

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инструментальными являются материалы, основное назначение которых — оснащение рабочей части инструментов. К ним относятся инструментальные углеродистые, легированные и быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы. Основные физико-механические характеристики этих материалов приведены в табл. 4.1.

При изготовлении инструментов используют также и конструкционные стали, характеристики которых приведены в табл. 4.2.

4.1. Инструментальные стали

По химическому составу, степени легированности инструментальные стали разделяются на инструментальные углеродистые, инструментальные легированные и быстрорежущие стали. Физико-механические свойства этих сталей при нормальной температуре достаточно близки, различаются они теплостойкостью и прокаливаемостью при закалке.

Разупрочнение мартенсита при нагреве во время резания закаленных углеродистых сталей происходит при температуре 200 °С. В легированных и быстрорежущих сталях разупрочнение мартенсита сдерживается наличием легирующих элементов, которые должны иметь большее, чем железо, сродство с углеродом, образовать более теплостойкие карбиды и легко растворяться в α -железе.

В инструментальных легированных сталях массовое содержание этих элементов недостаточно, чтобы связать весь углерод в карбиды, поэтому теплостойкость сталей этой группы лишь на 50—100 °С превышает теплостойкость инструментальных углеродистых сталей. В быстрорежущих сталях стремятся связать весь углерод в карбиды легирующих элементов, исключив при этом возможность образования карбидов железа. За счет этого разупрочнение быстрорежущих сталей происходит при более высоких температурах.

Инструментальные углеродистые и легированные стали. Основные физико-механические свойства инструментальных углеродистых и легированных сталей приведены в табл. 4.3, а их технологические свойства — в табл. 4.4.

4.1. Характеристики инструментальных материалов

Материал	Плотность ρ , г/см ³	Твердость HRA, не менее	Микротвердость HV, МПа	Предел прочности при изгибе $\sigma_{и}$, МПа	Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$, МПа	Ударная вязкость $a_H \cdot 10^5$, Дж/м ²	Теплостойкость (красностойкость), °С	Коэффициент теплопроводности λ , Вт (м·к)	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, мм/°С	Модуль упругости E , МПа
Быстрорежущая сталь	7,9—8,75	До 80	—	До 4000	До 4000	До 588	До 700	16,75—25,12	9,0—12,0	210 000
Твердые сплавы	11,1—14,8	87—92	17 000—24 000	» 1800	» 5900	24,51—58,8	800—1000	16,75—87,92	3,0—7,5	500 000
Минералокерамика: оксидная	3,6—4,0	До 94	30 000	» 950	» 3000	4,9—11,76	2000	4,2—21,0	6,3—9,0	400 000
смешанная (керметы)	4,4—4,7	» 95,3	19 000	» 980	» 5600	До 19,6	1400	25,12—83,70	7,2—7,5	350 000
Кубический нитрид бора	3,45	—	60 000—80 000	» 1000	» 6500	—	1500	—	—	720 000
Алмазы искусственные	3,48—3,56	—	100 000	» 300	» 2000	—	800	138,2—146,5	0,9—1,9	900 000

4.2. Основные физико-механические и технологические свойства конструкционных сталей

Марка стали	Физико-механические свойства							Технологические свойства			
	Плотность ρ , г/см ³	Предел прочности при растяжении σ_B , МПа	Модуль упругости E , МПа	Модуль сдвига при кручении G , МПа	После закалки			Коэффициент обрабатываемости		Свариваемость	Температураковки, °С
					Предел прочности σ_B при растяжении, МПа	Ударная вязкость $a_H \cdot 10^5$, Дж/м ²	HRC ₉				
$k_{обр}$	$k_{отс}$										
45	7,85	600	—	—	900	3	31—41 (до 63)	1,0	1,0	С подогревом	800—1200
65Г	7,85	750	210 930	83 670	1500	—	44—49	0,5	0,6	—	800—1200
A40Г	7,85	600—800	—	—	—	—	—	1,2	1,2	—	800—1100

40X	7,85	600	218 500	80 800	1500	3	46—51 (41—57)	0,7	0,8	С подогревом	800—1250
55X	7,85	650	—	—	800	—	210—286 HB	0,6	0,8	То же	830—1180
30XГСА	7,85	197 HB	198 000	83 000	1500	—	43—52	0,5	0,7	С подогревом	800—1200
37ХМЮА	7,71	≤229 HB	203 000	—	1050	6	<300 HB (HV 850—1050)	0,5	0,7	—	900—1150

Примечания: 1. В скобках приведены параметры HRC₉, получаемые при поверхностной закалке с нагревом ТВЧ, охлаждением в воде, масле и последующем отпуске при температуре 180—200 °С. 2. В скобках для стали 37ХМЮА приведена поверхностная твердость после азотирования, твердость сердцевины 269—300 HB.

4.3. Основные физико-механические свойства наиболее распространенных марок углеродистых и легированных инструментальных сталей

Марка стали	Физико-механические свойства							Процент карбидной фазы	Теплостойкость (красностойкость), °С	Область применения
	ρ, г/см ³	HB	После отжига		После закалки и отпуска					
			HB	σ _в , МПа	σ _н , МПа	Ударная вязкость α _н ·10 ⁸ , Дж/м ²	HRC ₉			
У7; У7А	7,83	≤285	≤187	630	2000—2100	3,8 (41—51 HRC ₉)	62—64	10,0—12,0	200—220	Зубила, стамески, кувалды, пилы, отвертки, керны
У8; У8А	7,83	<302	≤187	750	σ _в < 1950	—	62—64	11,0—13,0	200—220	
У10; У10А	7,81	<321	≤197	650	≤2380	0,2	63—65	14,0—16,0	200—250	Мелкогабаритный режущий инструмент, зубила
У11; У11А	7,81	<341	≤207	650	2900	—	63—65	15,5—17,0	200—250	То же, что и для стали У10
У12; У12А	7,81	<341	≤207	645	σ _в ≤ 1720	0,2	63—66	17,0—18,5	200—250	Режущий инструмент Напильники, шаберы, зубила, резцы
У13; У13А	7,81	<341	≤217	—	<2300	—	63—66	18,5—20,0	200—250	

Марка стали	Физико-механические свойства							Процент карбидной фазы	Теплостойкость (красностойкость), °С	Область применения
	ρ , г/см ³	НВ	После отжига		После закалки и отпуска					
			НВ	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{н}}$, МПа	Ударная вязкость $\sigma_{\text{н}} \cdot 10^6$, Дж/м ²	HRC _Э			
11X; 11XФ	7,82	<341	≤217	—	<2700	1,6	63—66	15,5—17,0	200—250	<p>Метчики и другой режущий инструмент диаметром 30 мм, закаливаемый с охлаждением в горячих средах</p> <p>Зубила, калибры и кольца, токарные, долбежные и строгальные резцы</p> <p>Режущий инструмент, клейма</p> <p>Круглые плашки, развертки и др.</p> <p>Резьбовые калибры, удлиненные инструменты, холодно-высадочные матрицы и пуансоны</p> <p>Резбонакатный инструмент (ролики и плашки), ручные ножовочные полотна, дереворежущий инструмент</p> <p>Холодные штампы, накатные плашки, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов</p>
X; ШХ15	7,83	<388	≤229	730	<2300	0,5	63—66	14,5—16,5	240—250	
9XC	7,83	<415	<241	700	<2200	0,25	63—66	12,5—14,0	240—250	
XBCГ	7,83	<388	≤255	—	<3200	—	62—64	14,0—15,5	200—220	
XBG	7,83	<5140	≤255	—	<3400	—	63—66	14,0—16,0	200—220	
X6BФ	—	<5780	≤229	725	<3150	—	59—61	12,0—14,0	400—500	
X12Ф1	—	<5780	≤255	—	<3040	2,95	63—65	15,0—17,0	490—510	
X12M	—	<5780	≤255	—	—	—	63—65	—	490—510	

4.4. Технологические свойства наиболее распространенных марок углеродистых и легированных инструментальных сталей

Марка стали	Технологические свойства				Температура закалки, °С, охлаждающая среда	Температура отпуска, °С	Твердость HRC ₉ после закалки и отпуска, не менее
	Обрабатываемость		Шлифуемость	Свариваемость			
	K _{обр}	K _{отс}					
У7; У7А	1,2	1,2	Хорошая	Удовлетворительная	800—820, вода, масло	150—160 200—220	62—64 58—60
У8; У8А	1,1	1,2	Хорошая	Удовлетворительная	700—800, вода, масло	150—160 200—220	62—64 58—60
У9; У9А; У10; У10А	1,0	1,1	Хорошая	—	760—780, вода, масло	150—160 200—220	63—64 59—60
У11; У11А	0,9	0,9	Хорошая	—		150—160 200—220	63—64 59—60
У12; У12А	0,8	0,9	Хорошая	—		150—160 200—220	63—64 59—60
У13; У13А	0,7	0,9	Хорошая	—		150—160 200—220	63—64 59—60
11Х; 11ХФ	1,0	1,1	Удовлетворительная	—		840—860, масло	150—170 130—150
Х; ШХ15	0,5	0,9	Удовлетворительная	—	—	170—210	59—60

Марка стали	Технологические свойства			Температура закалки, °С, охлаждающая среда	Температура отпуска, °С	Твердость HRC ₉ после закалки и отпуска, не менее	
	Обрабатываемость		Шлифуемость				Свариваемость
	K _{обр}	K _{отс}					
9XC	0,5	0,9	Удовлетворительная	—	—	180—250	59—63
XBG, XBCG	0,5	0,8	Удовлетворительная	—	830—860, масло	150—200 200—300 140—160	63—64 59—63 61—63
X6BF	0,5	0,9	Удовлетворительная	—	980—1000, масло	150—170 280—300	63—64 57—59
X12F1	0,3	0,8	Удовлетворительная	—	1030—1050, масло	180—200 400—420	61—63 58—59
X12M	0,3	0,8	Удовлетворительная	—	1000—1030, масло	190—210 320—350	61—63 58—59

Примечания: 1. Шлифуемость приводится в сравнении с эталонной сталью У12. 2. Свариваемость характеризуется способностью соединения стыковой сваркой с быстрорежущей сталью.

Инструментальные углеродистые стали обозначаются буквой У, за ней следует цифра, характеризующая массовое содержание углерода в стали, умноженное на 10. Так, в стали марки У 10 массовое содержание углерода составляет 1 %. Буква А в конце соответствует высококачественным сталям с пониженным массовым содержанием примесей.

Инструментальные легированные стали обозначаются цифрой, характеризующей массовое содержание углерода в десятых долях процента (если цифра отсутствует, содержание углерода 1 %), за которой следуют буквы, соответствующие легирующим элементам (Г — марганец, Х — хром, С — кремний, В — вольфрам, Ф — ванадий), и цифры, обозначающие содержание элемента в процентах. Инструментальные легированные стали глубокой прокаливаемости марок 9ХС, ХВСГ, Х, 11Х, ХВГ отличаются малыми деформациями при термической обработке. Сортамент поставляемых сталей приведен в гл. 15.

Быстрорежущие стали. Основные марки этих сталей приведены в табл. 4.5, а физико-механические и технологические свойства — в табл. 4.6 и 4.7. Быстрорежущие стали обозначаются буквами, соответствующими карбидообразующим и легирующим элементам (Р — вольфрам, М — молибден, Ф — ванадий, А — азот, К — кобальт, Т — титан, Ц — цирконий). За буквой следует цифра, обозначающая среднее массовое содержание элемента в процентах (содержание хрома около 4% в обозначении марок не указывается). Массовое содержание азота указывается в сотых долях процента. Цифра, стоящая в начале обозначения стали, указывает содержание углерода в десятых долях процента (например, сталь марки 11РЗАМЗФ2 содержит около 1,1 % С; 3 % W; 3 % Mo и 2 % V).

Режущие свойства быстрорежущих сталей определяются объемом основных карбидообразующих элементов — вольфрама, молибдена, ванадия и легирующих элементов — кобальта, азота. Ванадий в связи с малым массовым содержанием (до 3 %) обычно не учитывается, и режущие свойства сталей определяются, как правило, вольфрамовым эквивалентом, равным $(W + 2Mo) \%$. В преysкурантах на быстрорежущие стали выделяют три группы сталей: стали 1-й группы с вольфрамовым эквивалентом до 16 % без кобальта, стали 2-й группы — до 18 % и содержанием кобальта около 5 %, стали 3-й группы — до 20 % и содержанием кобальта 5—10 %. Соответственно различаются и режущие свойства этих групп сталей.

Кроме стандартных, применяются и специальные быстрорежущие стали, содержащие, например, карбонитриды титана. Однако высокая твердость заготовок этих сталей, сложность механической обработки не способствуют их широкому распространению. При обработке труднообрабатываемых материалов находят применение порошковые быстрорежущие стали Р6М5-П и Р6М5К5-П. Высокие режущие свойства этих сталей опреде-

4.5. Основные марки отечественных быстрорежущих сталей и их ближайшие зарубежные аналоги

Обозначение марки стали по ГОСТу или стандарту					Область применения
ГОСТ 19265—73 *	DIN (ФРГ)	AISI (США)	AFNOR (Франция)	ISO	
P18	S18—0—2	T1	Z80W18	1.3353	Для всех видов режущего инструмента при обработке углеродистых, легированных, конструкционных сталей
P12	—	T7	—	1.3302	То же, что и для стали P18
P9	—	—	—	—	Для инструмента простой формы, не требующего большого объема шлифования, для обработки конструкционных материалов
P6M5	S6—5—2	M2	Z85WDV06—05—02	1.3343	То же, что и для стали P18 (предпочтительно для изготовления резбонарезного инструмента, а также инструмента, работающего с ударными нагрузками)
11P3AM3Ф2	—	—	—	—	Для инструмента простой формы при обработке углеродистых и малолегированных сталей с прочностью не более 800 МПа
P6M5Ф3	S6—5—3	M3	Z130WDV06—05—04	—	Для чистовых и получистовых инструментов (фасонные резцы, развертки, протяжки, фрезы) при обработке нелегированных и легированных конструкционных сталей

Обозначение марки стали по ГОСТу или стандарту					Область применения
ГОСТ 19265—73 *	DIN (ФРГ)	AISI (США)	AFNOR (Франция)	ISO	
P12Ф3	S12—1—4	—	—	1.3318	Для чистовых инструментов при обработке вязкой аустенитной стали и материалов, обладающих абразивными свойствами
P18K5Ф2	—	T4	Z85WK18—05	—	Для черновых и получистовых инструментов при обработке высокопрочных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов
P9K5	—	—	—	—	Для различных инструментов при обработке коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов, а также сталей повышенной твердости
P6M5K5	S6—5—2—5	M35	Z80WDKV(06—05—05—02)	1.3243	Для черновых и получистовых инструментов при обработке улучшенных легированных, а также коррозионно-стойких сталей
P9M4K8	—	—	—	—	Для различных инструментов при обработке высокопрочных, жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов, а также улучшенных легированных сталей

4.6. Основные физико-механические свойства быстрорежущих сталей

Марка стали	ρ , г/см ³	Твердость		После закалики		Температура, °С		Теплостойкость (красностойкость), °С
		после отжи- га (НВ)	после за- калки и от- пуска (HRC ₉)	σ_{II} , МПа	$a_K \cdot 10^6$, Дж/м ²	закалки	отпуска	
P18	8,75	255	63	2900—3100	3,0	1270	560	620
P12	8,39	255	63	3000—3200	3,8	1250	560	620
P9	8,3	255	63	3350	2,0	1230	560	620
P6M5; P6AM5	8,15	255	64	3300—3400	4,8	1220	550	620
11P3AM3Ф2	7,9	255	63	2900—3100	—	1200	550	620
P6M5Ф3	8,15	269	65	3300—3400	4,8	1220	550	630
P12Ф3	8,39	269	64	3000—3100	2,7	1250	560	630
P18M5Ф2	8,75	285	64	2600—3100	2,0	1280	570	640
P9K5	8,25	269	64	2500	0,7	1230	570	630
P6M5K5	8,15	269	65	3000	2,75	1230	550	630
P9M4K8	8,3	285	65	2500	2,6	1230	550	630
P2AM9K5	7,8	285	65	—	—	1200	540	630

Примечание. Красностойкость оценивается температурой отпуска в течение 4 ч, после которого твердость стали будет составлять 59 HRC₉.

4.7. Технологические свойства быстрорежущих сталей

Марка стали	Пластичность при температуре, °С				K_V	$K_{Ш}$	Склонность к перегреву	Склонность к обезуглеро- живанию
	900	1000	1100	1200				
A11P3MФ2	5,0	5,7	6,6	5,5	1,2	0,8	Да	Повышенная
P6M5	9,5	9,4	7,4	5,2	1,0	0,8	»	»
P6M5K5	5,5	7,1	6,5	5,5	0,75	0,8	»	»
P9	9,3	8,6	6,3	4,5	1,3	0,4	»	Удовлетво- рительная
P9K5	6,1	7,5	6,1	5,7	0,85	0,4	»	Повышенная
P9K10	6,0	6,9	7,9	6,1	0,75	0,4	»	»
P9M4K8	4,9	6,8	7,1	5,6	0,65	0,6	»	»
P12	6,3	6,6	5,5	5,0	1,2	0,8	Менее, чем у P9	Удовлетво- рительная
P12Ф3	4,4	7,6	6,8	6,2	1,0	0,6	То же	То же
P12Ф2K8M3	3,8	6,3	6,5	6,0	0,65	0,5	Да	Удовлетвори- тельная
P18	4,0	5,1	5,6	4,9	1,0	1,0	Нет	То же

Примечание. Пластичность $\gamma = 0,628n$, где n — число оборотов, на которое закрутился образец при испытании; K_V — коэффициент обрабатываемости твердосплавным резцом стали в состоянии поставки; $K_{Ш}$ — коэффициент шлифуемости стали в термически обработанном состоянии.

4.8. Химический состав литых быстрорежущих сталей

Марка стали	Массовое содержание компонента, %						
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V
Рл-1	0,85—0,95	0,4—0,7	0,2—0,4	3,0—4,0	5,0—7,0	3,0—4,0	2,0—2,6
Рл-2	0,9—1,0	0,9—1,3	0,2—0,4	2,0—3,0	8,0—10,0	1,0—1,5	2,0—2,6
Рл-3	0,95—1,05	0,5—0,8	0,3—0,6	3,8—4,4	5,5—6,5	4,5—5,5	1,8—2,2
Рл-4	1,0—1,1	0,5—0,8	0,3—0,6	2,8—3,5	5,0—6,0	4,0—5,5	2,8—3,2

ляются особой мелкозернистой структурой, способствующей повышению прочности, уменьшению радиуса скругления режущей кромки, улучшенной обрабатываемости резанием и в особенности шлифованием. В настоящее время проходят промышленные испытания безвольфрамовые быстрорежущие стали с повышенным содержанием различных легирующих элементов, в том числе алюминия, молибдена, никеля и др.

Для использования отходов быстрорежущих и конструкционных сталей при изготовлении инструментов простой формы разработаны литые быстрорежущие стали (табл. 4.8). Сортамент быстрорежущих сталей приведен в гл. 15 и гл. 8 (пластины из быстрорежущих сталей для резцов).

4.2. Твердые сплавы

Твердые сплавы содержат смесь зерен карбидов, нитридов, карбонитридов тугоплавких металлов в связующих материалах. Стандартные марки твердых сплавов выполнены на основе карбидов вольфрама, титана, тантала. В качестве связки используется кобальт. Состав и основные свойства некоторых марок твердых сплавов для режущих инструментов приведены в табл. 4.9.

В зависимости от состава карбидной фазы и связки обозначение твердых сплавов включает буквы, характеризующие карбидообразующие элементы (В — вольфрам, Т — титан, вторая буква Т — тантал) и связку (буква К — кобальт). Массовая доля карбидообразующих элементов в однокарбидных сплавах, содержащих только карбид вольфрама, определяется разностью между 100 % и массовой долей связки (цифра после буквы К), например, сплав ВК4 содержит 4 % кобальта и 96 % WC. В двухкарбидных WC + TiC сплавах цифровой после буквы карбидообразующего элемента определяется массовая доля карбидов этого элемента, следующая цифра — массовая доля связки, остальное — массовая доля карбида вольфрама (например, сплав Т5К10 содержит 5 % TiC, 10 % Co и 85 % WC).

В трехкарбидных сплавах цифра после букв ТТ означает массовую долю карбидов титана и тантала. Цифра за буквой К — массовая доля связки, остальное — массовая доля карбида воль-

4.9. Состав и основные физико-механические свойства некоторых марок твердых сплавов

Марка сплава	Массовая доля компонента в смеси порошков, %				Физико-механические свойства			Область применения
	WC	TiC	TaC	Co	σ_H , МПа, не менее	ρ , г/см ³	Твердость HRA, не менее	
<i>Вольфрамовая группа сплавов</i>								
ВК3	97	—	—	3	1100	15,0—15,3	89,5	Чистовое точение, окончательное нарезание резьбы и т. д. при обработке серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов; резка листового стекла
ВК3-М	97	—	—	3	1100	15,0—15,3	91,0	Чистовое точение, растачивание, развертывание, нарезание резьбы при обработке твердых, легированных и отбеленных чугунов, цементированных и закаленных сталей, высокоабразивных неметаллических материалов
ВК4	96	—	—	4	1400	14,9—15,2	89,5	Черновое точение при неравномерном сечении среза, черновое и чистовое фрезерование, рассверливание и растачивание, черновое зенкерование отверстий при обработке чугунов, цветных металлов и сплавов, титана и его сплавов
ВК6	94	—	—	6	1500	14,6—15,0	88,5	Черновое и получерновое точение, черновое нарезание резьбы резцами, получистовое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание и растачивание, зенкерование отверстий при обработке серого чугуна, цветных металлов и их сплавов
ВК6-М	94	—	—	6	1350	14,8—15,1	90,0	Получистовая обработка жаропрочных сталей и сплавов, коррозионно-стойких сталей аустенитного класса, специальных твердых и за-

ВК6-ОМ	92	—	2	6	1200	14,7—15,0	90,5	<p>легких металлов. Обработка закаленных, а также сырых углеродистых и легированных сталей на малых скоростях и малых сечениях среза</p> <p>Чистовое и получистовое точение, растачивание, развертывание, нарезание резьбы при обработке твердых легированных и отбеленных чугунов, закаленных сталей и некоторых марок коррозионно-стойких высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно на основе титана, вольфрама и молибдена</p>
ВК8	92	—	—	8	1600	14,4—14,8	87,5	<p>Черновое точение (в динамических условиях), строгание, черновое фрезерование, сверление, черновое рассверливание и зенкерование серого чугуна, цветных металлов и их сплавов. Обработка коррозионно-стойких, высокопрочных и жаропрочных труднообрабатываемых сталей и сплавов, в том числе и сплавов титана</p>
ВК10-М	90	—	—	10	1500	14,3—14,6	88,0	<p>Сверление, зенкерование, развертывание, фрезерование и зубофрезерование стали, чугуна, некоторых труднообрабатываемых материалов цельнотвердосплавным мелкогабаритным инструментом</p>
ВК10-ОМ	88	—	2	10	1400	14,3—14,6	88,5	<p>Черновая и получерновая обработка твердых, легированных и отбеленных чугунов, некоторых марок коррозионно-стойкой стали, высокопрочной и жаропрочной сталей и сплавов, особенно сплавов на основе титана, вольфрама, молибдена. Изготовление некоторых видов монолитного инструмента</p>
ВК15	85	—	—	15	1800	13,9—14,1	86,0	<p>Режущий инструмент для обработки дерева</p>

Марка сплава	Массовая доля компонента в смеси порошков, %				Физико-механические свойства			Область применения
	WC	TiC	TaC	Co	$\sigma_{и}$, МПа, не менее	ρ , г/см ³	Твердость HRA, не менее	
<i>Титано-вольфрамовая группа сплавов</i>								
T30K4	66	30	—	4	950	9,5—9,8	92,0	Чистовое точение с малым сечением среза; нарезание резьбы и развертывание отверстий при обработке незакаленных и закаленных углеродистых сталей
T15K6	79	15	—	6	1150	11,1—11,6	90,0	Получерновое точение (непрерывное резание), чистовое точение (прерывистое резание), нарезание резьбы резцами и вращающимися головками, получистовое и чистовое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание, растачивание, чистовое зенкерование, развертывание и т. д. при обработке углеродистых и легированных сталей
T14K8	78	14	—	8	1250	11,2—11,6	89,5	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, получистовое и чистовое точение при прерывистом резании, черновое фрезерование сплошных поверхностей, рассверливание литых и кованных отверстий, черновое зенкерование при обработке углеродистых и легированных сталей
T5K10	85	6	—	9	1400	12,4—13,1	88,5	Черновое точение (в динамических условиях), фасонное точение, отрезка токарными резцами, чистовое строгание; черновое фрезерование прерывистых поверхностей и другие виды обработки углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине

T5K12	83	5	—	12	1650	13,1—13,5	87,0	Тяжелое черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и различных неметаллических включений при неравномерном сечении среза и наличии ударов всех видов страгания углеродистых и легированных сталей, сверление отверстий в стали
<i>Титано-тантало-вольфрамовая группа сплавов</i>								
TT7K12	81	4	3	23	1650	13,0—13,3	87,0	То же, что и для сплава T5K12, за исключением сверления в стали. Тяжелое черновое фрезерование углеродистых и легированных сталей
TT8K6	84	8	2	6	1250	12,8—13,3	90,5	Непрерывное точение с небольшим сечением среза стального литья высокопрочных коррозионно-стойких сталей, в том числе и закаленных. Обработка сплавов цветных металлов и некоторых марок титановых сплавов (малые и средние сечения среза). Чистовое и получистовое точение, растачивание, фрезерование и сверление чугунов
TT10K8-Б	82	3	7	8	1450	13,5—13,8	89,0	Черновая и получистовая обработка некоторых марок труднообрабатываемых материалов, коррозионно-стойких сталей аустенитного класса, маломагнитных сталей и жаропрочных сталей и сплавов, в том числе титановых
TT20K9	71	8	12	9	1300	12,0—13,0	89,0	Фрезерование стали, особенно глубоких пазов и других видов обработки, обусловливающих повышенные требования к сопротивлению сплава тепловым и механическим циклическим нагрузкам

Примечания: 1. Степень пористости — не более 0,2 %. 2. Массовая доля графита — не более 0,5—0,2 %. 3. При определении числа зерен за 100 % принимают объем каждой карбидной фазы. 4. Наличие отдельных крупных зерен карбида вольфрама. размер которых в десять раз более максимального, указанного в таблице, не допускается.

4.10. Примерное соответствие отечественных и зарубежных марок твердых сплавов классификации ИСО

Группа применяемости по ИСО				Марки по ГОСТ, ТУ или иностранных фирм									
Основная	Подгруппа	Твердость HRA	Маркировочный цвет	ГОСТ 3882—74	ТУ 48-19-308—80	Твердость HV	ρ , г/см ³	ГДР	США	Фирма «Коромант» (Coromant, Швеция)	Фирма «Вальтер» (Walter, ФРГ)	Фирма «Хертель» (Hertel, ФРГ)	Фирма «Сумитомо» (Sumitomo, Япония)
Р	Р01	96,5	Синий	T30K4	MC101	1710— 1890	6,27— 6,48	HS021; HS410; HU510	C8	F02; S1P	—	—	ST10P; AC10; AC815
	Р10	94,0		T15K6	MC111	1525— 1675	10,22— 10,38	То же и HS123	C70	S1P; S10T; GC415; GC015	—	—	ST10P; AC815
	Р15	93,3		—	—	—	—	—	—	—	WT-1	—	—
	Р20	92,3		T14K8	MC121	1475— 1625	11,60— 11,79	HU510; HS123	C7	S2; GC120	WPM	P2F	AC720; ST20E
	Р25	89,5		TT20K9	MC137; MC2210	1485— 1635	11,68— 11,84	HS25; HS123	C60	GC1025; SM; SMA	WPM	P2F	—
	Р30	88,5		T5K10	MC131; MC1460	1430— 1570	11,35— 11,51	HS123; HS345	C6	SM30; S30T	WPM, WP40	P2F; GX	AC835; ST30E; A30
	Р40	90,8		T5K10	MC146	1320— 1460	13,04— 13,20	HS345; HS420	C50	S6	WP40	GX	ST40E; AS835
	Р50	—		TT7K12	—	—	—	HS345	C5	R4	—	GX	—

М	М10	93,6	Жел- тый	ТТ8К6	МС211	1590— 1680	14,70— 14,86	HU10; HU510	—	R1P; H13A	WM15; WT2	КМ1	—	
	М20	93,1		ТТ10К8-Б	МС221	1530— 1630	13,81— 13,97	То же	—	GC415; GC015; SH; H13A	WM15; WT2	КМ1	—	
	М30	91,8		ВК10-ОМ	—	—	—	HU30	—	S6; H10F	WT1	—	—	
	М40	—		ТТ7К12	—	—	—	HU40	—	R4	—	—	—	
К	К01	—	Крас- ный	ВК3; ВК3М	МС301	1760— 1940	14,95— 15,11	HG012; HG412	C4	H05	—	—	H1; H2; AC10	
	К05	93,8		ВК6-М	МС306	1665— 1835	14,74— 14,94	—	—	—	—	КМ1	—	
	К10	93,4		ВК6-ОМ	МС313; МС3210	1505— 1655	14,74— 14,94	HG012; HU510	C3	H1P; GC310	WK10; WT2	КМ1; К20	G10E; AC10	
	К20	88,5		ВК6	МС318	1575— 1725	12,80— 12,96	HG120; HG420	C2	SMA; HBA; H20	WKM; WT2	»	G10E; A30	
						МС321	1450— 1600	14,64— 14,86	HG120; HG420	C2	SMA; HBA; H20	WKM; WT2	»	G10E; A30
	К30	87,5		ВК8; ВК8М	—	—	—	HG30; HG420	CT	H20; HBA	WK40	—	—	
	К40	87,5		ВК15	—	—	—	HG40	—	—	WK40	—	—	

Примечание. Марки сплава относятся к основной подгруппе применяемости. Они могут быть использованы и в соседних подгруппах.

фрама (например, сплав ТТ8К6 содержит 6 % кобальта, 8 % карбидов титана и тантала и 86 % карбида вольфрама).

В металлообработке стандартом ИСО выделены три группы применимости твердосплавного режущего инструмента: группа Р — для обработки материалов, дающих сливную стружку, группа К — стружку надлома и группа М — для обработки различных материалов (универсальные твердые сплавы). Каждая область разделяется на группы и подгруппы. В табл. 4.10 приведены группы применимости сплавов по ИСО и соответствие им отечественных и зарубежных твердых сплавов.

Твердосплавные материалы поставляются в различных видах. Основные виды твердосплавных заготовок под напайку приведены в табл. 4.11 и в гл. 15, размеры заготовок напайных изделий — в табл. 4.12.

Кроме напайных (или наклеиваемых) пластин, широкое распространение получили сменные многогранные пластины (табл. 4.13). Размеры этих пластин с различным числом граней приведены в табл. 4.14—4.17, а точность изготовления пластин — в табл. 4.18. Пластины содержат также стружколомающие элементы, сформированные при прессовании или последующей обработке.

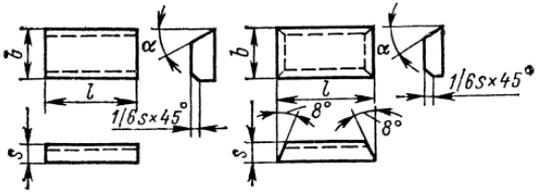
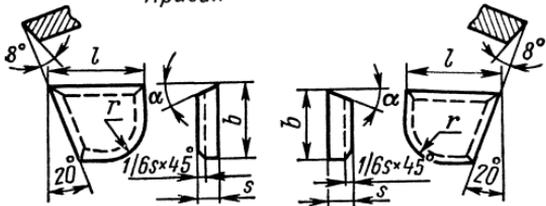
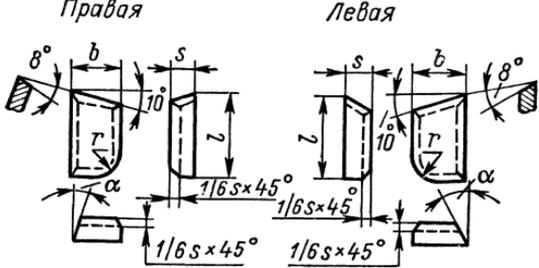
Многогранные пластины выпускаются как из стандартных марок твердых сплавов, так и из стандартных сплавов с покрытиями различными композициями TiC, TiN, Al₂O₃ и пр. Пластины с покрытиями обладают повышенной стойкостью. К обозначению пластин из стандартных марок твердых сплавов с покрытием карбидом титана (толщиной 3—10 мкм) добавляется ТУ 48-19-151—75, а нитридом титана — маркировка букв КИБ (ТУ 2-035-806—80), а к обозначению групп ISO — буква С.

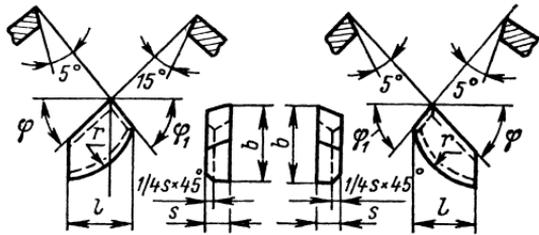
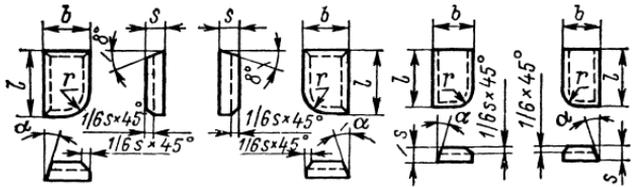
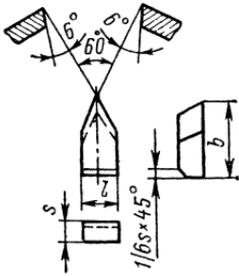
Выпускаются также пластины и из специальных сплавов (например, по ТУ 48-19-308—80). Сплавы этой группы (группы «МС») обладают более высокими режущими свойствами. Обозначение сплава состоит из букв МС и трехзначного (для пластин без покрытий) или четырехзначного (для пластин с покрытием карбидом титана) числа: 1-я цифра обозначения соответствует области применения сплава по классификации ИСО (1 — обработка материалов, дающих сливную стружку; 3 — обработка материалов, дающих стружку надлома; 2 — область обработки, соответствующая области М по ИСО); 2-я и 3-я цифры характеризуют подгруппу применимости, а 4-я цифра — наличие покрытия. Области применения и характеристики сплавов группы МС приведены в табл. 4.10.

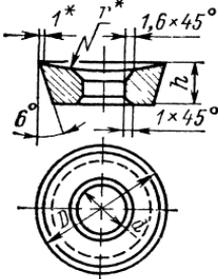
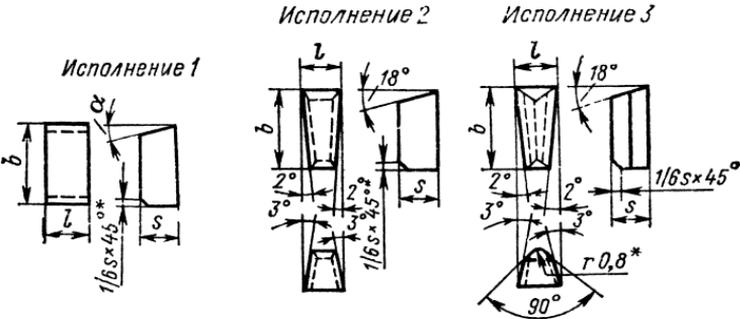
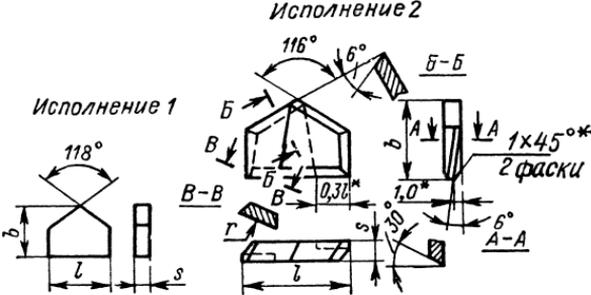
Кроме готовых пластин выпускаются также заготовки в соответствии с ОСТ 48-93—81; обозначение заготовок то же, что и готовых пластин, но с добавлением буквы З.

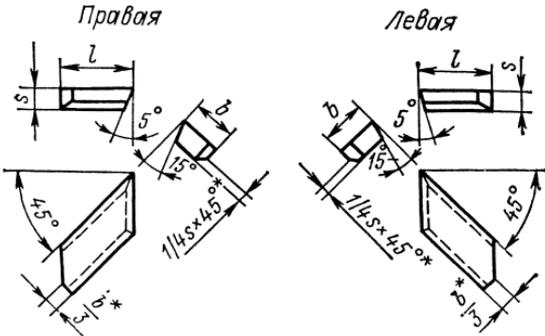
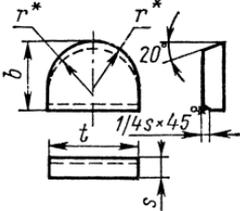
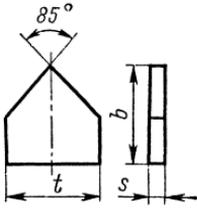
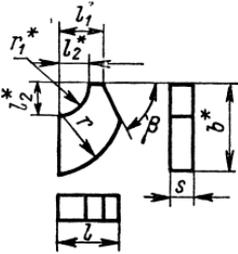
Безвольфрамовые и маловольфрамовые твердые сплавы широко применяются как материалы, не содержащие дефицитных элементов.

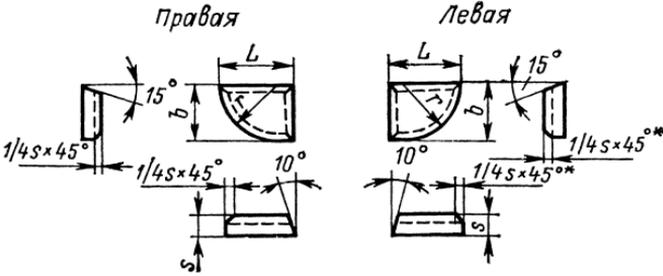
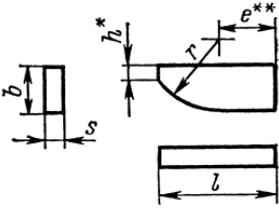
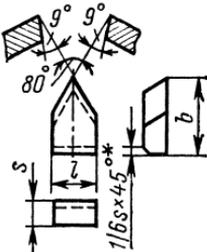
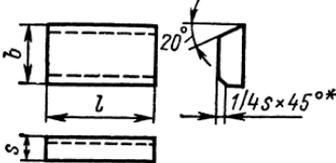
4.11. Основные типы изделий (пластин) твердосплавных напаиваемых для режущего инструмента (ГОСТ 25393—82)

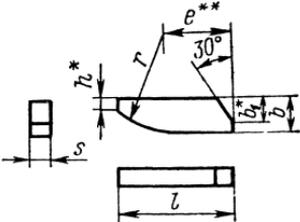
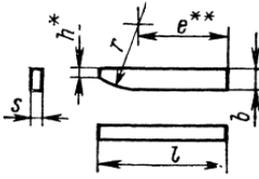
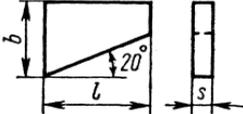
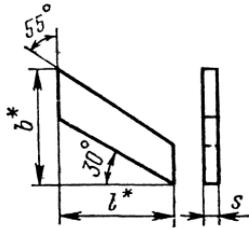
Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;"><i>Исполнение 1</i> <i>Исполнение 2</i></p>  <p>ГОСТ 25395—82 (для проходных, расточных и револьверных резцов)</p>	<p>01 02 61/1 61/2 62/1 62/2</p>	<p>0045 0008 0052 0053 0054 0055</p>	<p>C; CD 1 — — — —</p>
<p style="text-align: center;"><i>Правая</i> <i>Левая</i></p>  <p>ГОСТ 25397—82 (для подрезных, расточных резцов для глухих отверстий)</p>	<p>06 66/П 66/Л</p>	<p>0009 0062 0063</p>	<p>BC, AC — —</p>
<p style="text-align: center;"><i>Правая</i> <i>Левая</i></p>  <p>ГОСТ 25426—82 (для подрезных, проходных, револьверных и расточных резцов)</p>	<p>07 67/П 67/Л</p>	<p>0010 0072 0073</p>	<p>AB, BB, CB, HB — —</p>

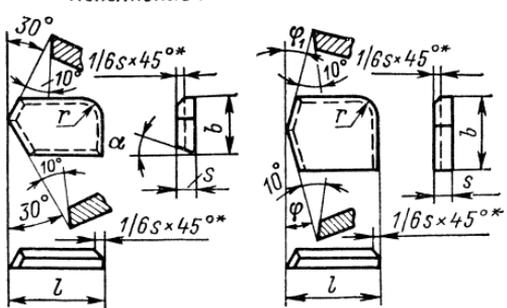
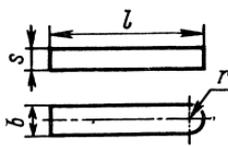
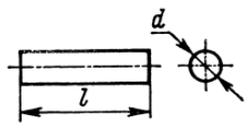
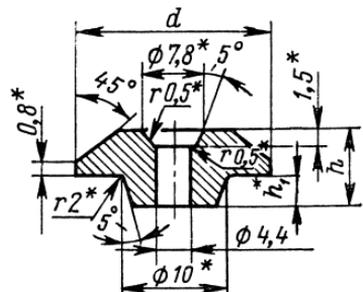
Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;"> <i>Правая</i> <i>Левая</i> </p>  <p>ГОСТ 25402—82 (для автоматных резцов)</p>	09	0011	—
<p style="text-align: center;"> <i>Исполнение 1</i> <i>Исполнение 2</i> </p> <p style="text-align: center;"> <i>Правая</i> <i>Левая</i> <i>Правая</i> <i>Левая</i> </p>  <p>ГОСТ 25396—82 (для проходных, прямых, расточных и револьверных резцов)</p>	10 70/П 70/Л	0012 0082 0083	А; В; С; Н — —
 <p>ГОСТ 25398—82 (для резьбовых и чистовых резцов)</p>	11	0268	ЕА

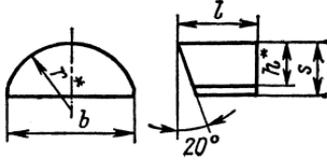
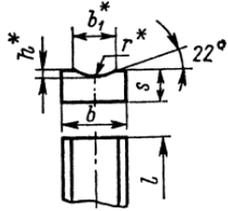
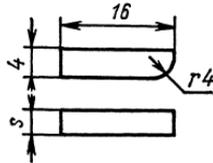
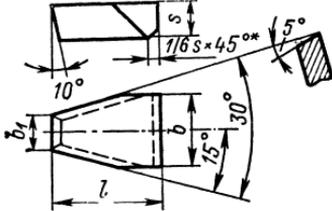
Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
 <p>ГОСТ 25403—82 (для чашечных резцов)</p>	12	0014	—
 <p>ГОСТ 17163—82 (для отрезных, прорезных резцов)</p>	13/1 13/2 13/3	0267 0163 0164	D, DA — —
 <p>ГОСТ 25399—82 (для сверл спиральных)</p>	14/1 14/2	0015 0016	M —

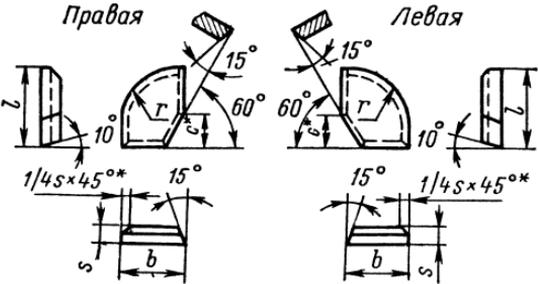
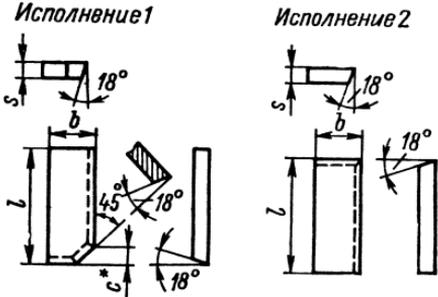
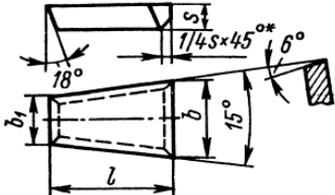
Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;">Правая Левая</p>  <p>ГОСТ 25404—82 (для фасочных резцов)</p>	15	0017	—
 <p>ГОСТ 25405—82 (для галтельных резцов)</p>	16	0018	—
 <p>ГОСТ 25406—82 (для сверл)</p>	17	0019	—
 <p>ГОСТ 25407—82 (для круглофасочных резцов)</p>	18	0020	—

Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;">Правая Левая</p>  <p>ГОСТ 25408—82 (для фрез торцовых)</p>	20	0022	—
 <p>ГОСТ 25400—82 (для фрез концевых, зенкеров)</p>	21	0023	Т; УА
 <p>ГОСТ 25401—82 (для автоматных резцов)</p>	23	0256	Е
 <p>ГОСТ 25409—82 (для фрез)</p>	24	0024	—

Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
 <p>ГОСТ 25424—82 (для зенкеров)</p>	25	0025	22; 25; 30
 <p>ГОСТ 25425—82 (для разверток)</p>	26	0026	R
 <p>ГОСТ 25410—82 (для зенкеров)</p>	27	0027	—
 <p>ГОСТ 25411—82 (для фрез угловых)</p>	31	0028	—

Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;">Исполнение 1 Исполнение 2</p>  <p>ГОСТ 25415—82 (для сверл глубокого сверления)</p>	38	0033	—
 <p>ГОСТ 25416—82 (для направляющих сверл)</p>	39	0034	—
 <p>ГОСТ 25417—82 (для расточных фрез)</p>	41	0035	—
 <p>ГОСТ 25418—82 (для стружкозавивателей к пластинам типа 12)</p>	42	0036	—

Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
 <p>ГОСТ 25419—82 (для резцов для желобов)</p>	43	0037	—
 <p>ГОСТ 25420—82 (для резцов фасочных)</p>	44	6038	—
 <p>ГОСТ 25421—82 (для резцов автоматных)</p>	47	0041	—
 <p>ГОСТ 25422—82 (для резцов для трапецидальной резьбы)</p>	48	0042	—

Стандарт и оснащаемый инструмент	Тип	Код ОКП	Форма по СТ СЭВ
<p style="text-align: center;">  </p> <p>ГОСТ 25423—82 (для фрез торцовых)</p>	49	0043	—
<p style="text-align: center;">  </p> <p>ГОСТ 25394—82 (для фрез для Т-образных пазов)</p>	50/1; 50/2	0044	NA; NB
<p style="text-align: center;">  </p> <p>ГОСТ 20312—82 (для резцов канальных)</p>	51	0092	—

Примечания: 1. Числа в знаменателе (в обозначении типа) означают: 1 — исполнение 1; 2 — исполнение 2; буквы П — правое и Л — левое исполнение. 2. В таблице указана только часть кода ОКП, следующая за первыми 6 знаками высшей классификационной группы марки твердого сплава. 3. На рисунках размеры, отмеченные *, — размеры для пресс-форм; размеры отмеченные **, — для справок

4.12. Основные размеры наплавляемых твердосплавных пластин,
мм

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или $\Phi_1, ^\circ$	r	$h (e)$	D				
Исполнение 1	Исполнения 2, 3											
01291	—	5	3	2	—	—	—	—				
01311	—	6	4	2,5	—	—	—	—				
01331	01332	8	5	3	—	—	—	—				
02611	—	10	6	2,5	—	—	—	—				
01351	01352	10	6	4	18	—	—	—				
61351	61352				8	—	—	—				
02631	—	12	8	3	3	—	—	—				
01371	01372			5	18	—	—	—				
61371	61372				8	—	—	—				
02251	02252	14	12	6	18	—	—	—				
62251	62252				8	—	—	—				
02652	—	16	10	4	18	—	—	—				
01391	01392			6					8	—	—	—
61391	61392								18	—	—	—
02271	02272	18	16	6	18	—	—	—				
62271	62272				8	—	—	—				
02671	—	20	12	5	18	—	—	—				
01151	01152			7					8	—	—	—
61151	61152								18	—	—	—
02311	02312	22	18	7	18	—	—	—				
62311	62312				8	—	—	—				
01411	01412	25	14	8	18	—	—	—				
61411	61412				8	—	—	—				

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или $\varphi_1, ^\circ$	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
02351	02352	25	20	10	18	—	—	—
62351	62352				8	—	—	—
01431	01432	32	18	10	18	—	—	—
61431	61432				8	—	—	—
02511	02512	36	20		18	—	—	—
62511	62512			8	—	—	—	
01451	01452	40	22	12	18	—	—	—
61451	61452				8	—	—	—
01471	01472	50	25	14	18	—	—	—
61471	61472				8	—	—	—
01271	01272	60	22	12	18	—	—	—
61271	61272				8	—	—	—
06010	—	8	7	2,5	—	4	—	—
06330; 07050	06340; 07060; 10672; 10682	10	6	4	18	—	—	—
06030; 07370	—							
06350; 07070; 10471; 10481	06360; 07080; 10472; 10482	12	8	5	18	5	—	—
06050	06060							
66050	66060	10	4	6	8	6	—	—
06370; 07110; 10491; 10501	06380; 07120; 10492; 10502							
06090	06100	16	14	5	18	8	—	—
66090	66100							
06390; 07150; 10151; 10161	06400; 07160; 10152; 10162	20	12	7	18	7	—	—
06130	06140		18	6	8	10	—	—

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, φ_2	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
06410; 07330; 10531; 10541	06420; 07340; 10532; 10542	25	14	8	18	8	—	—
06170	06180		20	7		8	12,5	—
66170	66180	9			18			
06270	06280			8				
66270	66280	18						
06290	06300	40	10	18	8	—	—	
66290	66300			8				
70551; 70561	—	32	16	6	8	10	—	—
10571; 10581	10572; 10582		18	10	18			
70571; 70581	—							
70591; 70601	—	40	22	12	8	12	—	—
10611; 10621	10612; 10622							
70611; 70621	—							
70371; 70381	—	50	20	8	8	12,5	—	—
10631; 10641	10632; 10642		25	14	18	14	—	—
11130	—	3	10	2,5	—	—	—	—
11150	—	4	12	3	—	—	—	—
11170	—	5	14	3,5	—	—	—	—
11190	—	6	16	4	—	—	—	—
111210	—	8	20	5	—	—	—	—
111230	—	10	25	6	—	—	—	—
12070	—	28,6	10	—	—	35	10	—
12110	—	31,2						
12090	—	32						

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, \circ	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
12050	—	46,5	15	—	—	45	12	—
—	13492, 13673	3	10/12	3	—	—	—	—
13011; 13031	—	3,5	8	3	—	—	—	—
—	13512	3,5	10	3,5	—	—	—	—
—	13532	4	12	4	—	—	—	—
—	13693	4	14	4	—	—	—	—
13051	—	4,5	10	4	14	—	—	—
13071	—				18	—	—	—
—	13552	4,5	12	4	18	—	—	—
—	13572	5	14	5	18	—	—	—
—	13713	5	16	5	18	—	—	—
13131	—	5,5	12	5	14	—	—	—
13151	—				18	—	—	—
—	13592	6	16	6	—	—	—	—
—	13733	6	18	6	—	—	—	—
13171	—	6,5	14	6	14	—	—	—
13351	—				18	—	—	—
—	13612	8	18	7	—	—	—	—
—	13753	8	20	7	—	—	—	—
13371	—	8,5	16	8	14	—	—	—
13391	—				18	—	—	—
—	13632	10	20		—	—	—	—
—	13793		25		—	—	—	
13411	—	10,5	18	10	14	—	—	—

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, ψ или $\Phi_1, ^\circ$	r	$h (e)$	D		
Исполнение 1	Исполнения 2, 3									
13431	—	10,5	18	10	18	—	—	—		
13191	—	12	20	10	18	—	—	—		
—	13652				—	—	—	—		
—	13773	12	25	10	—	—	—	—		
13451	—	12,5	20	12	14	—	—	—		
13471	—				18	—	—	—		
14011	—	5,5	5,5	0,9	—	—	—	—		
14131	—	6	6	1	—	—	—	—		
14031				—	—	—	—	—		
14051	—	6,5	6	1,4	—	—	—	—		
14071	—	7	6,3		—	—	—	—		
14091	—	7,5		—	—	—	—	—		
140111	—	8,0	8	1,6	—	—	—	—		
14151	—	8,5			—	—	—	—		
14251	—	9			1,7	—	—	—	—	
14171	—				2	—	—	—	—	
14271	—	9,5			1,7	—	—	—	—	
14191	—				2	—	—	—	—	
14211	—	10			8,5	2	—	—	—	—
14291	—				9	1,7	—	—	—	—
—	14312	10,8	9	2	—	3,5	—	—		
—	14332	11,8							10	
—	14352	13							11	
—	14372	14							12	
—	—	—							2,5	

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или Φ_1, \circ	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
—	14392	15	13	2,5	—	3,5	—	—
—	14412	16	14	3	—			
—	14432	17	15					
—	14452	18	16					
—	14472	19	17					
—	14492	20	18	3,5	—	5	—	—
—	14512	21						
—	14532	22						
—	14552	23		4	—			
—	14572	24						
—	14592	25	20	4,5	—	8	—	—
—	14612	26						
—	14632	27,5						
—	14652	28,5						
—	14672	29,5	22	5	—			
—	14692	30,5						
—	14712	31,5						
—	14732	33,5	24					
—	14752	36,5						
—	14772	39,5						
—	14792	42	26	6	—	10	—	—
—	14812	44						
—	14832	47						
—	14852	50						

Обозначение пластин		l (D)	b (d)	s	α , φ или φ_1	r	h (e)	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
—	14872	52	28	6	—	10	—	—
15010	—	12	8	3	—	—	—	—
15030; 15040	—	16	10	4	—	—	—	—
15090; 15100	—	20	16	5	—	—	—	—
15110; 15120	—	25	18	6	—	—	—	—
15150; 15160	—	32	20					
16010	—	8	8	3	—	4	—	—
16030	—	10	10	3,5	—	5	—	—
16050	—	12	12	4,5	—	6	—	—
16210	—	16	14	5	—	8	—	—
16250	—	20	16	6	—	10	—	—
16370	—	24	20	7	—	12	—	—
16390	—	32	25	8	—	16	—	—
17530	—	5,5	8	0,8	—	—	—	—
17550	—	6,5		1	—	—	—	—
17570	—	7,5	9	1,2	—	—	—	—
17590	—	8,5	10	1,5	—	—	—	—
17610	—	9,5						
17110	—	10,8	12	1,8	—	—	—	—
17130	—	11,8						
17150	—	13	14	2,0	—	—	—	—
17170	—	14						
17190	—	15	15	2,2	—	—	—	—
17210	—	16						

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, φ_2	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
17230	—	17	16	2,5	—	—	—	—
17250	—	18	18					
17270	—	19						
17290	—	20	20					
17310	—	21						
17330	—	22	22	3	—	—	—	—
17350	—	23	24					
17370	—	24		26	3,5	—	—	—
17390	—	25						
17410	—	26						
17430	—	27,5						
17450	—	28,5	28	4	—	—	—	—
17470	—	29,5						
17490	—	30,5	30	4,5	—	—	—	—
17510	—	31,5						
18050	—	8	12	3	60	8	6	—
18070	—	10	15	4		10	8	—
18090	—	12	18	5		12	10	—
18130	—	16	22			—	16	—
20010	—	10	8	2,5	—	8	—	—
20030	—	12	10		—	10	—	—
20050	—	15	12	3	—	12,5	—	—
20070	20080 (левые)	20	16	3,5	—	16	—	—
20090	201100 (левые)	25	20	4	—	20	—	—

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, φ_2	r	$h (e)$	D						
Исполнение 1	Исполнения 2, 3													
20130	20140 (левые)	32	20	5	—	20	—	—						
21050	—	12	3	1,2	—	15	1	4,4						
21010	—			1,5	—	20		3,3						
21070	—		5,6	1,2	—	15		1,2						
21350	—	14	8	3	—	25	5	2,1						
21370	—	16	3,5	2	—	20	1	—						
21170	—			1,6	7,8	—			15					
21190	—		8,8							—	25	7	7,3	
21210	—													10
21230	—		10							3	—	25	7	7,3
21410	—		10	3	—	25			7	7,3				
21270	—	19	4,5	2	—	25	1,8	7,5						
21290	—		10					1						
21310	—		11,2					—						
21610	—		12,2					—						
21090	—	20	4,5	2,5	—	25	2	9,1						
21110	—					25		6						
21250	—		3,5	—	10	—	10,8							
21130	—		9	—	25	2	2,7							
21150	—		11				0,8							
21630	—	22	5,6	2,5	—	25	2,5	9,5						
21650	—		14					1						
21670	—		15,5					—						
21690	—		17,5					—						

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, φ_2	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
21710	—	25	8	2,8	—	31,5	3	10
21470	—			3				—
21490	—		15		—			0,3
21730	—		19,5	2,8	—	25		1,6
21750	—		21,5					1
21510	—	32	10	4	—	31,5		12,2
21530	—		21					3,5
21550	—	36	10	5	—			16,2
21570	—	40						23,5
21590	—	45	12	6	—		23	
23010	—	4	10	2,5	—	—	—	
23030	—	5	12	3	—	—	—	
23050	—	6	14	3,5	—	—	—	
23070	—	8	16	4	—	—	—	
23090	—	10	18	5	—	—	—	
23110	—	12	20	6	—	—	—	
23130	—	16	22	7	—	—	—	
23150	—	20	25	8	—	—	—	
23170	—	25	28	9	—	—	—	
23190	—	32	32	10	—	—	—	
24010	—	6	7	3	—	—	—	
24050	—	8						
24070	—	10	5					
24090	—		7					

Обозначение пластин		l (d)	b (d)	s	α , Φ или Φ_1 , °	r	h (e)	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
24770	—	12	7	3	—	—	—	—
24130	—		9	3,5	—	—	—	—
24170	—	14						
24210	—	16	9	3,5	—	—	—	—
24250	—	18						
24270	—	20	10					
24290	—	22						
24470	—			14				
24790	—	25	10	4	—	—	—	—
24870	—							
24550	—	28	14					
24570	—	32						
24590	—	36						
24650	—	40	5	—	—	—	—	—
24850	—	45						
25110	—	16	4	2	—	25	1	4,1
25130	—	18	5	2,5	—		1,5	5,2
25150	—	20	6	3	—	31,5	3,8	
25210	—	22	5,6	2,5	—	25	2,5	9,9
25230	—	25	8	2,8	—		3	10,0
25250	—	30	12	4	—	40	2	11
25190	—	32	10		—			8
26010	—	12	2	0,8	—	25	0,8	7,4
26030	—	16	2,5	1,2	—		1	7,5

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, \circ	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
26050	—	19	3	1,4	—	25	1	9,2
26070	—	22	3,5	1,8	—		1,4	12
26090	—	25	4	2,2	—			13,9
26130	—	30	5	2,8	—			17,1
26250	—	32		3	—		31,5	2
27010	—	4,5	4,5	2	—	—	—	—
27030	—	6	5		—	—	—	—
27050	—	7,5		2,5	—	—	—	—
27070	—	10	6,5	—	—	—	—	
27090	—	12	8	3	—	—	—	—
27110	—	14	9		—	—	—	—
27130	—	15,5	10		—	—	—	—
27150	—	18	12	3,5	—	—	—	—
27170	—	20	14	4	—	—	—	—
27190	—	22,5	15		—	—	—	—
31010	—	13	12,5	2,5	—	—	—	—
31030	—	15	14,5	3	—	—	—	—
31050	—	18	17,5		—	—	—	—
31070	—	20	19,5	3,5	—	—	—	—
31090	—	25	24,5	4	—	—	—	—
31110	—	34	31,5	5	—	—	—	—
31130	—	50	44	7	—	—	—	—
32190	—	20	14	5	34	—	—	4,4
32210	—	25	18			—	—	6

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, \circ	r	$h (\varepsilon)$	D	
Исполнение 1	Исполнения 2, 3								
32230	—	32	22	6	34	—	—	7,8	
32250	—	36	28			—	—	10,3	
32270	—	45	38	8		—	—	14,5	
32290	—	50	44		36	—	—	17	
36350	—	15	4	2	$\omega = 30^\circ$	$D_{\text{п}} = 16$	13	—	
36370	—	11,5					10	—	
36390	—	24	6	3		20	21	—	
36410	—	18					16	—	
36010	—	25	8	3,5		40	32	19	—
36110	—	20						15	—
36030	36040 (левые)	25	8,5	4,3	50		22	—	
36130	36140 (левые)	21					16	—	
36430	36440 (левые)	30	10	5	30	80	26	—	
36450	36460 (левые)	23					20	—	
36470	36480 (левые)	31				100	27	—	
36490	36500 (левые)	25					20	—	
36510	—	33				160	29	—	
36530	—	25					22	—	
38011	—	16	7	2	—	3	$b_1 = 6,3$	—	
38031	—	20	10,6	3	—	4	9,5	—	
38051	—	25	14,5	4,5			12,9	—	
38171	—	32	18				16	—	
—	38092	25	22	5	—	8	14	—	
—	38192	32	28				17	—	

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, φ или φ_1, φ_2	r	$h (e)$	D
Исполнение 1	Исполнения 2, 3							
—	38212	36	33	6	—	10	20	—
—	38152	40	40				23	—
39010	—	18	2,5	2,5	—	1,25	—	—
39030	—	20	3	3	—	1,5	—	—
39050	—	25	5	4	—	2,5	—	—
39130	—	32	6	5	—	3	—	—
39150	—	36	8		—	4	—	—
39110	—	40	10		—	5	—	—
43010	—	12	7,8	3,5	—	4	3	—
43030	—	16	11	5	—	6	4	—
43050	—		15	5,5	—	8	4,5	—
43070	—		19	7,5	—	10	6,5	—
43090	—	18	22,5	9	—	12	8	—
43110	—		26	10,5	—	14	9	—
43130	—		30	12	—	16	10	—
44010	—	12	6	4,5	—	2	0,9	—
44090	—	16	8		—	4	1	—
44050	—	18	10	5,5	—	5	1,4	—
4400	—	20	12	7	—	6	1,6	—
47010	—	—	—	1	—	—	—	—
47030	—	—	—	1,6	—	—	—	—
47050	—	—	—	2	—	—	—	—
47070	—	—	—	2,5	—	—	—	—
47090	—	—	—	3	—	—	—	—

Обозначение пластин		$l (D)$	$b (d)$	s	α, Φ или Φ_1, \circ	r	$h (e)$	D	
Исполнение 1	Исполнения 2, 3								
48010	—	12	4	4	—	—	$b_1 =$ $= 1,5$	—	
48030	—	16	5,5		—	—	2,1	—	
48050	—	18	8,5	6	—	—	3,4	—	
48070	—		10		—	—	4,6	—	
48090	—		20		13	—	—	5,8	—
48110	—		22		15	—	—	7,2	—
48130	—	25	18	7	—	—	8,8	—	
49010	левые	15	12	3	—	12,5	$c = 3$	—	
49030	—				8				
49050	49060	20	16	3,5	—	16	3	—	
49070	49080				8				
50191	50202	7	5	2	—	—	—	—	
50211	50222	9			—	—	—	—	
50231	50242	12	6	2,5	—	—	—	—	
50251	50262	15	7	3	—	—	2,5	—	
50271	50282	18	8	3,5	—	—			
50291	50302	24	9		—	—			
50311	50322	28	10	4	—	—	4	—	
50331	50342	32	12	4,5	—	—	6	—	
50351	50362	36	14	5	—	—			
51010	—	14	7	3	—	—	$b_1 =$ $= 4,5$	—	
51030	—	16	8,5	4	—	—	5,5	—	
51050	—	18	10		—	—	6,5	—	
51070	—	20	11	5	—	—	7,5	—	
51090	—	22	13	6	—	—	9	—	
51110	—	26	15		—	—	10	—	
51130	—	28	16,5	7	—	—	11	—	
51150	—	30	19		—	—	13	—	

Основные характеристики и область применения приведены в табл. 4.19. В таблице приведены также марки безвольфрамовых (или маловольфрамовых № 308, № 350) сплавов ряда зарубежных фирм, иллюстрирующих поиски использования различных химических элементов, предназначенных для создания оптимальных сплавов.

Попытки создания подобных сплавов предпринимаются и на отечественных предприятиях. Так, получены положительные результаты испытаний маловольфрамового твердого сплава ТВ-4, созданного на предприятиях Минцветмета, сплава КТ2С, созданного в ИПМ АН УССР сплава на основе диборита титана, созданные в ЛТИ и ВНИИАШ и др.

Безвольфрамовые сплавы поставляются в виде готовых пластин различной формы и размеров, степеней точности U и M, а также заготовок пластин.

4.3. Минералокерамика

Минералокерамические инструментальные материалы обладают высокой твердостью, тепло- и износостойкостью. Их основой является глинозем Al_2O_3 (оксидная керамика) или смесь Al_2O_3 с карбидами, нитридами и другими соединениями (керметы). Основные характеристики и область применения различных марок минералокерамики приведены в табл. 4.20. Кроме традиционных марок оксидной керамики и керметов широко применяются оксидно-нитридная керамика (например, керамика марки «кортинит» (корунд или Al_2O_3 и нитрид титана). Минералокерамика поставляется в виде неперетачиваемых многогранных пластин, форма и размеры которых приведены в табл. 4.21.

4.4. Синтетические сверхтвердые материалы

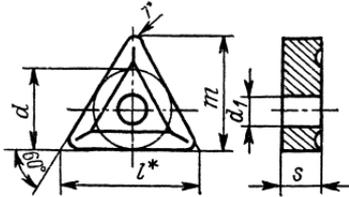
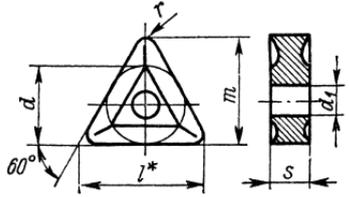
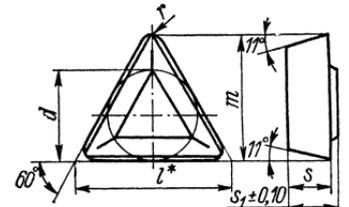
Синтетические сверхтвердые материалы обладают высокой твердостью, износостойкостью, низким коэффициентом трения, инертностью к железу (материалы на основе кубического нитрида бора — КНБ). Подразделяются на материалы с основой в виде КНБ и материалы на основе алмазов. Основные характеристики и область применения этих материалов приведены в табл. 4.22.

В последнее время к этой группе относят и материалы, содержащие композицию Si—Al—O—N (торговая марка «сиалон»), в основе которых — нитрид кремния Si_3N_4 . Комбинация этой основы с различными элементами позволяет создать материалы с самыми разнообразными свойствами (например, силинит, созданный в ИПМ АН УССР).

Синтетические материалы поставляются в виде заготовок (см. гл. 15) или готовых сменных пластин. Форма и размеры пластин на основе кубического нитрида бора приведены в табл. 4.23.

4.13. Основные виды сменных пластин и область применения

Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскиз
	цифровое	буквенное			
Пластины трехгранной формы для токарных проходных, подрезных и расточных резцов (ГОСТ 19043—80 *)	01111 01131	TNUN TNGN	0352 0353	Табл. 4.14—пп. 2, 3,9—11,18—21,25—29, 35, 36	
Пластины трехгранной формы с отверстием для токарных проходных, подрезных, расточных и работающих по копиру (ГОСТ 19044—80*)	01113 01123 01133	TNUA TNMA TNGA	0354 0355 0356	Табл. 4.14—пп. 4, 5, 13, 14, 22—24, 31—34, 37—39	
Пластины трехгранной формы с задним углом 11° для проходных, подрезных и расточных резцов (ГОСТ 19045—80*)	01311 01331	TPUN TPGN	0357 0358	Табл. 4.14—пп. 1—3, 8—11, 19, 26—28, 36	

Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскизы
	цифровое	буквенное			
Пластини трехгранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне для проходных, подрезных, расточных и работающих по копиру резцов (ГОСТ 19046—80*)	01114 01124	TNUM TNMM	0359 0360	Табл. 4.14 — пп. 12—14, 22—24, 30—33, 37, 38	
Пластини трехгранной формы с отверстием и стружколомающими канавками на двух сторонах для проходных, подрезных, расточных и работающих по копиру резцов для чистового резания (ГОСТ 24247—80*)	01125	TNMG	2053	Табл. 4.14—пп. 4, 22—24, 30—32, 34	
Пластини трехгранной формы с задним углом 11° и стружколомающими канавками для токарных проходных и расточных резцов (ГОСТ 24250—80*)	01332	TPGR	0441	Табл. 4.14—пп. 6, 7, 15—17	

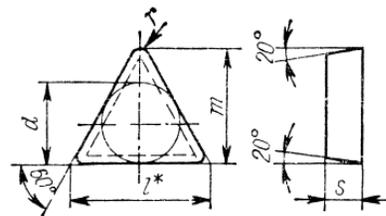
Пластины трехгранной формы с задним углом 20° для токарных проходных, подрезных и расточных резцов, для обработок легких сплавов (ГОСТ 24251—80*)

01431

TEGN

0444

Табл. 4.14—п. 10



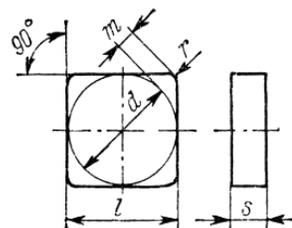
Пластины квадратной формы для токарных, проходных, расточных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19049—80*)

03111
03131

SNUN
SNGN

0363
0364

Табл. 4.15—пп. 3, 4, 11—18, 30—33, 40, 42—44



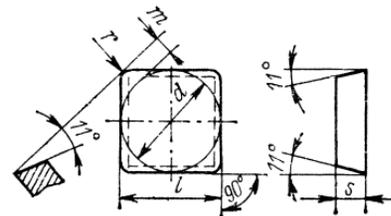
Пластины квадратной формы с задним углом 11° для токарных, проходных, расточных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19050—80*)

03311
03331

SPUN
SPGN

0365
0366

Табл. 4.15—пп. 2—4, 11—14, 16, 30—32, 40—42



Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскиз
	цифровое	буквенное			
Пластины квадратной формы с отверстием для токарных, проходных, расточных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19051—80*)	03113 03123 03133	SNUA SNMA SNGA	0367 0368 0369	Табл. 4.15—пп. 3, 4, 19—22, 28, 29, 34, 35, 45—47	
Пластины квадратной формы с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне для токарных проходных, расточных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19052—80*)	03114 03124	SNUM SNMM	0370 0371	Табл. 4.15—пп. 3, 4, 19—21, 34, 35, 45—47, 57, 58	
Пластины ромбической формы с углом 80° для торцовых фрез и специальных резцов с $\varphi = 90^\circ$ (ГОСТ 19056—80*)	05111 05131	CNUN CNGN	0375 0376	Табл. 4.15—пп. 1, 7, 8, 23, 24, 48, 49	

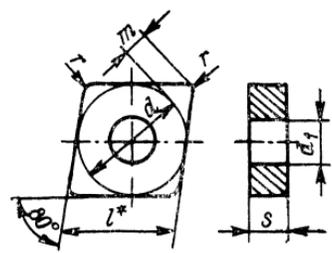
Пластины ромбической формы с углом 80° и отверстием для торцовых фрез и специальных резцов с $\varphi = 90^\circ$ (ГОСТ 19057—80*)

05113
05123
05133

CNUA
CNMA
CNGA

0377
0378
0379

Табл. 4.15—пп. 1, 9, 10, 25—27, 38, 39, 51—53



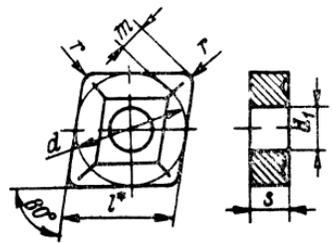
Пластины ромбической формы с углом 80° , отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне для специальных резцов с $\varphi = 90^\circ$ и торцовых фрез (ГОСТ 19059—80*)

05114
05124

CNUM
CNMM

0381
0382

Табл. 4.15—пп. 25—27, 38, 39, 50—53



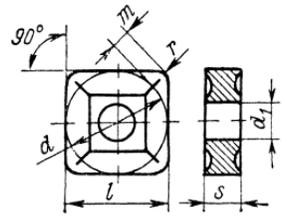
Пластины квадратной формы с отверстием и стружколомающими канавками на двух сторонах для токарных, проходных, расточных резцов и торцовых фрез для чистового резания (ГОСТ 24248—80*)

03125

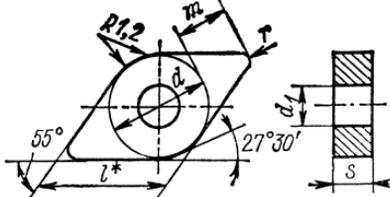
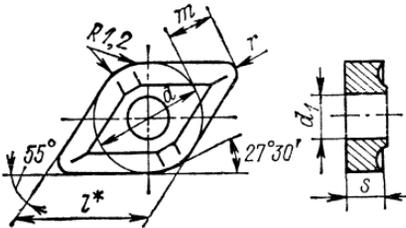
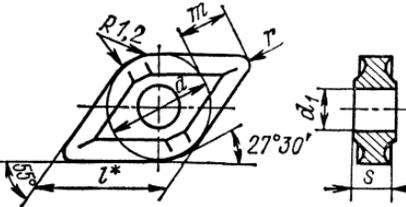
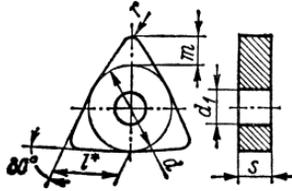
SNMG

2055

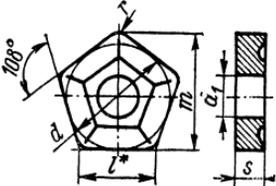
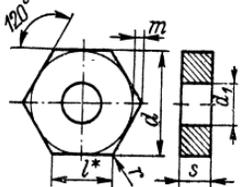
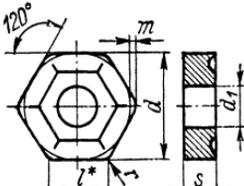
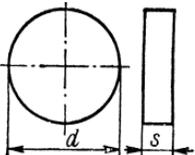
Табл. 4.15—пп. 5, 6, 20—22, 34, 35, 45, 46, 57, 58

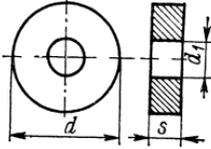
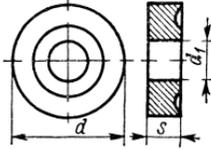
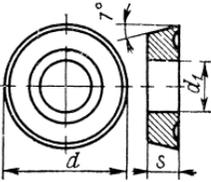


Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскиз
	цифровое	буквенное			
Пластины ромбической формы с углом 80° , отверстием и стружколомающими канавками на двух сторонах для торцовых фрез и специальных резцов для чистового резания (ГОСТ 24249—80*)	04125	CNMG	2057	Табл. 4.15—пп. 25—27, 51, 52	
Пластины квадратной формы с задним углом 11° и стружколомающими канавками для токарных проходных и расточных резцов (ГОСТ 24252—80*)	0332	SPGR	0440	Табл. 4.15—пп. 3, 4, 12—14	
Пластины квадратной формы с задним углом 20° для токарных проходных, расточных резцов и торцовых фрез для обработки легких сплавов (ГОСТ 24253—80*)	03431	SEGN	0442	Табл. 4.15—пп. 4, 13	

<p>Пластины ромбической формы с углом 55° и отверстием для токарных резцов, работающих по копиру (ГОСТ 24255—80)</p>	13123	DNMA	0443	Табл. 4.15—пп. 54—56	
<p>Пластины ромбической формы с углом 55°, отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне для токарных резцов, работающих по копиру (ГОСТ 24256—80*)</p>	13124	DNMM	0439	Табл. 4.15—пп. 54—56	
<p>Пластины ромбической формы с углом 55°, отверстием и стружколомающими канавками на двух сторонах для токарных резцов, работающих по копиру (ГОСТ 24257—80)</p>	13125	DNMG	0438	Табл. 4.15—пп. 54—56	
<p>Пластины шестигранной формы с углом 80° с отверстием для токарных, проходных, расточных и автоматных резцов (ГОСТ 19047—80)</p>	02113	WNUA	0361	Табл. 4.16—пп. 1, 2, 6, 7, 12—15, 22	

Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскиз
	цифровое	буквенное			
Пластины шестигранной формы с углом 80° с отверстием и стружколомающими канавками для токарных, проходных, расточных и автоматных резцов (ГОСТ 19048—80 *)	02114	WNUM	0362	Табл. 4.16—пп. 1, 2, 3, 6, 7, 12—15, 22	
Пластины пятигранной формы для проходных резцов с $\varphi = 60^\circ$ и торцовых фрез (ГОСТ 19063—80)	10111 10131	PNUN PNGN	0386 0387	Табл. 4.16—пп. 4, 5, 10, 11, 24, 25	
Пластины пятигранной формы с отверстием для проходных резцов с $\varphi = 60^\circ$ и торцовых фрез (ГОСТ 19064—80*)	10113 10123 10153	PNUA PNMA PNEA	0388 0389 0390	Табл. 4.16—пп. 20, 21, 26—28	

<p>Пластины пятигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками для проходных резцов с $\varphi = 60^\circ$ и торцовых фрез (ГОСТ 19065—80*)</p>	<p>10114 10124</p>	<p>PNUM PNMM</p>	<p>0391 0392</p>	<p>Табл. 4.16—пп. 20, 21, 26—28</p>	
<p>Пластины шестигранной формы с отверстием для проходных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19067—80)</p>	<p>11113 11133</p>	<p>HNUA HNGA</p>	<p>0394 0395</p>	<p>Табл. 4.16—пп. 8, 9, 16—19, 23</p>	
<p>Пластины шестигранной формы с отверстием и стружколомающими канавками для проходных резцов с $\varphi = 45^\circ$ и торцовых фрез (ГОСТ 19068—80*)</p>	<p>11114</p>	<p>HNUM</p>	<p>0396</p>	<p>Табл. 4.16—пп. 8, 9, 16—19, 23</p>	
<p>Пластины круглой формы для специальных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19069—80*)</p>	<p>12111 12131</p>	<p>RNUM RNGN</p>	<p>0397 0398</p>	<p>3 Табл. 4.17—пп. 1,</p>	

Виды пластин, область применения	Обозначение пластин по ГОСТ 19042—80		Код серийно-порядкового номера ОКП	Основные размеры из таблиц	Эскиз
	цифровое	буквенное			
Пластины круглой формы с отверстием для специальных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19070—80*)	12133 12113 12123	RNGA RNUA RNMA	0399 0403 0404	Табл. 4.17—пп. 6, 7, 10	
Пластины круглой формы с отверстием и стружколомающей канавкой для специальных резцов и торцовых фрез (ГОСТ 19071—80*)	12114 12124	RNUM RNMM	0400 0402	Табл. 4.17—пп. 2, 4, 5—7, 9, 10, 12—14	
Пластины круглой формы с задним углом и стружколомающей канавкой (ГОСТ 19072—80)	12224	RCMM	2059	Табл. 4.17—пп. 2, 4, 6, 8, 11, 14	

4.14. Основные размеры сменных пластин трехгранной формы, мм

№ п/п	<i>i</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d₁</i>	
1	11	6,350	3,18	0,2	9,325	—	
2				0,4	9,128		
3				0,8	8,731		
4				0,4	9,128	2,26	
5				0,8	8,731		
6				0,4	9,128	$s_1 = 3,44$	
7				0,8	8,731	$s_1 = 3,52$	
8	16,5	9,525		4,76	0,2	14,088	—
9					0,4	13,891	
10					0,8	13,494	
11					1,2	13,097	
12					0,4	13,891	3,81
13					0,8	13,494	
14					1,2	13,097	
15					0,4	13,891	$s_1 = 3,44$
16					0,8	13,494	$s_1 = 3,62$
17					1,2	13,097	—
18					0,4	13,891	
19					0,8	13,494	
20					1,2	13,097	
21					1,6	12,700	3,81
22					0,4	13,891	
23					0,8	13,494	
24					1,2	13,097	

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d₁</i>	
25	22	12,76	4,76	0,4	18,653	—	
26				0,8	18,256		
27				1,2	17,859		
28				1,6	17,463		
29				2,4	16,550		
30		12,7		4,76	0,4	18,653	5,16
31					0,8	18,256	
32					1,2	17,859	
33					1,6	17,463	
34					2,4	16,550	
35	27,5	15,875	6,35	1,2	22,622	—	
36				1,6	22,225		
37				6,35	1,2	22,622	6,35
38					1,6	22,225	
39					2,4	21,432	

**4.15. Основные размеры сменных пластин квадратной и ромбической форм,
мм**

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d₁</i>
1	8,1	7,93	3,18	0,4	1,981	3,18
2	9,525	9,525		0,2	1,889	—
3				0,4	1,808	$s_1 = 3,44$
4				0,8	1,644	$s_1 = 3,52$
5				0,4	1,808	3,81
6	0,8	1,644				

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d₁</i>	
7	9,7	9,525	3,18	0,4	2,425	—	
8				0,8	2,203		
9				0,4	2,425	3,81	
10				0,8	2,205		
11	12,70	12,7		0,2	2,546	—	
12				0,4	2,465	$s_1 = 3,44$	
13				0,8	2,301	—	
14				11,2	2,137		
15				1,6	1,972		
16				0,8	2,301		
17			1,2	2,137	5,16		
18			2,4	1,644			
19			0,4	2,465			
20			0,8	2,301			
21	1,2	2,137	5,16				
22	1,6	1,973					
23	12,90	12,90		4,76	0,8	3,088	—
24					1,2	2,866	
25			0,4		3,307	5,16	
26			0,8		3,088		
27	1,2	2,867					
28	14,0	14,0	1,2		2,402	5,16	
29			1,6		2,237		
30	15,875	15,875	0,8		2,959		—

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d₁</i>
31	15,875	15,875	4,76	1,2	2,795	—
32				1,6	2,630	
33				2,4	1,644	
34				1,2	2,795	6,35
35				1,6	2,630	
36	16,10			1,2	3,748	—
37				1,6	3,528	
38				1,2	3,748	6,35
39				1,6	3,528	
40	19,05			19,05	6,35	0,2
41		0,8	3,616			
42		1,2	3,452			
43		1,6	3,298			
44		2,4	2,951			
45		1,2	3,452			7,93
46	1,6	3,282				
47	2,4	2,951				
48	19,30	1,2	4,630			—
49		1,6	4,410			
50	19,30	0,8	4,851	7,93		
51		1,2	4,631			
52		1,6	4,411			
53		2,4	3,960			
54	19,3	15,875		0,8	9,327	6,35

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d</i> ₁
55	19,3	15,875	6,35	1,2	7,865	6,35
56				1,6	7,402	
57	25,40	25,400	7,93	1,6	4,598	9,12
58				2,4	4,274	

4.16. Основные размеры сменных пластин пятигранной и шестигранной форм,
мм

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d</i> ₁
1	6,5	9,525	3,18	0,4	2,424	3,81
2				0,8	2,02	
3			4,76	0,4	2,424	
4	6,9		3,18	0,8	10,462	—
5				1,2	10,369	
6	8,7	12,70		0,4	3,306	5,16
7				0,8	3,084	
8	9,1	15,875		0,8	1,106	6,35
9				1,6	0,983	
10	9,2	12,70	4,76	0,8	14,012	—
11				1,2	13,919	
12	10,8	15,875		0,8	3,966	6,35
13				1,2	3,743	
14			6,35	0,8	3,966	
15				1,2	3,743	
16	11,0	19,05	4,76	1,2	1,290	7,93
17				2,0	1,168	

№ п/п	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>m</i>	<i>d</i> ₁
18	11,0	19,05	6,35	1,2	1,290	7,93
19				2,0	1,168	
20	11,5	15,875	4,76	0,8	17,562	6,35
21				1,6	17,375	
22	12,8	19,05	6,35	1,2	4,625	7,93
23		22,20		1,2	1,534	
24	13,8	19,05	4,76	1,2	21,019	—
25				1,6	20,925	
26			4,76; 6,35	1,2	21,019	7,93
27				2,0	20,832	
28	16,1	22,20	6,35	1,2	24,541	

4.17. Основные размеры сменных пластин круглой формы, мм

№ п/п	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>d</i> ₁	№ п/п	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>d</i> ₁
1	9,525	3,18	—	8	19,050	4,76	6,35
2			3,81	9			7,93
3	12,700		5,16	—		10	22,225
4		4,76		5,16	11	7,93	
5			6,35	6,35	12	9,12	
6		15,875			6,35	13	
7		6,35		14		7,93	7,93

4.18. Предельные отклонения контролируемых параметров пластин

Контролируемый параметр	Режущие пластины классов допусков						Опорные пластины	Стружколом
	U	M		G	E	C		
		Все формы, кроме D	Форма D					
Размер m^* при диаметре d и d_0 : До 9,525 Св. 9,525 до 12,70 Св. 12,70 до 22,225 Св. 22,225	$\pm 0,080$	$\pm 0,050$	$\pm 0,050$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	-0,300	—
	$\pm 0,130$	$\pm 0,080$	$\pm 0,080$					
До 9,525 Св. 9,525 до 12,70 Св. 12,70 до 22,225 Св. 22,225	$\pm 0,180$	$\pm 0,100$	$\pm 0,100$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	—	—
	$\pm 0,250$	$\pm 0,130$	$\pm 0,130$					
До 9,525 Св. 9,525 до 12,70 Св. 12,70 до 22,225 Св. 22,225	$\pm 0,130$	$\pm 0,080$	$\pm 0,110$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	—	—
	$\pm 0,200$	$\pm 0,130$	$\pm 0,150$					
До 9,525 Св. 9,525 до 12,70 Св. 12,70 до 22,225 Св. 22,225	$\pm 0,270$	$\pm 0,150$	$\pm 0,180$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	—	—
	$\pm 0,380$	$\pm 0,180$	—					
Толщина s	$\pm 0,130$; $\pm 0,200$	$\pm 0,130$	$\pm 0,130$	$\pm 0,130$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,130$	$\pm 0,130$
Радиус при вершине r^{**}	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	+0,2	—
Диаметр отверстия d_1	$\pm 0,13$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	+0,10 -0,20	—
Угол при вершине для пластин, мин: без канавки с канавками	± 30	± 30	± 30	± 5	± 5	± 5	± 30	± 30
				± 10	—	—		

Контролируемый параметр	Режущие пластины классов допусков						Опорные пластины	Стружколом
	U	M		G	E	C		
		Все формы, кроме D	Форма D					
Задний угол, мин	± 30	± 30	± 30	± 20	± 20	± 20	± 30	—
Передний угол, °	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	—	—	—	—	—	—
Угол расположения фасок в плане, мин	—	—	—	± 15	± 15	± 15	—	—
Отклонения от перпендикулярности задних поверхностей к опорной поверхности, мин	± 30	± 30	± 30	± 15	± 15	± 15	—	—
Отклонение от параллельности режущих кромок пластин со стружколомающими канавками к опорной поверхности	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	—	—
Отклонение от параллельности передней поверхности пластин без стружколомающих канавок к опорной поверхности	0,050	0,050	0,050	0,025	0,025	0,025	0,050	—

Отклонение от симметричности отверстия относительно задних поверхностей	0,100	0,100	0,100	0,200	0,200	0,200	—	—
Отклонение от плоскостности опорных поверхностей (выпуклость при длине режущих кромок, мм):								
До 16	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	—
От 16 до 27	0,010	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005	0,010	—
Св. 27	0,015	0,015	0,015	0,005	0,005	0,005	0,015	—
Отклонение от плоскостности задних поверхностей:								
вогнутость	0,015	0,015	0,065	0,015	0,015	0,015	0,015	—
выпуклость	0,030	0,030	0,030	0,010	0,010	0,010	—	—
вогнутость	0,050	0,030	0,030	0,010	0,010	0,010	—	—
Параметр R_a обработанных поверхностей, мкм, не более:								
передних	0,2	0,2	0,2	0,20—0,32	0,20—0,32	0,20—0,32	0,63	0,63
опорных	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
задних	—	—	—	0,16—0,25	0,16—0,25	0,16—0,25	—	—
упрочняющих фасок, ленточек	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	—	—
Параметр R_a необработанных поверхностей, мкм, не более	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
<p>* Размер t служит для задания номинального положения вершины пластин, а предельные отклонения его являются предельными отклонениями от номинального положения вершины пластины.</p> <p>** Предельные отклонения радиуса r могут быть использованы в той степени, которая обеспечит получение t в пределах допуска.</p> <p>*** Для пластин со стружколомающими канавками и шлифованными ленточками.</p>								

4.19. Основные характеристики и область применения безвольфрамовых твердых сплавов

Марка	Состав	ρ , г/см ³	Твердость HRA	$\sigma_{\text{н}}$, МПа	Область применения	Изготовитель
ГН20	TiC	5,5—6,0	90,0	1050	Чистовая и получистовая обработка низколегированных и углеродистых сталей, цветных металлов на основе меди, чугунов, никелевых сплавов, полиэтилена; области применения P01—P10 Получистовая и получерновая обработка тех же материалов; области применения P10—P20	СССР
КНТ16	TiCN	5,5—6,0	89,0	1200		
T12A	TiN + TaN	7,1	1580 HV	1650	Обработка сталей; области применения P01—P15 (точение и фрезерование); обработка чугуна K01 (точение и фрезерование) Обработка сталей; области применения P15—P30 (точение) и P10—P20 (фрезерование)	Фирма «Сумитомо» (Sumitomo, Япония)
T23A	TiN + TaN	7,3	1500 HV	1800		
X407	TiC + TaC	6,5	91—92	1500—1700	Точение и фрезерование стали в легких условиях (области P01—P15; M10—M20) Точение на средних, фрезерование на легких режимах; область применения P01—P20; M10—M25; K01—K10 Точение и фрезерование на средних режимах, области применения K10—K30; M10—M30; K10—K20	Фирма «Тошиба» (Toshiba, Япония)
№ 308	TiCN + WC + TaC	7,0	92	1600—1800		
№ 350	(Ti; W; Ta) CN	7,0	92,5	1700—1900		
СД-3	Ti (C, N)	6,02	93	1575	Чистовая обработка чугунов, сталей, жаропрочных сплавов с высокими скоростями	Фирма «Теледайн» (Teledyn, США)

4.20. Основные характеристики и область применения минералокерамики

Марка	Состав	ρ , г/см ³	Твердость HRA	$\sigma_{\text{н}}$, МПа	Область применения	Изготовитель
ЦМ-322 ВЗ	Al ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ + TiC	3,96—3,98 4,5—4,7	До 2300 HV 93	350—400 650	Чистовая и получистовая обработка закаленных (30—50 HRC ₉) сталей, чугунов, цветных металлов на основе меди. Работа без удара	СССР
ВОК60 Кортинит	Al ₂ O ₃ + TiC Al ₂ O ₃ + TiN	4,2—4,3 4,2	94 93	650 <750	Чистовая и получистовая обработка закаленных (45—60 HRC ₉) сталей, чугунов с малыми сечениями среза Получистовая и чистовая обработка чугунов, в том числе в условиях прерывистого резания, обработка жаростойких никелевых сплавов	
СС620 СС650 СС680	Al ₂ O ₃ + ZrO ₂ Al ₂ O ₃ + TiN + TiC Si ₃ N ₄ + Al ₂ O ₃	— — —	— — —	— — —	Обработка чугунов с высокими скоростями резания, углеродистых и легированных сталей Чистовая обработка с охлаждением для уменьшения тепловых деформаций Черновая, прерывистая обработка чугунов, жаростойких никелевых сплавов	Фирма «Коромант» (Coromant, Швеция)

Марка	Состав	ρ , г/см ³	Твердость HRA	$\sigma_{и}$, МПа	Область применения	Изготовитель
CM1	Al ₂ O ₃	3,8	До 2200 HV	До 500	Получистовая и чистовая обработка чугуна ($v = 450$ м/мин; $h = s_z \sin \varphi \leq 0,2$ мм; припуск до 3 мм) Чистовая обработка чугунов и сталей ($v = 450 \pm 20$ % м/мин; $h = s_z \times \sin \varphi \leq 0,15$ мм; припуск до 0,5 мм)	Фирма «Вальтер» (Walter, ФРГ)
CM2	Al ₂ O ₃ + TiC	5,0	До 2400 HV	До 800		
Gem1	Al ₂ O ₃	3,97	91	700	Черновая и чистовая обработка чугунов и сталей (<32 HRC ₉); резание непрерывное Черновая и чистовая обработка чугунов, сталей (<65 HRC ₉), коррозионно-стойких сталей, жаропрочных сплавов	Фирма (Гринлиф) (Greenleaf, Англия)
Gem3	Al ₂ O ₃ + TiC	4,3—4,45	93	840		
W80	Al ₂ O ₃	3,97—3,99	2400 HV	800	Чистовая обработка чугунов и сталей с высокими (до 800 м/мин) скоростями Высокоскоростное фрезерование чугунов, фрезерование на средних и высоких скоростях материалов повышенной твердости	Фирма «Сумитомо» (Япония)
NB90S NB90M	Al ₂ O ₃ + TiC Al ₂ O ₃ + TiC	4,35—4,3 4,35—4,4	3000 HV 2900 HV	950 900		
SN60	Al ₂ O ₃ + ZrO ₂	—	—	600	Черновое и чистовое точение чугуна, чистовое точение стали Черновая обработка стали, фрезерование чугуна Точение и фрезерование твердых материалов, фрезерование чугуна, тонкое фрезерование стали Черновое точение, фрезерование серого чугуна и материалов с высоким содержанием никеля	Фирма «Фельдмюле» (Feldmühle, ФРГ)
SN80	Al ₂ O ₃ + ZrO ₂	—	—	800		
SN1	Al ₂ O ₃ + TiC	—	—	500		
SL100	Al ₂ O ₃ + Si ₃ Ni	—	—	1000		

4.21. Форма и размеры пластин режущих сменных многогранных керамических (ГОСТ 25003—81 *)

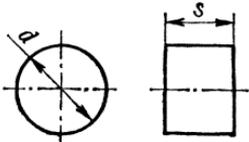
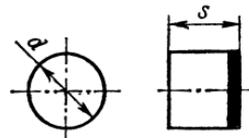
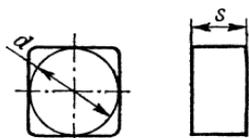
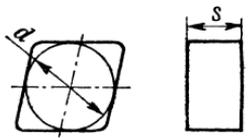
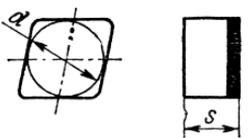
Наименование пластин, основные размеры, мм	Оснащаемый инструмент	Эскиз
<p>Пластина правильной трехгранной формы</p> <p>$d \times s$: 6,35×3,18; 9,525×3,18; 9,525×4,76; 9,525×6,35; 12,7×4,76; 12,7×7,93</p>	Токарные, проходные, подрезные и расточные резцы	
<p>Пластина квадратной формы</p> <p>$l(d) \times s$: 9,525×3,18; 9,525×4,76; 12,7×4,76; 12,7×6,35; 15,875×4,76; 15,875×7,93; 19,050×6,35; 19,060×7,93</p>	Токарные, проходные и расточные резцы, торцовые фрезы	
<p>Пластина ромбической формы с углом 80°</p> <p>$d \times s$: =12,7×4,76; 12,7×7,93; 15,875×4,76; 15,875×7,93</p>		
<p>Пластина круглой формы</p> <p>$d \times s$: 6,350×3,18; 9,525×4,76; 9,525×7,93; 12,7×4,76; 12,7×7,93; 15,875×7,93</p>	Торцовые фрезы, резцы	

4.22. Основные характеристики и область применения сверхтвердых синтетических материалов

Марка	Состав	Твердость HV, МПа	Область применения	Изготовитель
Эльбор Р (K01)	КНБ	До 80 000	Чистовая обработка закаленных сталей с HRC ₉ 40—63, чугунов Чистовая обработка закаленных сталей с HRC ₉ 40—68, чугунов, твердых сплавов Получистовая обработка чугунов, в том числе отбеленных и других материалов, дающих стружку надлома	СССР
Гексанит K01, K10, K10Д	КНБ	60 000		
Композит 05	КНБ+ +Al ₂ O ₃	45 000		
Силнит	Si ₃ N ₄ , Al ₂ O ₃ и другие добавки	До 96HRA		

Марка	Состав	Твердость HV, МПа	Область применения	Изготовитель
BN100 BN200	КНБ + До- бавки То же	До 45 000 » 35 000	Чистовая обработка за- каленных до HRC ₉ 68 ста- лей, получистовая (глуби- на 2,5 мм) и чистовая (глу- бина 0,5 мм) обработка вал- ков из отбеленного чугу- на	Фирма «Сумитомо» (Япония)
BX23C BX270 BX290	КНБ+TiC То же	До 45 000 35 000	Получистовая и чисто- вая обработка углероди- стых сталей, инструмен- тальных сталей, подшип- никовых сталей твердо- стью HRC ₉ > 45; обработ- ка без ударов То же, но с ударами, а также обработка быстроре- жущих сталей, чугунов, жаропрочных сплавов	Фирма «Тангалой» (Tungaloy, Япония)
Силон	Si ₃ N ₄ + +Al ₂ O ₃ + +AlN	—	Обработка чугуна, кор- розионно-стойких сталей с припусками до 12 мм	Фирма «Гринлиф» (Англия)
Ксион2000	Si ₃ N ₄ + +Al ₂ O ₃ + +AlN	—	Обработка чугуна, кор- розионно-стойких сталей с припусками до 12 мм	Фирма «Кеннаме- талл» (Ken- nometal, США)
Амборит	КНБ	—	Обработка чугунов, за- каленных сталей	Фирма «Дебирз» (De Beers), ЮАР)
АСВ; АСПК	Углерод	До 100 000	Обработка алюминия и алюминиевых сплавов, ла- туней, бронз, цинковых сплавов, пластмасс, твер- дой резины, графита, твер- дых сплавов, резины	СССР
Сумидиа ДА150 ДА200	Углерод + +добавки	—		Фирма «Сумитомо» (Япония)
Т-Диа	Углерод + + добавки	До 7000 по Кнупу		Фирма «Тошиба», «Тангалой» (Япония)
Диамант Компакс	Углерод »	До 8000 по Кнупу		Фирма «Дебирз» (ЮАР)

4.23. Форма и размеры пластин из синтетических сверхтвердых материалов
(ТУ 2-035-808—81)

Наименование пластин, основные размеры	Эскиз
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые круглой формы из композита 01 $d \times s = 3,6 \times 3,18$ мм; степень точности нормальная (U) и особо высокая (F)</p>	
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые круглой формы из композита 05 $d \times s$: 7×5; $7 \times 3,12$; $8 \times 3,15$; $9,52 \times 3,18$; $9,52 \times 3,97$; $12,7 \times 3,97$ мм; степень точности U и F (только пластины 7×5 мм)</p>	
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые круглой формы из композита 10 $d \times s = 8 \times 3,97$ мм; степень точности U</p>	
<p>Пластины режущие двухслойные сменные неперетачиваемые круглой формы из композита 10Д $d \times s$: $5,56 \times 3,97$; и $5,56 \times 3,18$ мм; степень точности U и F</p>	
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые квадратной формы из композита 05 $d \times s$: $5,56 \times 3,18$; $5,56 \times 3,97$; $4,76 \times 3,97$ мм; степень точности U</p>	
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые ромбической формы из композита 05 $d \times s$: $5,56 \times 3,18$; $5,56 \times 3,97$; $4,76 \times 3,97$ мм; степень точности U</p>	
<p>Пластины режущие двухслойные сменные неперетачиваемые ромбической формы из композита 10Д $d \times s$: $3,97 \times 3,18$; $3,97 \times 3,97$ мм; степень точности U</p>	
<p>Пластины режущие цельные сменные неперетачиваемые трехгранной формы из композита 05 $d \times s$: $5,56 \times 3,97$; $4,76 \times 3,18$; $3,97 \times 3,97$ мм; степень точности U</p>	