Твердость инструментального материала должна быть выше твердости обрабатываемого материала.

- Для надежной работы инструмента прочной должна быть не только его режущая часть, но и нережущие элементы: державки, хвостовики, корпуса.

Износостойкость - способность инструментального материала сопротивляться действию сил трения, возникающих в процессе резания на передних и задних поверхностях инструмента.

Теплостойкость - сохранение достаточной твердости, а следовательно, и режущих свойств при высоких температурах, возникающих в процессе снятия стружки.

Красностойкость - способность инструментального материала сохранять твердость при нагреве до температуры «красного каления» 600°C и выше. Повышается при добавлении в состав инструментальной стали хрома, ванадия и особенно вольфрама.

Стойкость инструмента - способность инструмента сопротивляться механическому износу и воздействию высоких (800°C и выше) температур в процессе резания.

Стойкость режущего инструмента измеряется машинным временем, в течение которого сохраняются режущие свойства инструмента, т.е. временем непосредственного резания между двумя переточками.

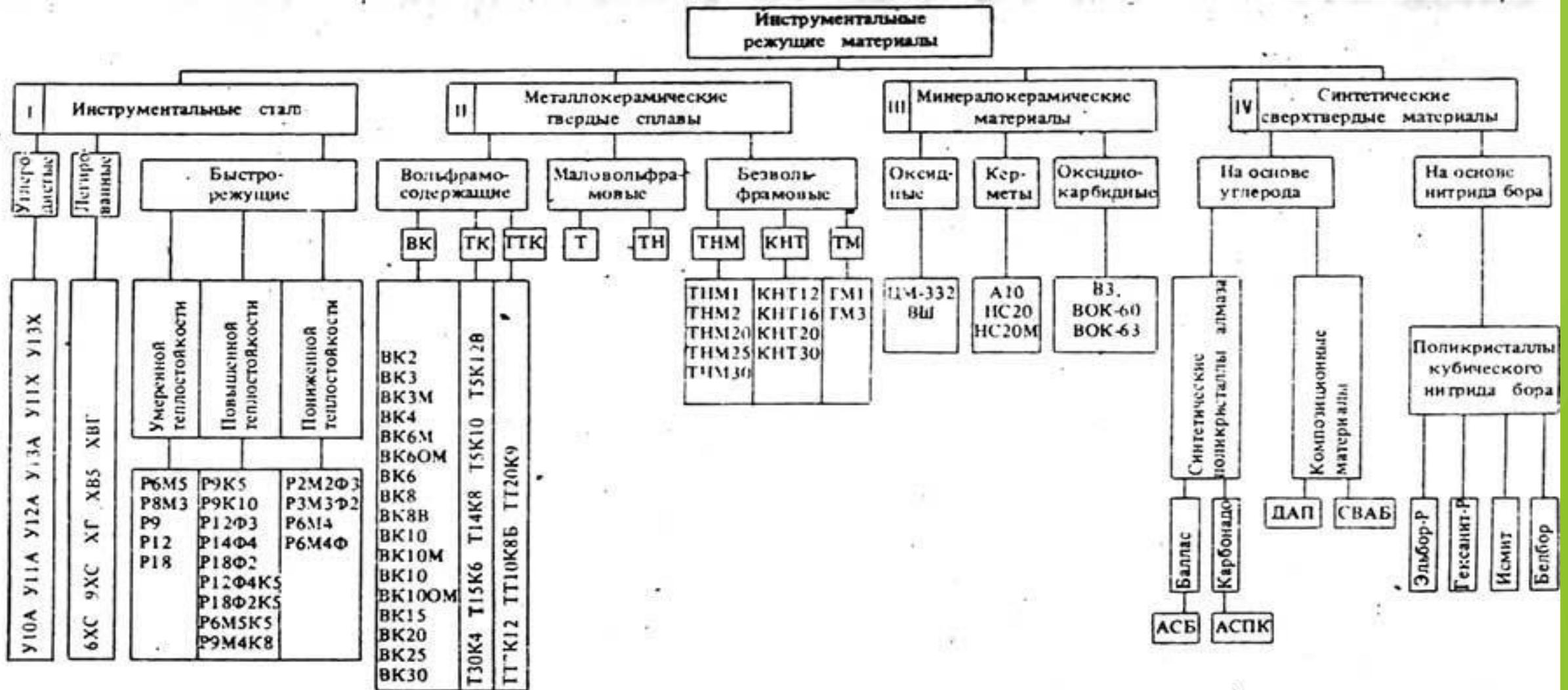
Инструментальные материалы

Материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента, делятся на следующие группы:

1. углеродистые инструментальные стали;
2. легированные инструментальные стали;
3. быстрорежущие стали;
4. металлокарбидные твердые сплавы;
5. минералокерамические материалы;
6. абразивные материалы
7. алмазы и синтетические сверхтвердые материалы.

При изготовлении державок резцов, корпусов фрез, хвостовиков сверл, зенкеров применяются конструкционные стали марок: 40,40Х,38ХС,45Х

Инструментальные материалы



Инструментальные материалы

Углеродистые инструментальные стали

Инструментальная углеродистая сталь (УИС) - сплав железа с углеродом при содержании $C = 0,6-1,4\%$.

В процессе резания выдерживают температуру не выше $200...300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Имеют низкую твердость в отожженном состоянии ($HV=187...217$), что обеспечивает хорошую обрабатываемость резанием и высокую твердость после термообработки ($HRC_{\text{э}} 58-65$).

При температуре $200-250^{\circ}\text{C}$ твердость УИС резко падает.

Обозначаются углеродистые стали буквой У и следующая за буквой цифра указывает на среднее содержание углерода в десятых долях %. Например: У8, У10, У10А, У12А. Буква А в конце указывает на высококачественную марку стали (пониженное содержание серы и фосфора).

Достоинство УИС - низкая себестоимость, хорошая шлифуемость.

Недостатки УИС - низкая прокаливаемость, большие поводки и появление трещин при термообработке, низкие рабочие температуры.

УИС используется для изготовления слесарного инструмента: напильников, зубил, сверл малого диаметра, метчиков, плашек.

Инструментальные материалы

Углеродистые инструментальные стали

Марка стали	Содержание элементов в %				
	углерод	марганец	кремний	сера не более	фосфор не более
У7	0,65—0,74	0,20—0,40			
У8	0,75—0,84	0,20—0,40			
У8Г	0,80—0,90	0,35—0,60			
У9	0,85—0,94	0,15 - 0,35	0,15—0,35	0,030	0,35
У10	0,95—1,04	0,15 - 0,35			
У11	1,05—1,14	0,15 - 0,35			
У12	1,15—1,24	0,15—0,35			
У13	1,25—1,35	0,15—0,35			

Инструментальные материалы

Легированные инструментальные стали

Легированные инструментальные стали отличаются от углеродистых наличием в сплаве Fe-C одного или нескольких легирующих элементов, улучшающих ее режущие свойства.

К легирующим элементам относят: хром, вольфрам, марганец, молибден, ванадий и другие.

Инструментальные стали имеют после закалки твердость 60...64 HRC, выдерживают температуру при резании 250...300 °C.

Пример: 9ХС, ХВГ, Х12Ф1.

Легированные стали имеют склонность к обезуглераживанию и значительную твердость в отожженном состоянии.

Используют для изготовления режущего инструмента, работающего при небольших скоростях резания, а также мерительного инструмента.

Пример: сталь Х12Ф1 обладает высокой твердостью и износоустойчивостью, применяется для изготовления режущих элементов штампов, резьбонакатных роликов.

Для повышения прочности режущих кромок применяют специальную технологиюковки, чтобы снизить балл карбидной неоднородности и избежать ликваций, способствующих хрупкости инструмента.

Инструментальные материалы

Легированные инструментальные стали

Таблица 4. Стали глубокой прокаливаемости [ГОСТ 5930—73]

Химический состав, %						
Марка	С	Si	Mn	Cr	W	V
X	0,95—1,10	0,15—0,35	0,15—0,40	1,30—1,65	—	—
9XC	0,85—0,95	1,20—1,60	0,30—0,60	0,95—1,25	—	—
9XBГ	0,85—0,95	0,15—0,35	0,90—1,20	0,50—0,80	0,50—0,80	—
XB4	1,25—1,45	0,15—0,35	0,15—0,40	0,40—0,70	3,50—4,30	0,15—0,30
XBГ	0,80—1,05	0,15—0,35	0,80—1,10	0,90—1,20	1,20—1,60	—
X12Ф1	1,25—1,45	0,15—0,35	0,15—0,40	11,0—12,5	—	0,7—0,9
B2Ф	1,15—1,22	0,15—0,35	0,20—0,50	0,20—0,40	1,60—2,00	0,20—0,28

Инструментальные материалы

Быстрорежущие инструментальные стали

Из легированных инструментальных сталей в отдельную группу выделена быстрорежущая сталь (БС), принимающая закалку на воздухе и значительно превосходящая по режущим свойствам УИС.

Легирующие элементы БС: вольфрам (6...19%), ванадий (1...5%), хром (3...4,5%)

БС обладают почти одинаковой красностойкостью (600...650°С) и твердостью до 64 HRC. Некоторые БС содержат кобальт, который повышает их красностойкость.

Стали стандартных марок P6M5, P9, P18 широко используется для производства всех видов инструмента.

Сталь P18 имеет большую прочность, сталь P9 более мелкозернистая, легче деформируется в горячем состоянии, что обеспечивает лучшие условия при изготовлении инструмента прокаткой.

Инструменты из БС могут применяться при прерывистом резании, при пониженной жесткости системы СПИД, при сверлении отверстий малого диаметра и нарезании в них резьбы так как предел прочности на изгиб у БС значительно выше чем у твердого сплава. Для обработки высокопрочных нержавеющей сталей были разработаны новые марки БС. Они отличаются более высокими режущими свойствами в сравнении с P18 благодаря повышенному содержанию легирующих элементов. Например: P18K5Ф2, P10K5Ф5 и другие.

Инструментальные материалы

Быстрорежущие инструментальные стали

Марки стали и химический состав в % по ГОСТ 19265—73

Марка стали	Углерод	Хром	Вольфрам	Ванадий	Кобальт	Молибден
P18	0,7—0,8	3,8—4,4	17,0—18,5	1,0—1,4	—	Не более 1,0
P12	0,8—0,9	3,1—3,6	12—13	1,5—1,9	—	Не более 1,0
P9	0,85—0,95	3,0—4,4	8,5—10,0	2,0—2,6	—	Не более 1,0
P6M3	0,85—0,95	3,0—3,6	5,5—6,5	2,0—2,5	—	3,0—3,6
P6M5	0,8—0,88	3,8—4,4	5,5—6,5	1,7—2,1	—	5,0—5,5
P18Ф2	0,85—0,95	3,8—4,4	17,0—18,0	1,8—2,4	—	Не более 1,0
P14Ф4	1,2—1,3	4,0—4,6	13,0—14,5	3,4—4,2	—	Не более 1,0
P18K5Ф2	0,85—0,95	3,8—4,4	17,0—18,5	1,8—2,4	5,0—6,0	Не более 1,0
P10K5Ф5	1,45—1,55	4,0—4,6	10,0—11,5	4,3—5,1	5,0—6,0	Не более 1,0
P9K5	0,9—1,0	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	5,0—6,0	Не более 1,0
P9K10	0,9—1,0	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	9,0—10,5	Не более 1,0
P6M5K5	0,8—0,88	3,8—4,4	6,0—7,0	1,7—2,2	4,8—5,3	4,8—5,3
P9M6K8	1,0—1,1	3,0—3,6	8,5—9,6	2,1—2,5	7,5—8,5	3,8—4,3

Примечание. Буква Р обозначает, что сталь относится к группе быстрорежущих; цифра, стоящая после буквы Р, показывает среднее содержание вольфрама в процентах; цифра после буквы К — среднее содержание кобальта; цифра после буквы Ф — среднее содержание ванадия; цифра после буквы М — среднее содержание молибдена.

Инструментальные материалы

Твердые сплавы (ТС)

1926 г. - получены первые металлокерамические карбидовольфрамовые сплавы, изготовленные методом порошковой металлургии (методом спекания).

Достоинства ТС: обладают исключительно высокой твердостью даже при высокой температуре, дают возможность обрабатывать закаленные стали и чугун, марганцовистые стали, твердые минералы.

Недостатки ТС: малая прочность и склонность к адгезии-схватыванию со стружкой, что способствует быстрому истиранию и выкрашиванию инструмента.

Твердые сплавы получают прессованием и последующим спеканием порошков карбидов вольфрама (66...97%), титана (3...30%), тонтала (2...12%) и порошка металлического кобальта.

Твердые сплавы в соответствии с ГОСТ 3882-74 (ИСО 513-75) подразделяются на три группы:

1. Вольфрамовые(однокарбидные)(ВК) на основе карбидов вольфрама , ВК3, ВК3-М, ВК4-В, ВК8;
2. Титановольфрамовые (2-карбидные) (ТК) на основе карбидов титана и вольфрама Т5К10, Т15К6, Т30К4;
3. Титанотанталовольфрамовые (3-карбидные)(ТТК) на основе карбидов титана, тонтала, вольфрама ТТ7К12, ТТ10К8.

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Во всех твердых сплавах в качестве связки добавляют кобальт.

Прочность и твердость ТС зависит от содержания кобальта.

Чем выше содержание кобальта, тем выше прочность при изгибе, но меньше твердость.

Кобальт влияет также на красностойкость. Чем выше содержание кобальта, тем ниже красностойкость.

Титан повышает красностойкость и износостойкость.

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Сплавы вольфрамовой группы при одинаковом хим. составе отличаются размерами зерен карбидных составляющих. По размерам зерен их можно разделить на группы:

1. особо мелкозернистые (не менее 70% зерен карбидной фазы имеют размер $< 1\text{ мкм}$), их обозначают буквами ОМ в конце марки сплава (ВК6ОМ);
2. мелкозернистые (не менее 50% зерен карбидной фазы в их структуре не превышает размер 1 мкм , для обозначения в конце марки сплава ставится буква М (ВК6М);
3. среднезернистые с карбидными зернами $1...2\text{ мкм}$ (ВК8);
4. крупнозернистые с карбидными зернами $2...5\text{ мкм}$, их обозначают в конце марки сплава буквой В (ВК8В)

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Группа твердых сплавов	Марка сплава	Ориентировочный состав смеси, %				Предел прочности при изгибе, кг/мм ²	Удельная вес, г/см ³	Твердость по Роквеллу, шкала А (не менее)
		карбид вольфрама	кобальт	карбид титана	карбид тантала			
Вольфрамкобальтовые (ВК)	ВК2	98	2	—	—	100	15,0—15,4	90,0
	ВК3	97	3	—	—	110	15,0—15,4	90,0
	ВК3М	97	3	—	—	110	15,0—15,3	91,0
	ВК4	96	4	—	—	130	14,9—15,1	89,5
	ВК4В	96	4	—	—	140	14,9—15,1	88,0
	ВК6	94	6	—	—	135	14,6—15,0	88,5
	ВК6М	94	6	—	—	130	14,8—15,0	90,0
	ВК6В	94	6	—	—	140	14,4—14,8	87,5
	ВК8	92	8	—	—	140	14,4—14,8	87,5
	ВК8В	92	8	—	—	155	14,4—14,8	86,5
	ВК10	90	10	—	—	150	14,2—14,6	87,0
	ВК15	85	15	—	—	165	13,9—14,1	86,0
	ВК20	80	20	—	—	190	13,4—13,7	85,0
ВК25	75	25	—	—	200	12,9—13,2	84,5	
Титановольфрамовые (ТК)	Т30К4	66	4	30	—	90	9,5—9,8	92,0
	Т15К6	79	6	15	—	110	11,0—12,7	90,0
	Т14К8	78	8	14	—	115	11,2—12,0	89,5
	Т5К10	85	9	6	—	130	12,3—13,2	88,5
	Т5К12В	83	12	5	—	150	12,8—13,3	87,0
Титанотанталовольфрамовые (ТТК)	ТТ7К12	81	12	4	3	160	13,0—13,3	87,0
	ТТ10К8В	82	8	3	7	140	13,5—13,8	89,0

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Крупнозернистые сплавы имеют пониженную износостойкость и теплостойкость, но высокую прочность. Они хорошо сопротивляются ударам и циклическим нагрузкам. Поэтому их целесообразно применять при черновом точении труднообрабатываемых материалов, при наличии раковин корки и неравномерного припуска.

Сплавы мелкозернистой и особомелкозернистой структуры с повышенным содержанием кобальта (BK10M, BK10OM) применяют для изготовления инструмента небольших размеров (сверла, фрезы, метчики). Американская фирма SGS предлагает мелкозернистый твердосплавный инструмент: сверла диаметром с 0,5 мм, фрезы начиная с диаметра 1 мм.

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

В металлообработке стандартом ISO 513-75 выделены три группы резания для применения твердосплавного режущего инструмента:

группа Р - для обработки материалов, дающих в основном сливную стружку;

группа К - для обработки материалов дающих как сливную, так и стружку надлома;

группа М - для обработки различных материалов (универсальные твердые сплавы), дающие стружку надлома.

ГРУППА Р	ГРУППА М	ГРУППА К
<p><u>Обрабатываемые материалы:</u></p> <p>Конструкционные стали: нелегированные; легированные; подшипниковые; рессорно-пружинные.</p> <p>Инструментальные стали: углеродистые; для режущего и мерительного инструмента; штамповые; быстрорежущие.</p> <p>Стали для отливок: углеродистые; низколегированные.</p> <p>Коррозионно-теплостойкие стали (мартенситно/ферритного классов)</p>	<p><u>Обрабатываемые материалы:</u></p> <p>Коррозионно- и теплостойкие стали (аустенитного класса)</p> <p>Жаростойкие и жаропрочные сплавы: мартенситного, аустенитного/мартенситного и аустенитного классов; на Ni-Cr основе.</p> <p>Никель-кобальтовые сплавы</p> <p>Титановые сплавы: деформируемые; литейные.</p>	<p><u>Обрабатываемые материалы:</u></p> <p>Чугуны: ковкие; серые; антифрикционные; с шаровидным графитом.</p> <p>Алюминиевые сплавы: деформируемые; литейные.</p> <p>Магниеые сплавы: деформируемые; литейные.</p> <p>Медь и медные сплавы: медь; латуни; бронзы.</p> <p>Антифрикционные сплавы: цинковые сплавы; алюминиевые сплавы; порошковые спеченные алюминиевые сплавы; баббиты.</p>

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

ISO/ANSI
P N Сверла CoroDrill® Delta C
M S
K H Режимы обработки (начальные значения)



ISO/ANSI	Обрабатываемый материал		Диаметр сверла D _c мм	Марка сплава	Скорость резания, м/мин V _c	Подача мм/об f _n	
	СМС	НВ					
P	02.1	Низколегированная сталь	180	0.30- 1.40	H10F	15-50	0.005-0.022
				1.50- 2.90	GC1020		0.03-0.06
				3.00- 6.00	GC1220	70-120	0.10-0.20
				6.01-10.00			0.14-0.30
				10.01-14.00			0.18-0.35
14.01-20.00	0.20-0.40						
M	05.21	Нержавеющая сталь	180	3.00- 6.00	GC1220	40-80	0.08-0.14
				6.01-10.00			0.08-0.20
				10.01-14.00			0.12-0.22
				14.01-20.00			0.14-0.24
K	08.2	Серый чугун	260	0.30- 1.40	H10F	10-42	0.005-0.021
				1.50- 2.90	GC1020		60-80
				3.00- 6.00	GC1220	70-130	0.15-0.25
				6.01-10.00			0.20-0.35
				10.01-14.00			0.30-0.55
14.01-20.00	0.35-0.55						
N	30.21	Алюминиевые сплавы	75	0.30- 1.40	H10F	24-95	0.007-0.032
				1.50- 2.90	GC1020		150-200
				3.00- 6.00	GC1220	120-230	0.15-0.25
				6.01-10.00			0.20-0.40
				10.01-14.00			0.30-0.50
14.01-20.00	0.40-0.60						
S	23.22	Титановые сплавы	Rm=1050 ¹⁾	0.30- 1.40	H10F	5-15	0.002-0.01
				1.50- 2.90	GC1020		30-40
	20.22	Жаропрочные сплавы	350	3.00- 6.00	GC1220	10-25	0.06-0.12
				6.01-10.00			0.08-0.15
				10.01-14.00			0.08-0.15
14.01-20.00	0.10-0.16						
H	04.1	Закаленная сталь	50 HRC	1.50- 2.90	GC1020	20-30	0.01-0.02
				3.00- 6.00	GC1220		15-25
				6.01-10.00		0.08-0.12	
				10.01-14.00		0.10-0.15	
14.01-20.00	0.12-0.18						

¹⁾ Rm = предел прочности на растяжение в МПа.

ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ															
Марки	Области применения														
	P					M					K				
	Подгруппы														
	01	10	20	30	40	50	10	20	30	40	01	10	20	30	40
T15K6															
T14K8															
MC137															
T5K10															
MC146															
TT7K12															
ВП322															
MC221															
ВК6															
MC321															
ВК8															
MC1466															
MC2216															
MC3216															
ТС1Ф															
ВП3115															
ВП3325															

Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Обозначение по ISO	Обозначение по ГОСТ 3882-74	Обозначение по ТУ48-19-398-80
P01	T30K4	MC101
P10	T15K6	MC111
P30	T5K10	MC131
M10	TT8K6	MC211
M30	BK10 OM	-
K01	BK3, BK3 M	MC301
K30C	BK8, BK8 M	MC3210

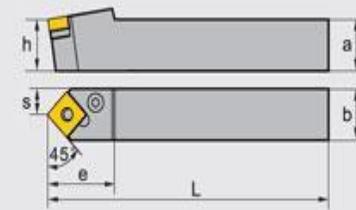
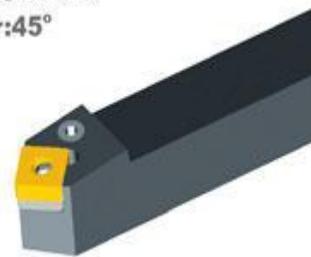
Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Пример обозначения по ISO: Резец PSDNN 32x32 P19

- P - поджим пластинки рычагом через отверстие;
- S - форма пластинки, квадратная;
- D - главный угол в плане 45° ;
- N - задний угол пластинки $N=0^\circ$;
- N - резец правый, левый, нейтральный, N- нейтральный;
- 32x32 - размер державки;
- 19 - размер пластинки.

PSDNN
Kr:45°

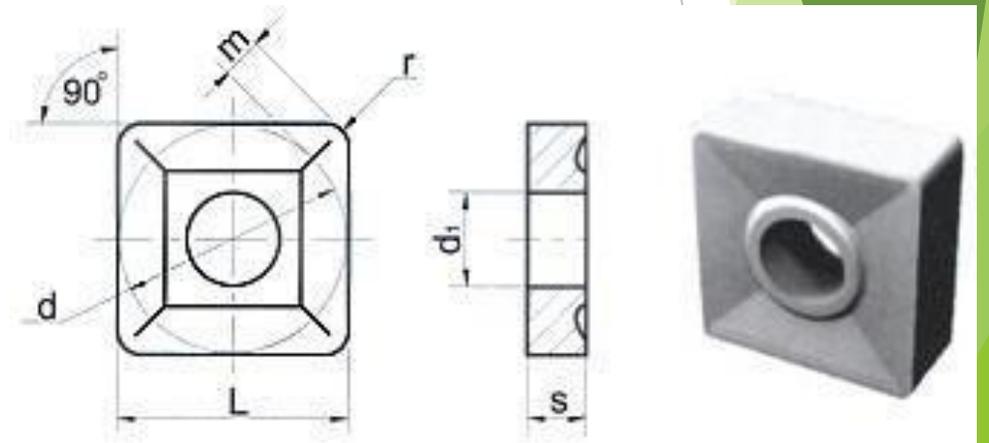


Инструментальные материалы

Твердые сплавы

Обозначение пластинок регламентируется ГОСТ 19042-80.
Пластина SNUM 19.06.12

S - форма пластинки квадрат;
N - задний угол пластинки равен 0;
U - класс точности пластинки;
M - форма заточки пластинки
19 - размер стороны квадрата;
06 - толщина пластины;
12 - радиус вершины 1,2 мм.



Инструментальные материалы

Минералокерамические материалы

Основу минералокерамики (МК) составляет технический глинозем (Al_2O_3) подвергнутый спеканию при температуре 1750°C .

МК обладает высокой твердостью ($\text{HRA} = 91\text{...}93$), теплостойкостью $1100\text{...}1200^\circ\text{C}$ и неокисляемостью.

МК превосходит по твердости твердые сплавы, но уступает им по механическим свойствам.

Инструмент из МК используется при получистовой и чистовой обработке заготовок из закаленных и труднообрабатываемых сталей, цветных сплавов с высокими скоростями резания в условиях безударной обработки и без охлаждения.

Кроме белой керамики, содержащей до 99.7% Al_2O_3 , существует черная оксидно-карбидная керамика ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$ к окиси алюминия добавляют карбиды титана).

На основе нитрида кремния (Si_3N_4) разработан новый материал Силинит-Р, обеспечивающий стабильность физико-механических свойств при высоких температурах резания. Используют при точении сталей, закаленных до $58\text{...}63\text{ HRC}$.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Абразивные материалы бывают естественные и искусственные.

Естественные абразивные материалы- алмаз, корунд, кварц, пемза. Применяются для изготовления брусков для работы вручную и шлифовальных шкурок для кожевенной и деревообрабатывающей промышленности.

Наждак-минерал, состоящий из окиси алюминия (Al_2O_3) с примесями окиси железа и силикатов.

Корунд природный - горная порода, состоящая в основном из окиси алюминия (до 95 %). Твердость по Морсу ≈ 9 . Уступает по твердости алмазу и карбиду бора.

Кварц- чистый кремнезем (SiO_2), твердость по Морсу ≈ 7 .

Абразивные материалы имеют широкое применение в производстве деталей ДВС при выполнении различных видов шлифовальных работ.

Искусственные абразивные материалы для изготовления шлифовальных кругов, брусков, шлифовальных шкурок:

- электрокорунд;
- карбид кремния;
- карбид бора.

Электрокорунд - основной абразивный материал, состоящий из кристаллической окиси алюминия Al_2O_3 , получают путем плавки в эл. печах пород богатых Al_2O_3 (глинозем, бокситы). Полученная масса дробится, очищается и сортируется по размерам зерна.

Абразивные материалы.

Шкала твёрдости Мооса

Минерал	Номер по шкале	Чем можно поцарапать
Алмаз	10	
 → Корунд	9	 Сверло по бетону (8.5)
Топаз	8	
 → Кварц	7	 Стальной гвоздь (6.5)
Ортоклаз	6	
Апатит	5	 Нож (5.5)
 → Флюорит	4	 Медная монета (3.5)
Кальцит	3	
Гипс	2	 Ноготь (2.5)
→ Тальк	1	

↑ Повышение твёрдости

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

В зависимости от содержания Al_2O_3 различают:

1. нормальный эл. корунд до 87% Al_2O_3 (обозначение ЭН: 12А, 13А, 14А, 15А, 18А);
2. белый эл. корунд, содержит 97-99% Al_2O_3 (обозначение ЭБ: 23А, 24А, 25А). Твердость электрокорунда $HV = 2200...2600$.
3. карбид кремния (карборунд)- SiC получают путем плавки в эл. печах чистого кварцевого песка с коксом при температуре $2100...2200^\circ C$. зерна карбида кремния имеют высокую твердость (HV до 3100) и дают при дроблении острые режущие кромки.
Применяют два вида: черный карбид кремния (КЧ), не менее 95% SiC ;
зеленый карбид кремния (КЗ), не менее 97% SiC .
Круги из карбида кремния применяют для шлифования чугуна, меди, латуни, твердых сплавов.
4. карбид бора (B_4C) получают путем плавки в печах технической борной кислоты и кокса. Обладает высокой твердостью и хрупкостью, применяют для доводки твердых сплавов при выполнении притирочных работ.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Зернистость абразивных материалов

По ГОСТ 3647-80 абразивный материал по величине зерна разделяют на следующие номера:

шлифзерно 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16;

шлифпорошки 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3;

микropорошки M40, M28, M20, M14, M10, M7, M5.

Зернистость (крупность) 200 соответствует наибольшему размеру зерна, зернистость M5- наименьшему.

Размеры зерен каждой фракции шлифзерна и шлифпорошка определяют размерами ячеек контрольных сит (в сотых долях мм). Размеры зерен микropорошков определяют линейными размерами зерен в мкм или по скорости осаждения зерен в воде.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Связки

Под связкой понимается материал скрепляющий между собой зерна абразива для получения определенной формы шлифовального инструмента: круга, бруска, сегмента.

Связки могут быть: а) органические - вулканитовая и бакелитовая;
б) неорганические - керамическая, силикатная, магнезиальная.

Вулканитовая связка состоит из синтетического каучука, серы и других составляющих, которые смешиваются. В приготовленную массу вводят абразивные зерна. После смешивания массу прокатывают на вальцах до нужной величины, вырезают круги (штамповкой) необходимого диаметра. Шлифовальные круги на вулканитовой связке обладают высокой прочностью и эластичностью. Применяются для изготовления ведущих кругов бесцентрового шлифования и тонких дисков для резки металла.

Бакелитовая связка состоит из искусственной смолы бакелита, приготовленной из карболовой кислоты и формалина. Круги на этой связке прочны и эластичны, но разрушаются щелочной средой охлаждающей жидкости. Используют только для шлиф. кругов ручных шлифовальных машинок.

Керамическая связка - наиболее распространенная из неорганических связок. Приготавливается из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца с добавками жидкого стекла. Эта связка обеспечивает высокую прочность кругов. Влагостойка.

Силикатная и магнезиальная связки - имеют незначительное применение. Они недостаточно прочны и невлагостойкие.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Шлифовальные круги

В промышленности применяется большое количество форм и размеров шлифовальных кругов.

Выбор формы круга определяется характером обработки.

Шлифовальные круги характеризуются:

- формой и размерами;
- абразивным материалом;
- связкой;
- твердостью;
- структурой;
- классом точности и дисбаланса;
- предельно допустимой скоростью вращения.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Шлифовальные круги

Твердость абразивного инструмента характеризует способность связки удерживать зерна при воздействии на них внешних сил.

Круги бывают по твердости:

- М - мягкие (М1, М2, М3);
- СМ - среднемягкие (СМ1, СМ2);
- С - средние (С1, С2);
- СТ - среднетвердые (СТ1, СТ2, СТ3);
- Т - твердые (Т1, Т2);
- ВТ - весьма твердые (ВТ1, ВТ2).

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Шлифовальные круги

Структура круга характеризует соотношение абразивных зерен, связки и пор в единице объема.

Различают 13 номеров структуры: от 0 до 12-той.

Чем меньше номер структуры, тем плотнее "упакованы" зерна в единице объема.

№ 0, 1, 2, 3 - плотные структуры.

№ 4, 5, 6, 7, 8 - средние структуры.

№ 9, 10, 11, 12 - открытые структуры.

Объем зерен в единице объема шлифовального инструмента с плотной структурой составляет около $2/3$, а с открытой структурой $\approx 1/3$.

Круги со среднеплотной структурой рекомендуются для заточки инструмента и шлифования стальных закаленных деталей.

Круги с открытой структурой используются для обработки мягких и вязких металлов.

Инструментальные материалы

Абразивные материалы.

Шлифовальные круги

Каждый шлифовальный круг имеет на торце маркировку в соответствии с ГОСТ Р 52781-2007 .
(ГОСТ 2424-83)

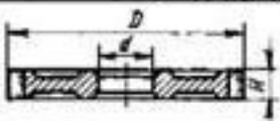
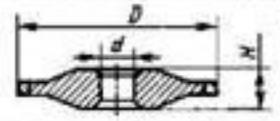
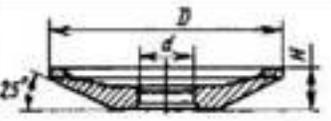
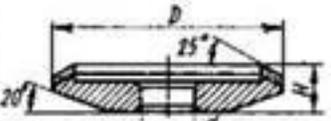
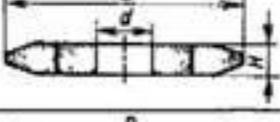
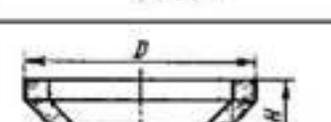
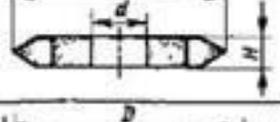
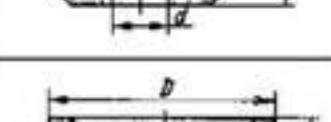
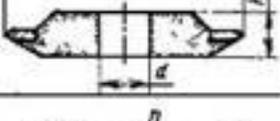
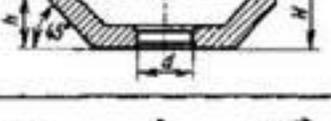
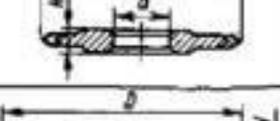
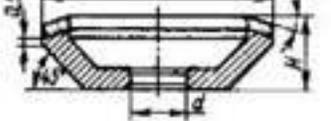
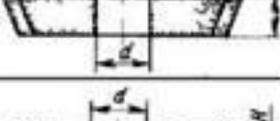
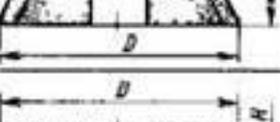
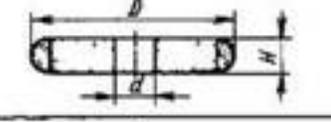
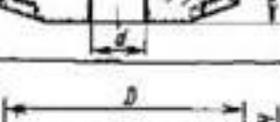
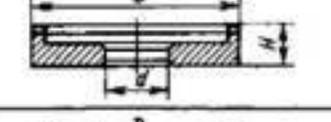


Шлифовальные круги на особо прочных связках (до 50 м/сек.) дополнительно маркируются на торце круга.

Круги типа «Диск» для резки проката и прорезки пазов могут иметь допускаемую скорость 70,80 и более м/с, изготавливаются на бакелитовой связке и армированы стальной или синтетической сетками.

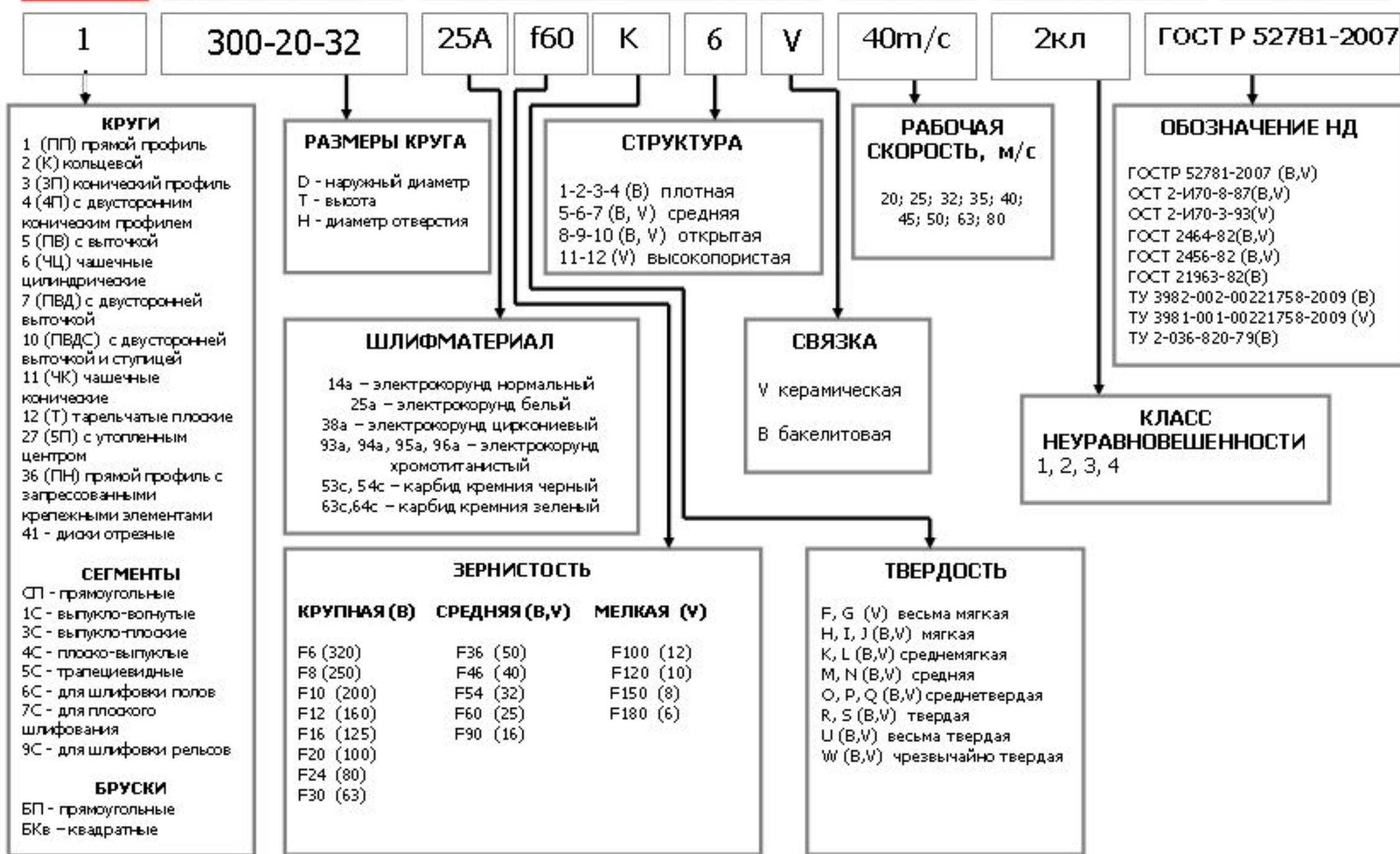
Инст

Абразивные Шлифовальные

1A1-2 (Л1П-2) плоские прямого профиля		12A2-20° (ЛТ) тарельчатые	
12A1 (ЛПП-3) плоские прямого профиля		12R4 (Л1Т) тарельчатые	
A8 (Л1ПП) плоские прямого профиля без корпуса		12V5-20° (ЛЗТ) тарельчатые	
1D1 (Л2П-1) плоские с двусторонним коническим профилем		11A2 (ЛЧК-1) чашечные конические	
1E1 (Л2П-2) плоские с двусторонним профилем		12A2-45° (ЛЧК-2) чашечные конические	
1E6Q (Л2П-3) плоские с двусторонним профилем		12V5-45° (Л2ЧК) чашечные конические	
14EE1X (Л2П-4) плоские с двусторонним профилем		1A2 (ЛПН) плоские прямого профиля	
1V1 (Л3П) плоские с односторонним коническим профилем		1F1X (Л1ФП) плоские с полукругловыпуклым профилем	
1R1 (Л4П-1) плоские с односторонним коническим профилем		6A2 (ЛПВ) плоские с выточкой	
4V9 (Л4П) профильные		12R9 (Л2Т) тарельчатые	

31

А6



Инструментальные материалы

Алмазы и синтетические сверхтвердые материалы (СТМ)

Сверхтвердые материалы делятся на две группы:

1. поли и моно кристаллические алмазы;
2. композиционные материалы (композиты) на основе нитрида бора.

Алмазы- наиболее твердые из всех абразивных материалов и представляют собой одну из разновидностей кристаллического углерода.

Натуральные алмазы имеют ограниченное применение в виду высокой стоимости.

Технические алмазы применяют для правки профилей шлифовальных кругов при особо точных работах с использованием одного алмазного зерна и для правки кругов с использованием алмазных карандашей (ГОСТ 607-80), содержащих алмазную крошку. Широко применяют алмазные гильзы для притирки поршневых колец по периферии, ролики для правки кругов при шлифовке шеек коленвалов, бруски для хонингования втулок цилиндра, эластичные алмазные ленты для доводочных работ.

В 60-х годах были синтезированы алмазы в виде поликристаллов размером свыше 3 мм, получили название «баланс» и «карбонадо»- промышленные марки АСБ и АСПК



Инструментальные материалы

Алмазы и синтетические сверхтвердые материалы (СТМ)

Типичным представителем искусственного сверхтвердого материала является «Эльбор».

Эльбор (торговые марки: Композит 01, Композит 05, Композит 10) - синтетический материал на основе нитрида бора.

Микротвердость эльбора сравнима с алмазом, но в отличие от него он инертен к железу.

Рекомендуются следующие области использования СТМ:

- **Эльбор Р** - тонкая и чистовая обработка закаленных сталей (до 67 HRC) и чугунов без удара;
- **Гексанит Р** и **Композиты 05, 10** - для чистовой и получистовой обработки чугунов и сталей (до 60 HRC) без удара.
- **ПТНБ** (вюрцитоподобный СТМ) - для тонкой и чистовой обработки материалов с 67 HRC и выше, с ударом.

Рекомендуемые режимы обработки для резцов из СТМ:

$V = 80 \dots 100$ м/мин для стали,

до 500 м/мин для чугуна;

Подача 0,03-0,06 мм/об;

Глубина резания 0,1...0,3 мм



Спасибо за внимание