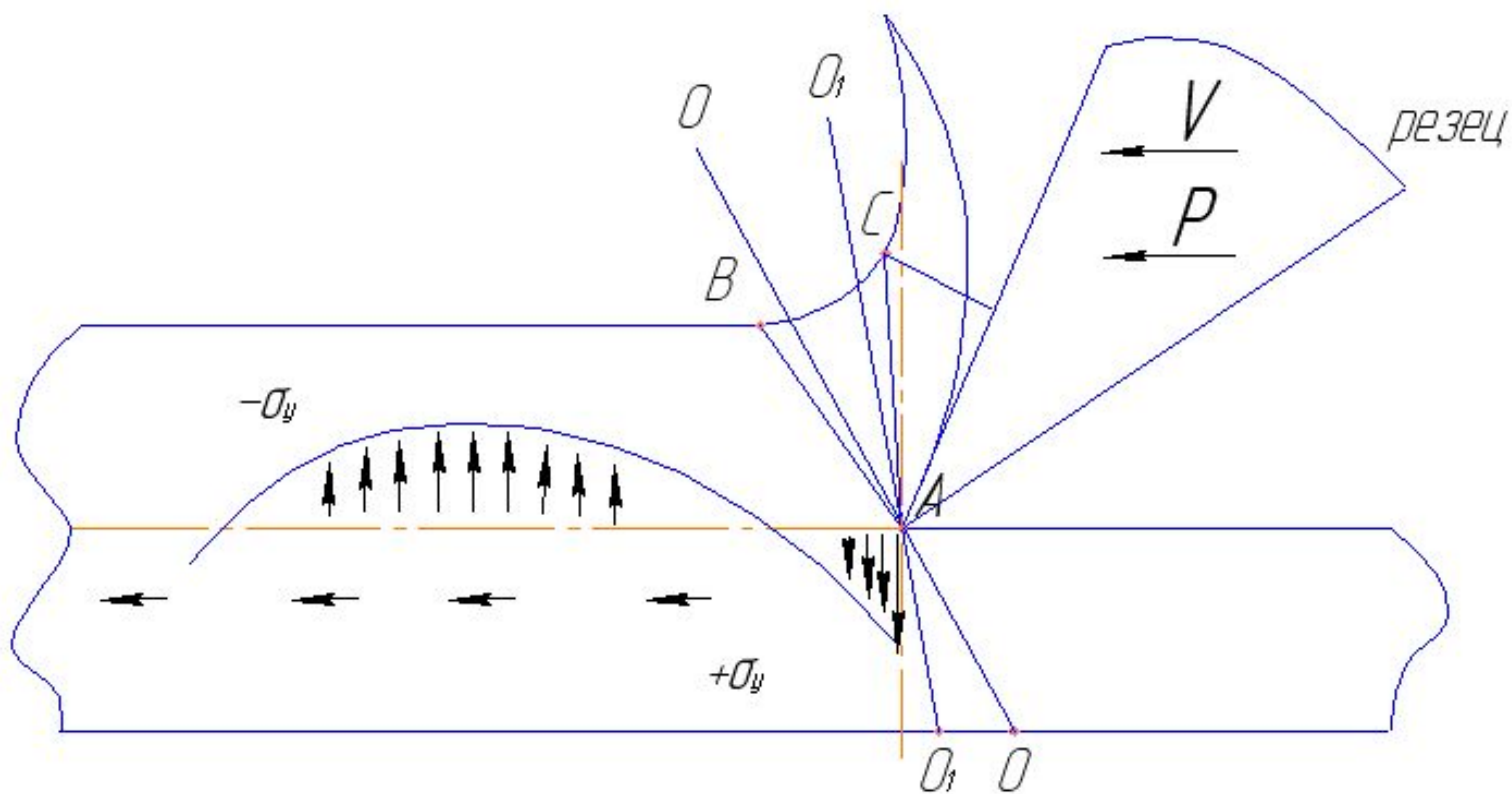


Сравнительная характеристика типов производства

Элементы сравнения	Тип производства		
	Единичное	Серийное	Массовое
КЗО	Не регламентируется	Крупнос-е: 1÷10 Серийное: 10÷20 Мелкос-е: 20÷40	$k_{зс}=1$
Номенклатура изделий	Большая и разнообразная, нечётко выраж-я	Значительная, но вполне определённая	Узко ограниченная
Специализация рабочих мест	Отсутствует	На выполнение нескольких операций	На выполнение к-либо одной операции
Характер продукции	Опытная или специальная	Установившегося типа и стандартная	Стандартная
Оборудование	Универсальное	Универсальное и специальное	Специализированное и специальное
Рабочий инструмент	Нормализованный	Нормализованный и специальный	Нормализованный и специальный
Контрольно-измерительный инструмент	Универсальный	Универсальный и предельный	Предельный и специальный
Приспособления	Универсальные	Универсальные и специфицированные	Специальные, СНП
Взаимозаменяемость	Весьма ограниченная	Полная или неполная с подбором деталей	Полная
Расположение оборудования	По типам станков	По типам технологическому процессу	По технологическому процессу
Сборка	Стационарная	Подвижная и стационарная	Подвижная
Длительность изготовления	Наибольшая	Средняя	Наименьшая
Стоимость продукции	Высокая	Средняя	Низкая

Физические основы резания

Схема процесса резания



Стали для режущего инструмента

Стали с низкой теплостойкостью

Высокая твердость этих сталей сохраняется до температур нагрева 200-250°C.

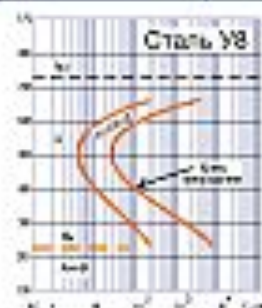
К этой группе сталей относятся:

- углеродистые стали небольшой прокаливаемости;
- легированные стали повышенной прокаливаемости.

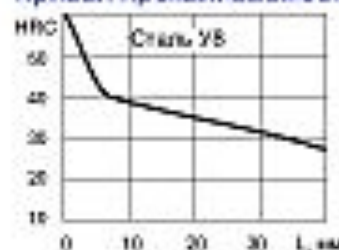
1. Углеродистые стали небольшой прокаливаемости:

У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13. Эти стали содержат от 0,7 до 1,3% С и подвергаются закалке и низкому отпуску.

Марка стали	Термическая обработка		Твердость, HRC
	$t_{\text{зак}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{отп}}, ^\circ\text{C}$	
У7	800- 820	150-160 275-325	61-63 48-55
У8	780- 800	150-160 200-220	61-63 57-59
У9 - У13	760- 780	150-160 200-220	62-63 58-59



Кривая прокаливаемости



ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
 МАРКА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТАЛИ
 УГЛЕРОДИСТОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ по ГОСТу 1435-75

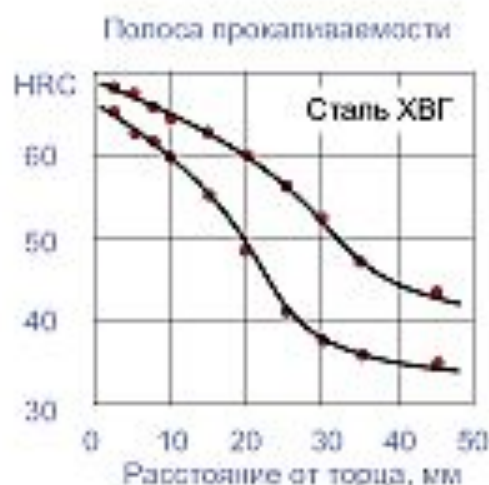
Марка стали	Массовая доля, %				
	УГЛЕРОДА	КРЕМНИЯ	МАРГАНЦА	СЕРЫ	ФОСФОРА
				Не более	Не более
У7	0,66 ... 0,73	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У8	0,76 ... 0,83	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У8Г	0,81 ... 0,89	0,17 ... 0,33	0,33 ... 0,58	0,028	0,030
У9	0,86 ... 0,93	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У10	0,96 ... 1,03	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У11	1,06 ... 1,13	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У12	1,16 ... 1,23	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У13	1,26 ... 1,34	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,33	0,028	0,030
У7А	0,66 ... 0,73	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У8А	0,76 ... 0,83	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У8ГА	0,81 ... 0,89	0,17 ... 0,33	0,33 ... 0,58	0,018	0,025
	0,86 ... 0,93	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У10А	0,96 ... 1,03	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У11А	1,06 ... 1,13	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У12А	1,16 ... 1,23	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025
У13А	1,26 ... 1,34	0,17 ... 0,33	0,17 ... 0,28	0,018	0,025

Стали для режущего инструмента

Стали с низкой теплостойкостью и повышенной прокаливаемостью

Стали применяются для изготовления инструмента сечением до 30-100 мм. Они подвергаются закалке и низкому отпуску.

Марка стали	Содержание, %					Термообработка		Твердость, HRC
	C	Mn	Si	Cr	другие	$t_{\text{за}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{отп}}, ^\circ\text{C}$	
9ХФ	0,80-0,9	0,3-0,8	0,15-0,35	0,40-0,7	V 0,15-0,2	820-840	200-220	58-60
9ХС	0,85-0,95	0,3-0,6	1,2-1,6	0,95-1,25	-	860-880	140-160	62-65
ХВГ	0,8-1,25	0,8-1,1	0,15-0,35	0,9-1,2	W 1,2-1,6	800-850	140-160	62-65
ХВГС	0,85-1,05	0,8-0,9	0,05-1,0	0,8-1,1	W 0,5-0,8 V 0,05-0,15	840-860	140-160	62-64



Стали для режущего инструмента

Быстрорежущие стали

Высокая твердость этих сталей сохраняется при нагреве до $600-640^{\circ}\text{C}$. Инструмент из этих сталей работает с высокими скоростями резания.

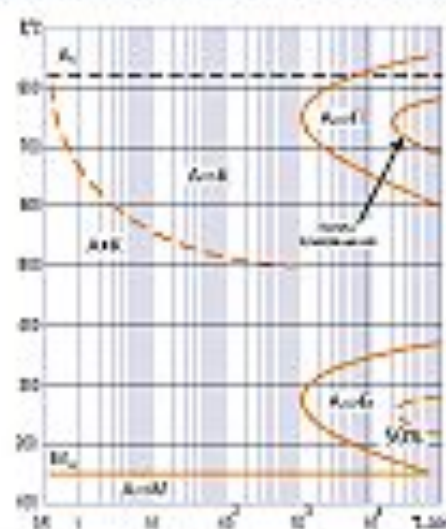
Маркировка: Марка стали начинается с буквы **P**, за которой следует число, обозначающее содержание **вольфрама**.

Марка стали	Содержание, %				
	C	W	Mo	Cr	V
P18	0,7-0,8	17-19	0,5-1,0	3,8-4,4	1,0-1,4
P9	0,85-0,95	8,5-10,5	до 1,0	3,8-4,4	2,0-2,6
P6M5	0,82-0,90	5,5-6,5	5,0-5,5	3,8-4,4	1,7-2,1

Структура стали P18



Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита стали P6M5



ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МАРКИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ по ГОСТу 19265-73

Марка стали	Массовая доля, %												
	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Co	Ni	S	P	N	Nb
		Не более							Не более				
P18	0,73...0,83	0,50	0,50	3,80...4,40	17,00...18,50	1,00...1,40	0,50	1,00	0,40	0,03	0,03	-	-
P9	0,85...0,95	0,50	0,50	3,80...4,40	8,50...9,50	2,30...2,70	0,50	1,00	0,40	0,03	0,03	-	-
P6M5	0,82...0,90	0,50	0,50	3,80...4,40	5,50...6,50	1,70...2,10	0,50	4,80...5,30	0,40	0,025	0,03	-	-
11P3 AM3Ф2	1,02...1,12	0,50	0,50	3,80...4,30	2,50...3,30	2,30...2,70	0,50	2,50...3,00	0,40	0,03	0,03	0,05... ...0,10	0,05... ...0,20
P6M5Ф3	0,95...1,05	0,50	0,50	3,80...4,30	5,70...6,70	2,30...2,70	0,50	4,80...5,30	0,40	0,025	0,03	-	-
P12Ф3	0,95...1,05	0,50	0,50	3,80...4,30	12,00...13,00	2,50...3,00	0,50	1,00	0,40	0,03	0,03	-	-
P18K5 Ф2	0,85...0,95	0,50	0,50	3,80...4,40	17,00...18,50	1,80...2,20	4,70...5,20	1,00	0,40	0,03	0,03	0,05... ...0,10	0,10... ...0,30
P9K5	0,90...1,00	0,50	0,50	3,80...4,40	9,00...10,00	2,30...2,70	5,00...6,00	1,00	0,40	0,03	0,03	-	-
P6M5K5	0,84...0,92	0,50	0,50	3,80...4,30	5,70...6,70	1,70...2,10	4,70...5,20	4,80...5,30	0,40	0,03	0,03	-	-
P9M4K8	1,00...1,10	0,50	0,50	3,00...3,60	8,50...9,50	2,30...2,70	7,50...8,50	3,80...4,30	0,40	0,03	0,03	-	-
P2AM9K5	1,00...1,10	0,50	0,50	3,80...4,40	1,50...2,00	1,70...2,10	4,70...5,20	8,00...9,00	0,40	0,03	0,03	-	-



СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ВОЛЬФРАМОКОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ

Сплав	Состав сплава, %			Физико-механические свойства			
	WС	TaС	Сo	$\sigma_{\text{т}}$, МПа, не менее	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа	$H_{\text{с}}$, кА/м	HR_{A} , не менее
ВК3	97	-	3	1176	4270 ± 200	11,9...15,1	89,5
ВК3-М	97	-	3	1176	-	-	91,0
ВК4	96	-	4	1519	4360 ± 300	10,3...14,3	89,5
ВК6	94	-	6	1519	4390 ± 280	10,3...15,1	88,5
ВК6В	94	-	6	1660	3680 ± 140	6,3...11,1	87,5
ВК6-М	94	-	6	1421	4910 ± 240	15,5...19,9	90,0
ВК6-ОМ	92	2	6	1274	-	22,3...27,9	90,5
ВК8	92	-	8	1666	4210 ± 220	8,0...14,3	87,5
ВК10	90	-	10	1764	4210 ± 140	6,4...11,1	87,0
ВК10-М	90	-	10	1617	-	-	88,0
ВК10-ОМ	88	2	10	1470	-	-	88,5
ВК10-ХОМ	89	-	10	1500...1700	-	-	89,0
ВК15ХОМ	84	-	15	1600...1800	-	-	87,0

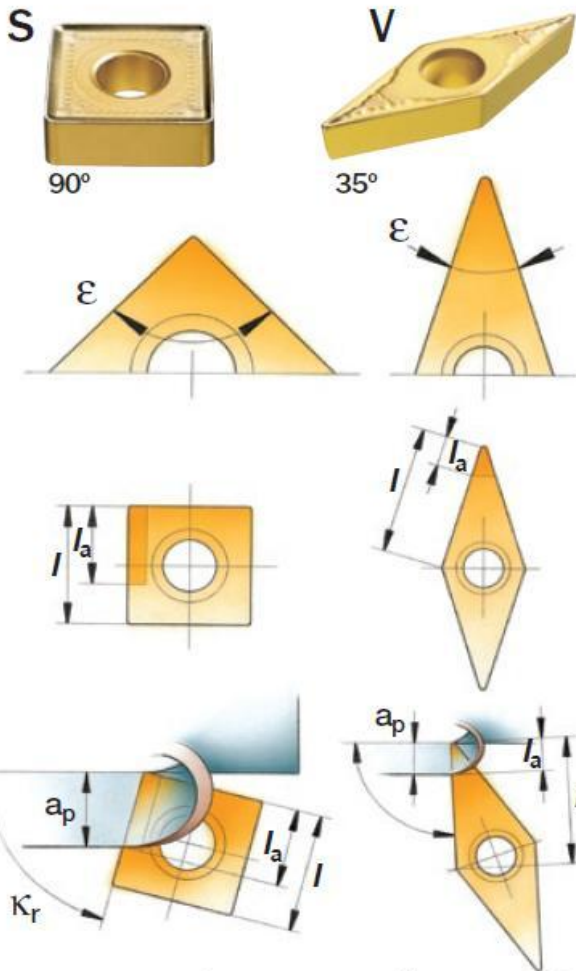
Форма пластины и радиус при вершине

Взгляните сверху на инструмент – пластина имеет определенную форму и радиус при вершине. Форма пластин может быть различной в зависимости от угла при вершине, варьирующегося в пределах от 35 до 100°, вплоть до круглых пластин. Между этими крайними случаями расположены пластины квадратной, треугольной и ромбической формы с углами при вершине 55, 60 и 80°. Такое разнообразие позволяет выполнять обработку от грубой черновой, требующей от формы пластины высокой прочности, до тонкой профильной с возможностью обработки труднодоступных мест.

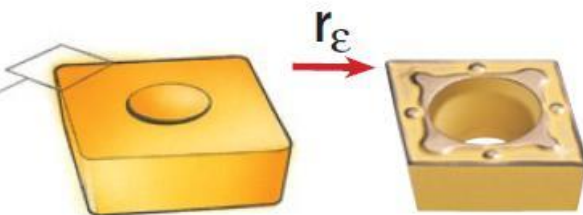
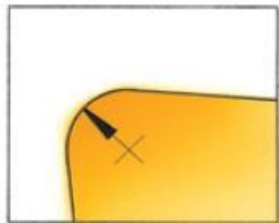
Пластин с большими углами при вершине, наряду с высокой прочностью вершины, позволяют вовлечь в работу большую часть режущей кромки, что может привести к возникновению вибраций и увеличению потребляемой мощности. С увеличением возможностей пластины по обработке деталей сложной формы, происходит ослабление ее вершины. Необходимо выбирать наиболее оптимальное решение для каждой конкретной операции.

Радиус при вершине (r_ϵ). Большое значение при выборе инструмента для точения имеет радиус при вершине, поскольку его величина влияет на прочность режущей кромки и на шероховатость обрабатываемой поверхности. Существует ряд значений радиусов, который начинается от минимального значения 0,2 мм (теоретически этот ряд должен начинаться с нулевого значения) до максимального радиуса 2,4 мм, хотя для некоторых размеров и форм пластин используется не весь диапазон существующих радиусов.

При черновом точении радиус при вершине следует выбирать как можно больше для обеспечения максимальной прочности вершины, при этом его использование не должно вызывать вибраций. На выбор радиуса также влияет величина подачи и наоборот. Чем больше радиус при вершине, тем прочнее режущая кромка, что позволяет вести обработку с большими подачами. Малый радиус при вершине предопределяет ослабленную режущую кромку, но способную выполнять более качественную обработку.



Сравнение прочности и возможностей пластины с углом при вершине 90° и пластины с углом 35°. Угол при вершине (ϵ), длина режущей кромки (l), эффективная длина режущей кромки (l_a) и соответствующие главный угол в плане (κ_r) и глубина резания (a_p).



Радиус при вершине пластины оказывает существенное влияние на процесс резания.

СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА СПЛАВОВ **ТК** и **ТТК** по ГОСТу 3882-74

Сплав ТК

Сплав	Состав сплава, %			Физико-механические свойства			
	WC	TiC	Co	$\sigma_{0,2}$, МПа, не менее	$\sigma_{0,2}$, МПа не менее	H_c , кА/м	HRA , не менее
T30K4	66	30	4	980	3500	11,1...17,5	92,0
T15K6	79	15	6	1176	4300	9,5...15,1	90,0
T14K8	78	14	8	1274	3000	8,0...13,5	89,5
T5K10	85	5	10	1421	3100	7,2...11,1	88,5
T5K12	83	5	12	1666	3200	4,8...7,2	87,0

Сплав ТТК

Сплав	Состав сплава, %				Физико-механические свойства			
	WC	TiC	TaC	Co	$\sigma_{0,2}$, МПа, не менее	$\sigma_{0,2}$, МПа не менее	H_c , кА/м	HRA , не менее
ТТ7К12	81	4	3	12	1666	3100	4,8 ... 8	87,0
ТТ8К6	84	8	2	6	1323	-	-	90,5
ТТ10К8-Б	82	3	7	8	1617	-	8 ... 11,1	89,0
ТТ20К9	67	9,4	14,1	9,5	1470	-	10,3 ... 15	91,0

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СООТВЕТСТВИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ И
КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИСО

	Р		М		К
P01	ВО-13, ВО-18, ОНТ-20, Т30К4, МС101, ТН20	M05	ВК6-ОМ	K01	В-3, В0К-71 Силинит Р-1, ОНТ-20, ВК3, МС301, ВК6-ОМ
P10	Т15К6, МС111, ТН20, КНТ-16, МС2215, МС2210, ВП3125, ВП1255	M10	ВК6-М, ТТ8К6, МС211, МС2210	K05	ОНТ-20, Силинит Р-1, ВК6М, ВК60М, МС306, ТТ8К6
P20	Т14К8, МС121, ЛЦК-20, КНТ-16, МС2215, МС2210, МС1460, МС1465, ВП1325, ВП1255	M20	ВК6-ВС, ТТ10К8Б, МС221, МС2210	K10	ТТ8К6, МС312, МС313, МС315, МС318, ВК6-М, МС3210, МС3215, ВП3115
P25	ТТ20К9, МС137, ТВ4, МС1460, МС1465, ВП1325, ВП1255			K20	ВК4, ВК6, ВК6-ВС, МС321, МС3210, МС3215, ВП3115, ВП3325
P30	Т5К10, ТТ10К8Б, МС131, ТВ4, МС1460, МС1465, ВП1255,	M30	ВК10-ХОМ, ВК8, ВРК15	K30	ВК8, МС321, ВП3325
P40	ТТ7К12, МС146	M40	ТТ7К12, МС241	K40	ВК8, МС347
P50	ТТ7К12				
	Маркировочный цвет		Маркировочный цвет		Маркировочный цвет



ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ДОПУСТИМАЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ НИХ

Инструментальный материал	Теплостойкость, °С	Допустимая скорость резания, м/мин
Углеродистая сталь	250 ... 300	10 ... 15
Легированная сталь	350 ... 410	15 ... 30
Быстрорежущая сталь	600 ... 620	40 ... 60
Твердые сплавы:		
вольфрамовые	900 ... 930	120 ... 200
титановольфрамовые ТК и ТТК	1000 ... 1050	150 ... 250
безвольфрамовые	800 ... 830	100 ... 300
с покрытием	1000 ... 1100	200 ... 300
Керамика	1200 ... 1250	400 ... 600

**Сравнительная характеристика
инструментальных материалов**

Материал	Марка	Микротвёрд. рд, кг/мм ²	Теплосто йкость, °С	Предел прочности, МПа		Кoeff. отн. скор. рез.
				изгиб	сжатие	
Углер. сталь	У10А	12800	220	2940	2940	0,4
Легир. сталь	ХВГ	11800	230	3430	3430	0,6
Быстроре ж. сталь	P18	13200	600	3530	3530	1
Твёрдые сплавы	T15K6	27500	950	1430	3900	4
	BK8	15700	110	1570	4400	3
Алмаз	А	98700	700	290	1960	1,5
Минер. керамика	ЦМ332	22500	1200	390	1470	5-7
КНБ	Эльбор	90700	1300	785	нет	6-8

=====