

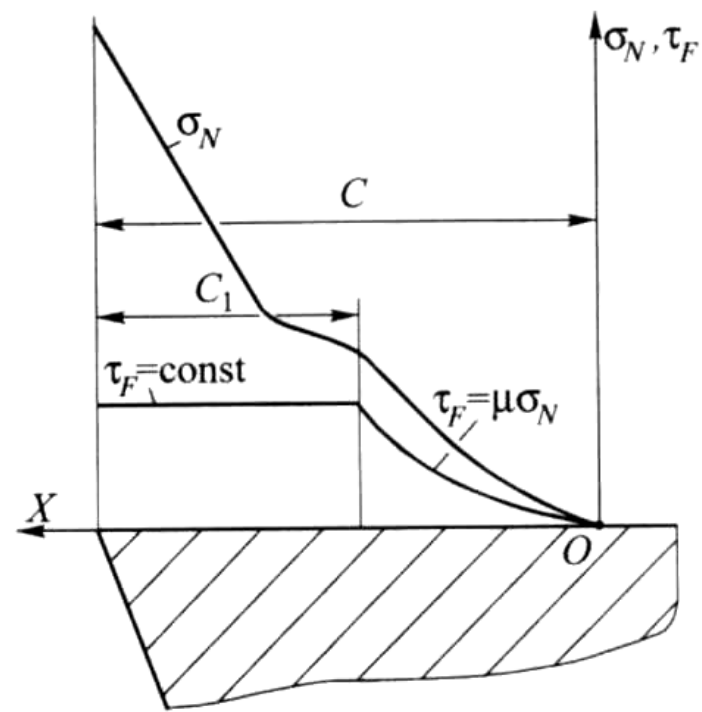
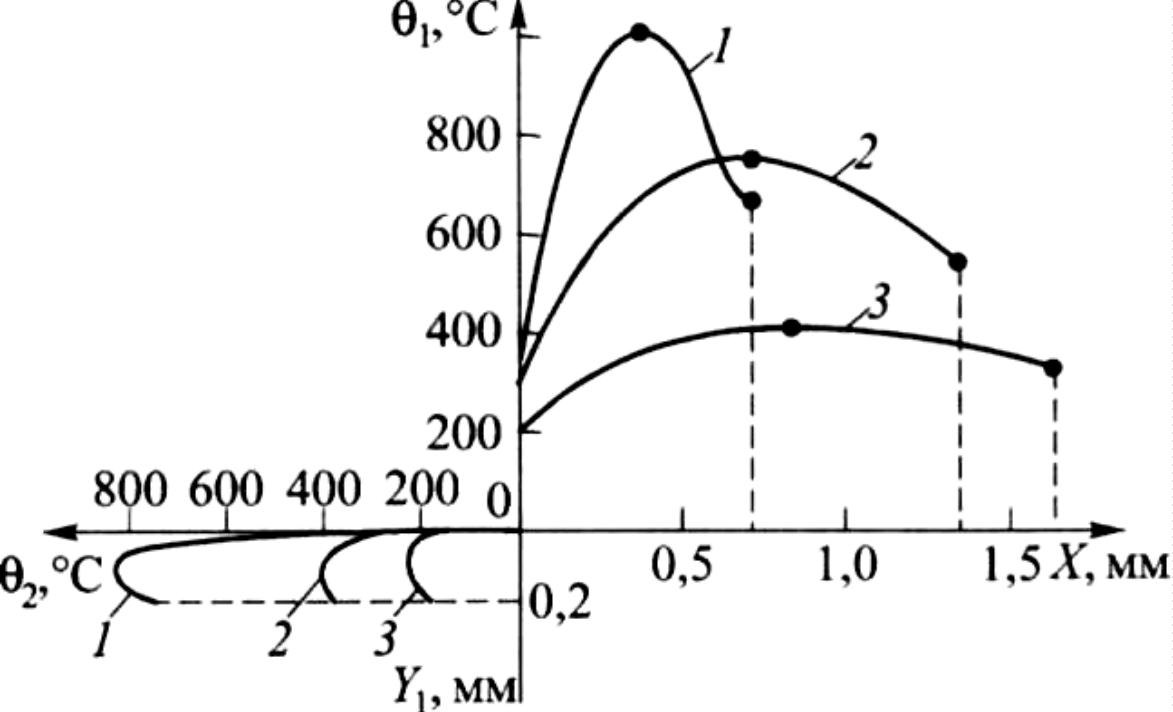
Резание материалов и режущий инструмент

Старший преподаватель
каф. ТАМП ИК
НИ ТПУ

Ким
Алексей
Богович

Лекция №4

Износ и стойкость инструмента

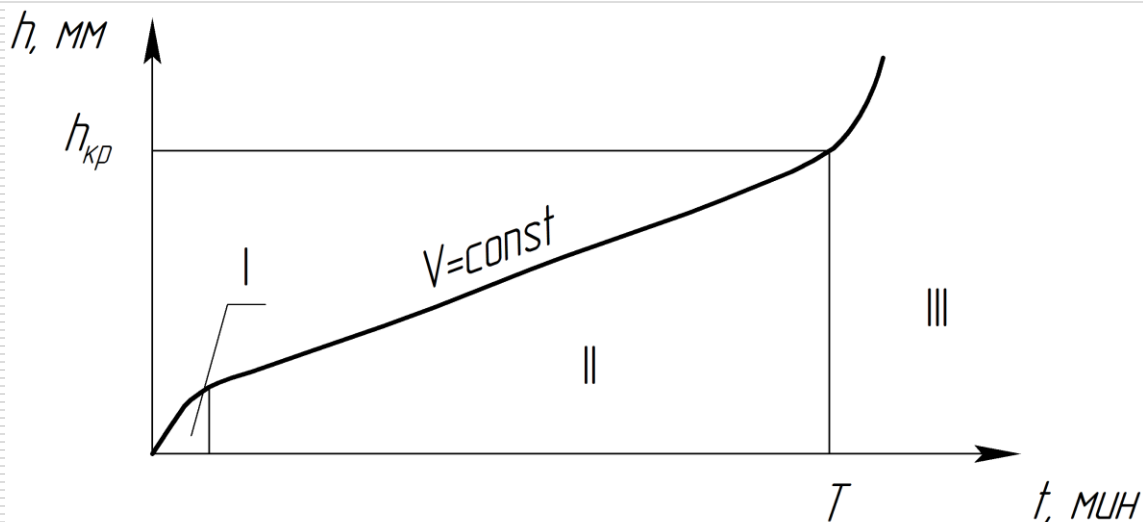


В процессе резания под действием высоких контактных давлений и температур непрерывно происходит износ режущего клина инструмента, который заканчивается его затуплением или разрушением.

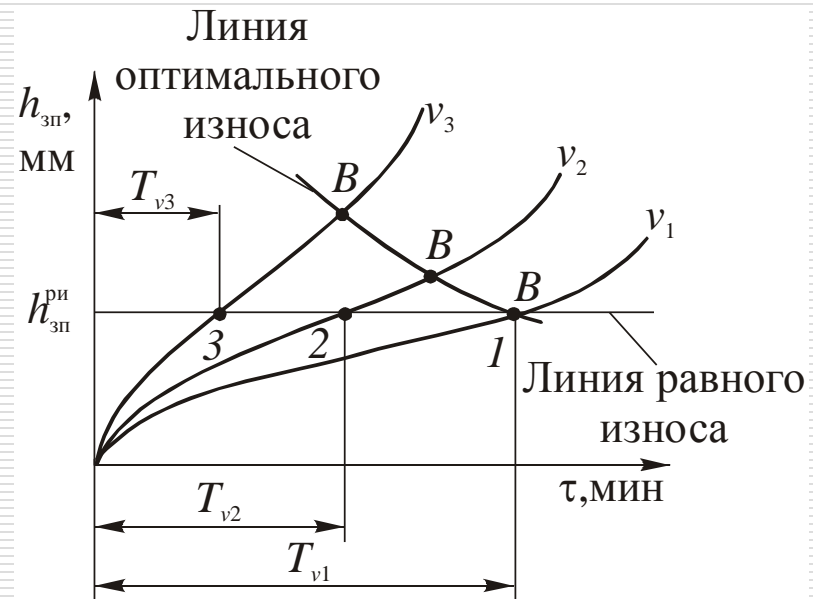
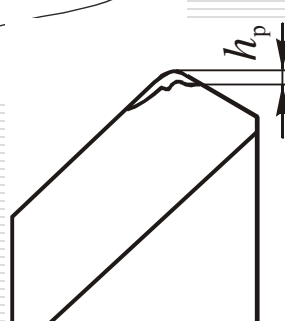
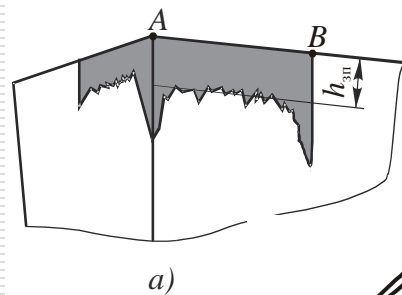
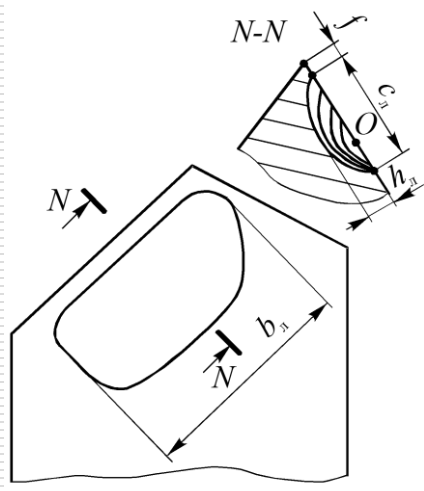
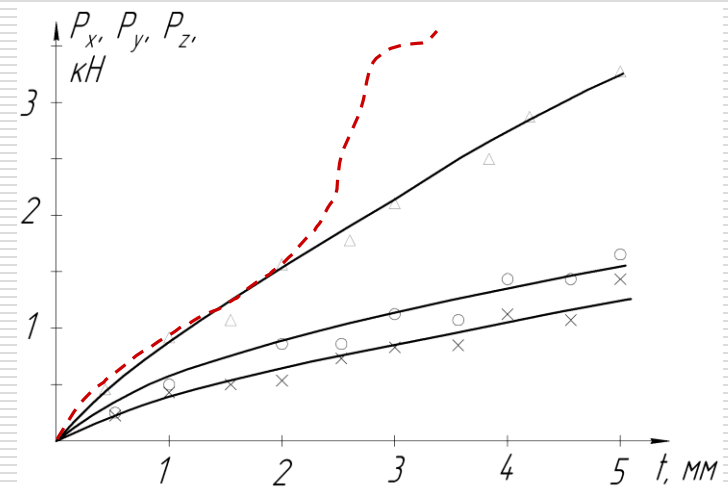
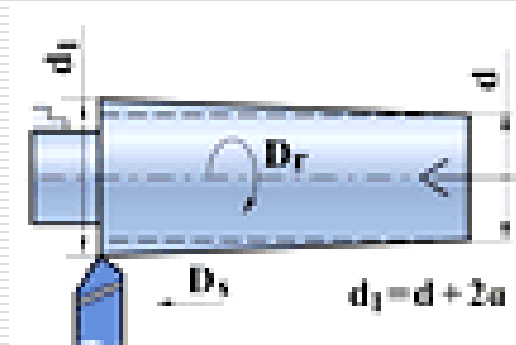
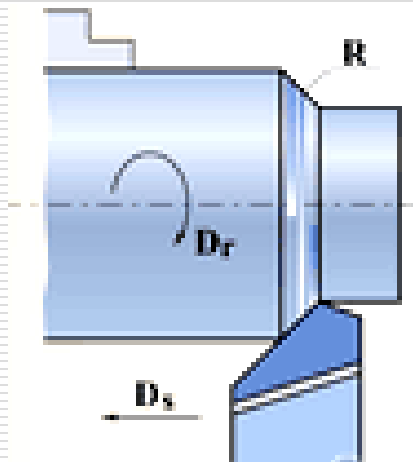
Скорость износа определяется свойствами инструментального материала и конструкцией инструмента

Причины износа режущего инструмента

- ❑ трение стружки о переднюю поверхность инструмента;
- ❑ трение задней поверхности инструмента об обработанную поверхность;
- ❑ высокие температуры резания; **в 20 раз**
- ❑ высокие контактные нагрузки; **в 300 раз**
- ❑ малая площадь контакта.



Критерии износа



Технологические критерии затупления:

- ✓ увеличение шероховатости обработанной поверхности, вызванное износом инструмента;
 - ✓ потеря размера детали при чистовой обработке;
 - ✓ появление «свиста»;
 - ✓ появление вибраций;
 - ✓ поломка мелкогабаритного инструмента
- и т.п.

Виды износа:

- абразивный (механический);
- адгезионный;
- диффузионный;
- химический (окислительный);
- пластическая деформация.

Абразивный (механический) износ

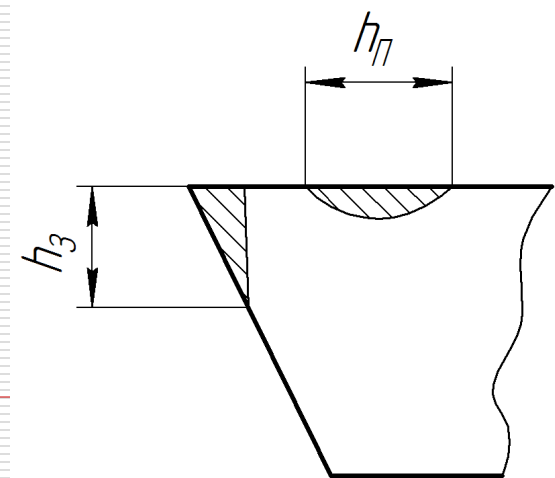
трение твердых включений инструментального и обрабатываемого материалов (упрочненные частицы нароста) о переднюю и заднюю поверхности инструмента.

чугуны, высоколегированные стали и сплавы

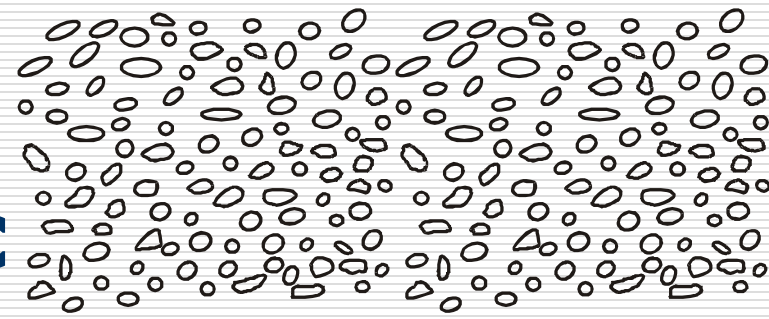
в алюминиевых сплавах – высокотвердые частицы кремния

при черновой обработке отливок – остатки формовочного песка

++ быстрорежущие стали

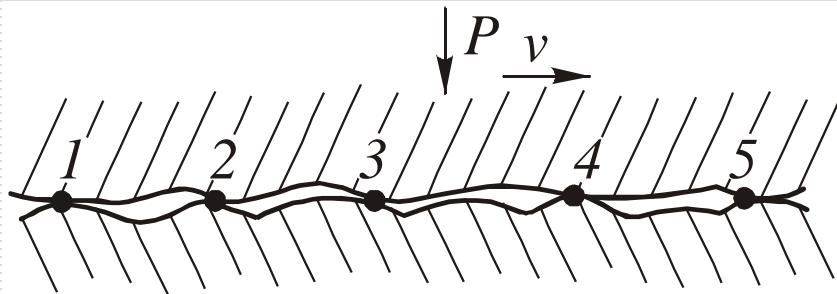
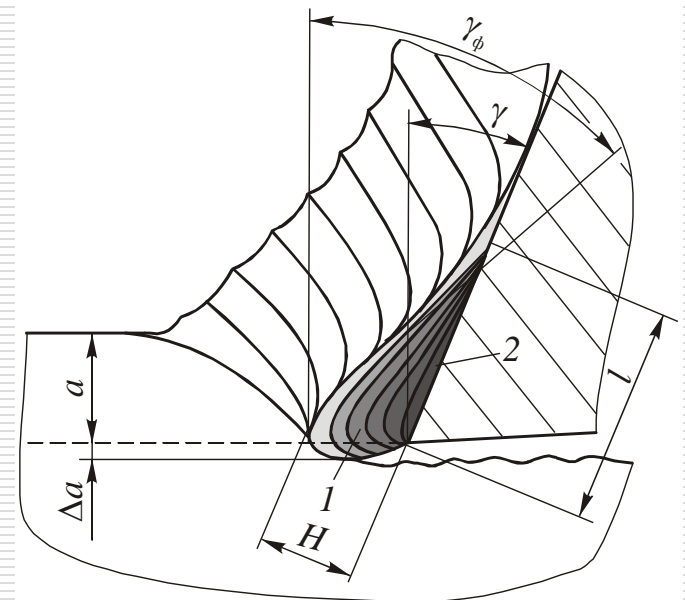


Адгезионный износ



результат действия сил адгезии:
сил межмолекулярного
взаимодействия ювенильных
свежеобразованных поверхностей
стружки и заготовки при их
контакте с поверхностями
инструмента в процессе
совместного трения

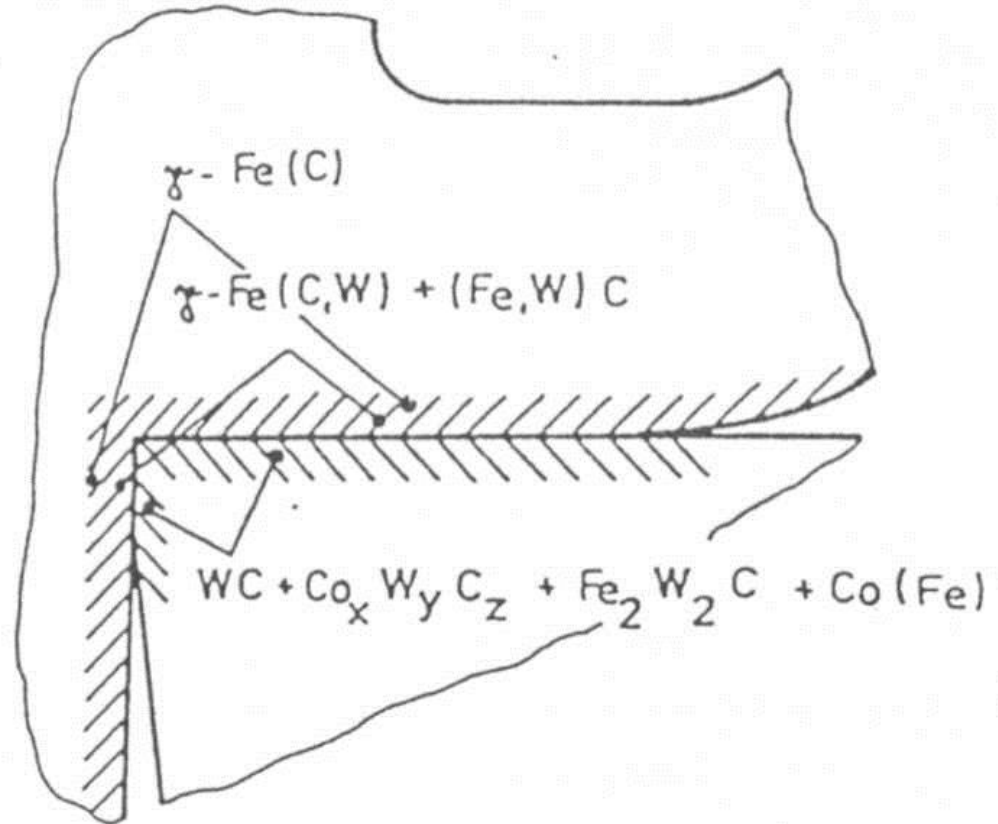
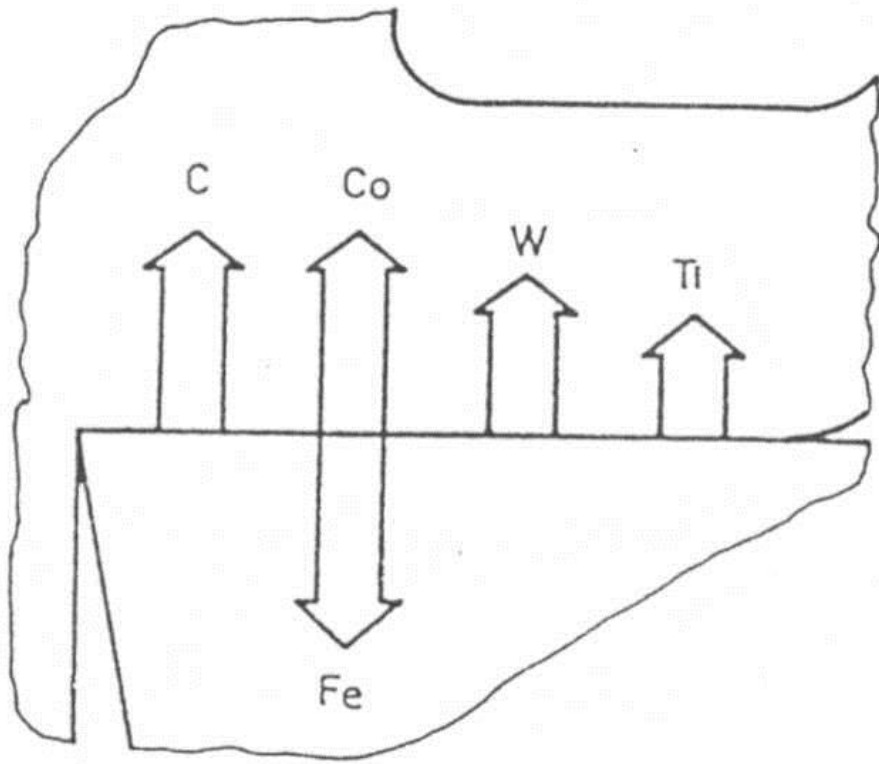
наростообразование

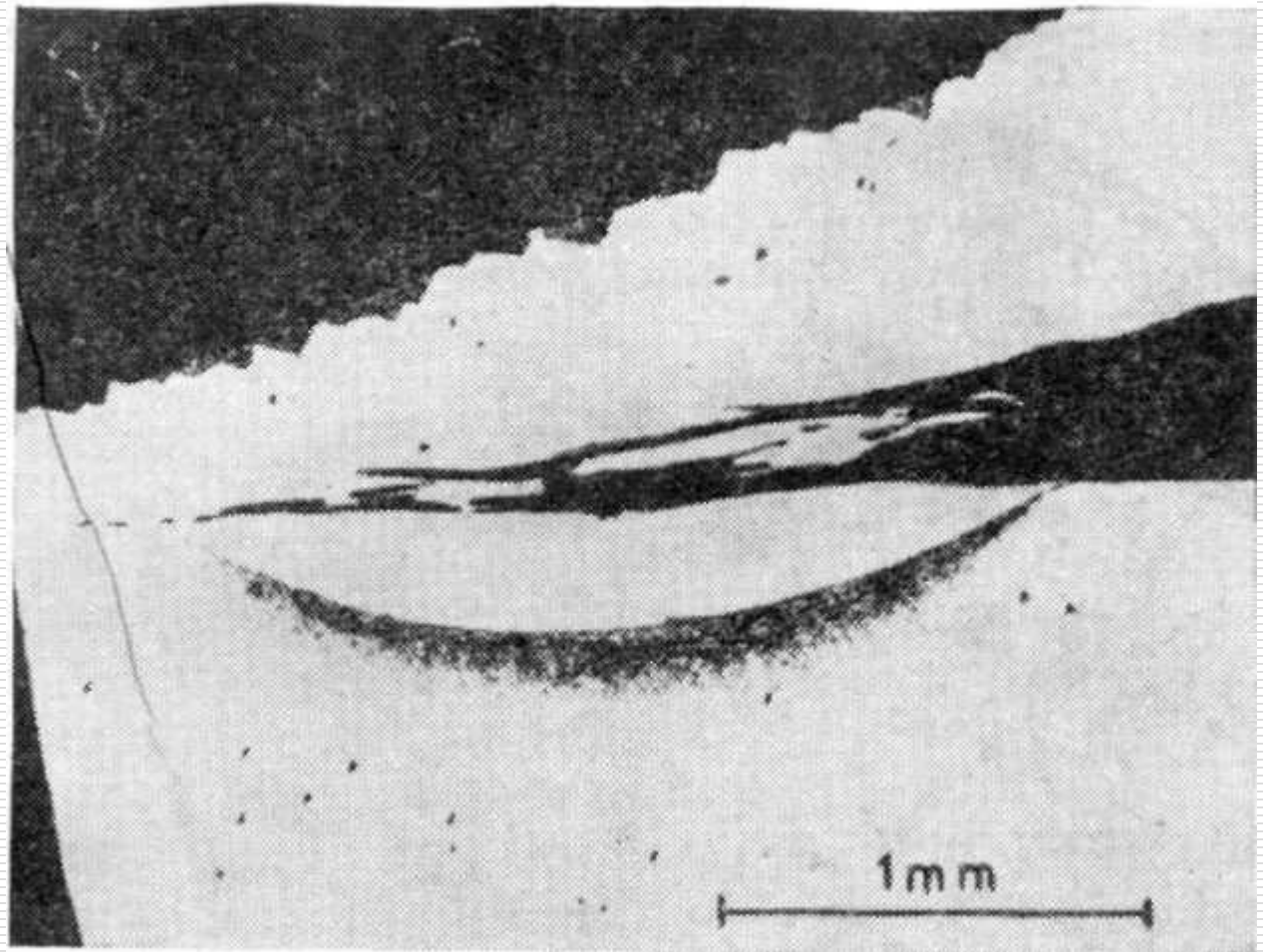
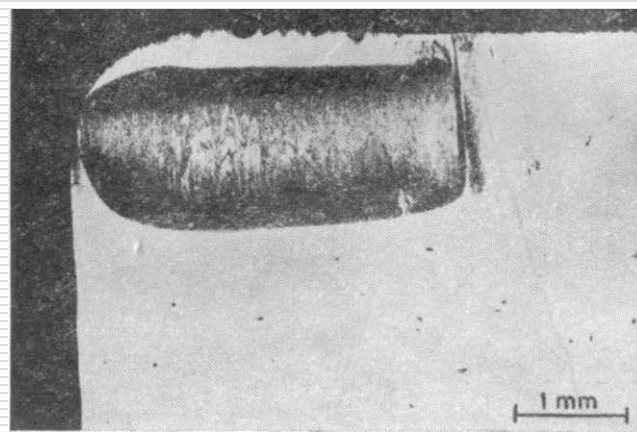
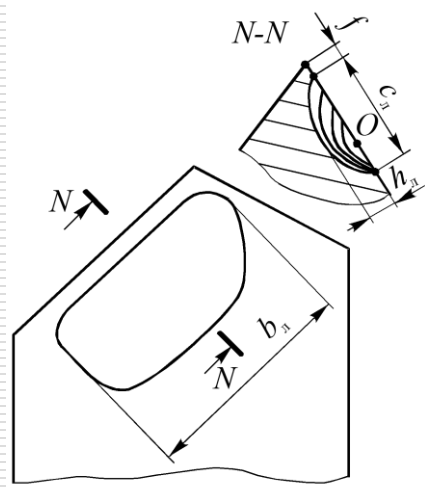




Диффузионный износ

результат взаимного переноса (диффузии) атомов контактирующих инструментального и обрабатываемого материалов. Скорость диффузионных процессов определяется температурой резания. Диффузия становится заметной при температуре резания свыше $800...900^{\circ}\text{C}$, т.е. в области применения твердых сплавов и СТМ.





Химический (окислительный) износ

- окисление трущихся слоев (высокая проникающая способность кислорода).
- Образовавшиеся окисные пленки очень хрупки и поэтому легко разрушаются ->> нижеследующие слои

Окислительное изнашивание наступает обычно при температуре резания, равной 700...900°C.

У твердых сплавов наиболее быстро окисляется кобальтовая связка, при разрушении которой нарушается монолитность сплава, ослабляется связь между зернами карбидов титана и вольфрама.

Пластическая деформация

Действующие на переднюю поверхность нормальные напряжения сжатия были рассмотрены ранее.

Напряжения достигают максимума на режущей кромке или возле нее.

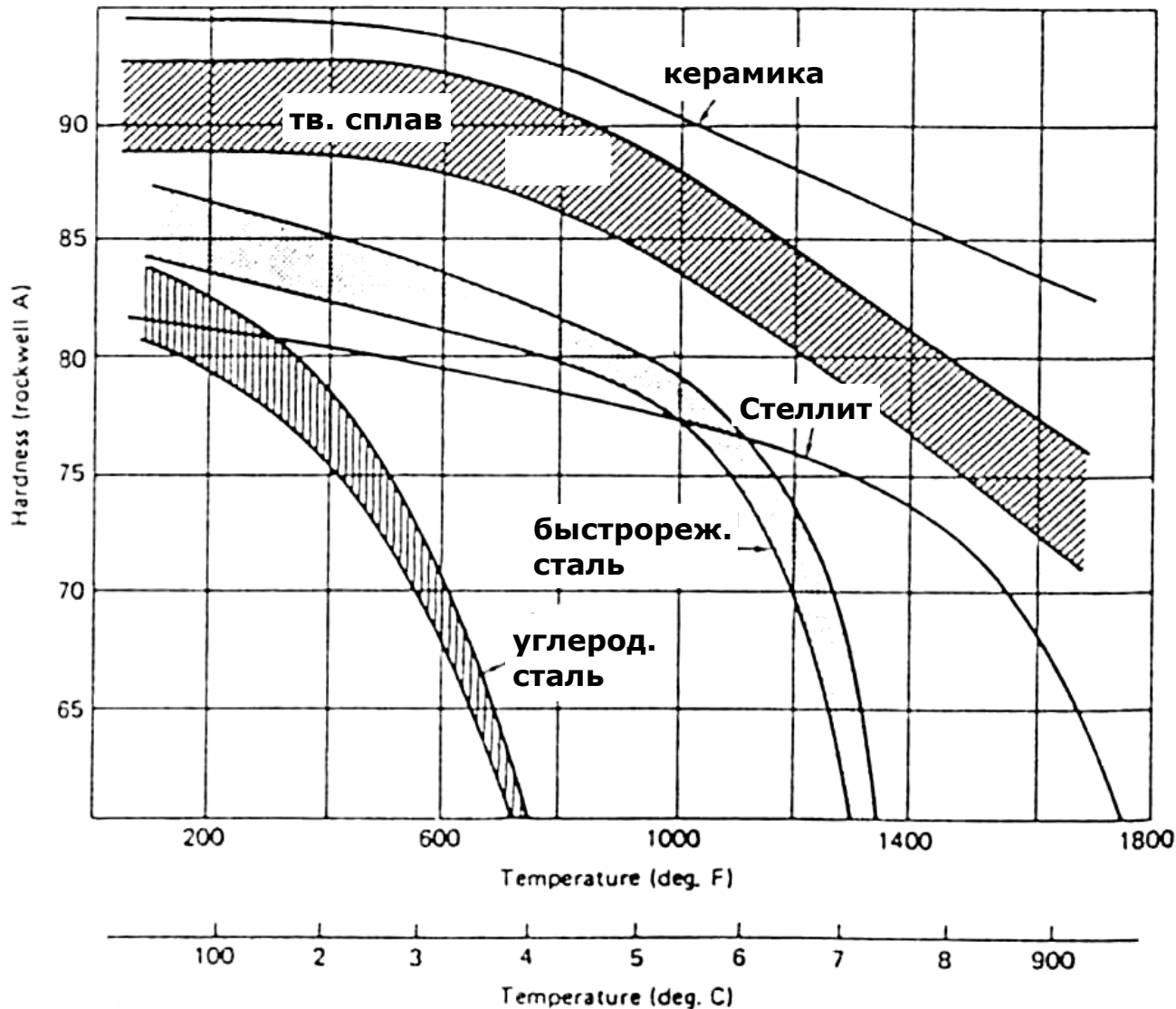
При очень больших напряжениях происходит деформация режущей кромки.

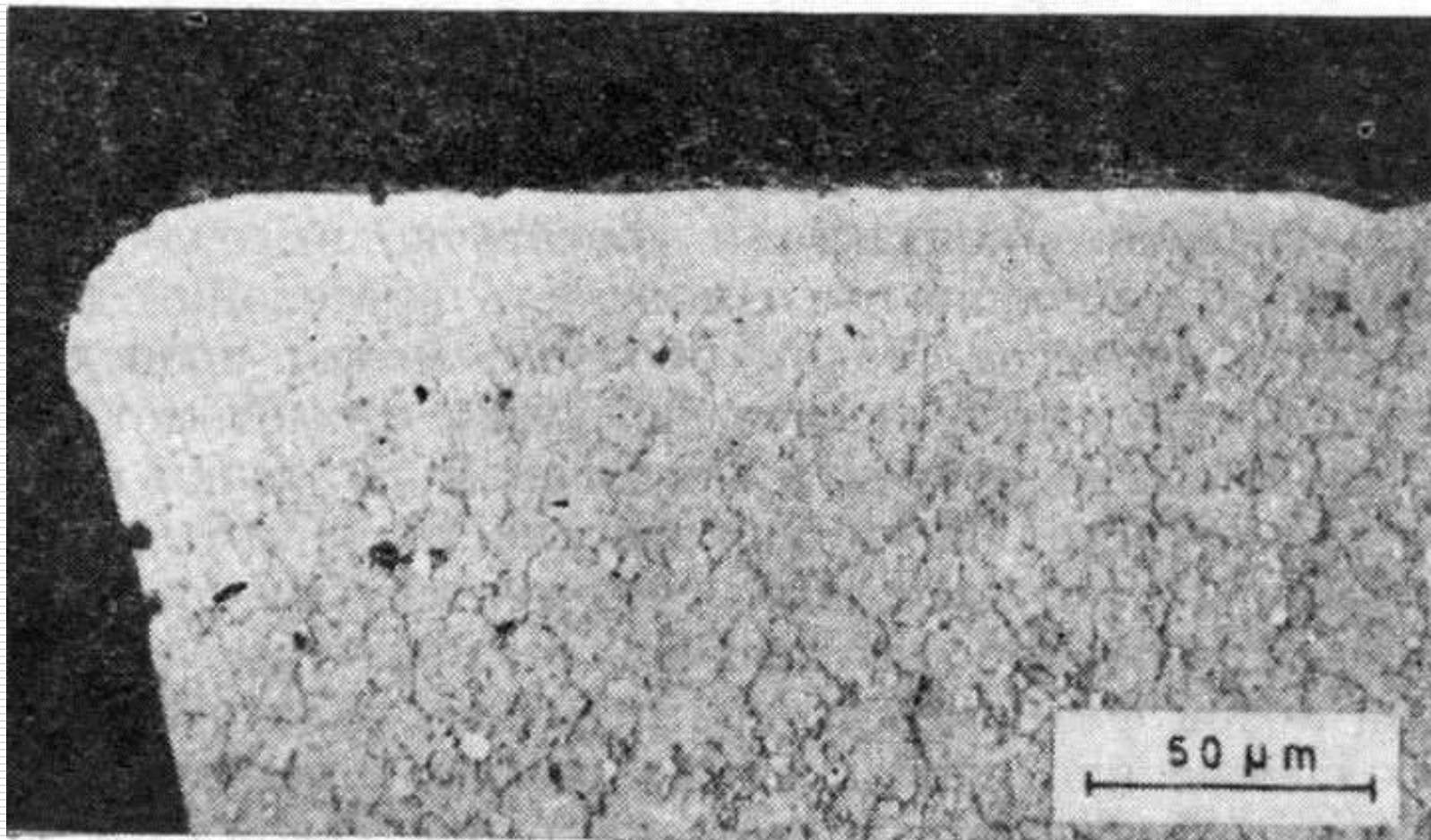
Это скорее пластическое деформирование, чем износ, так как это явление не сопровождается удалением материала инструмента.

По достижении определенной температуры твердость начинает резко снижаться.

->>

вершина инструмента начинает вести себя пластично

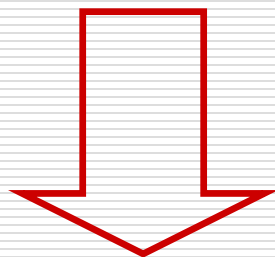




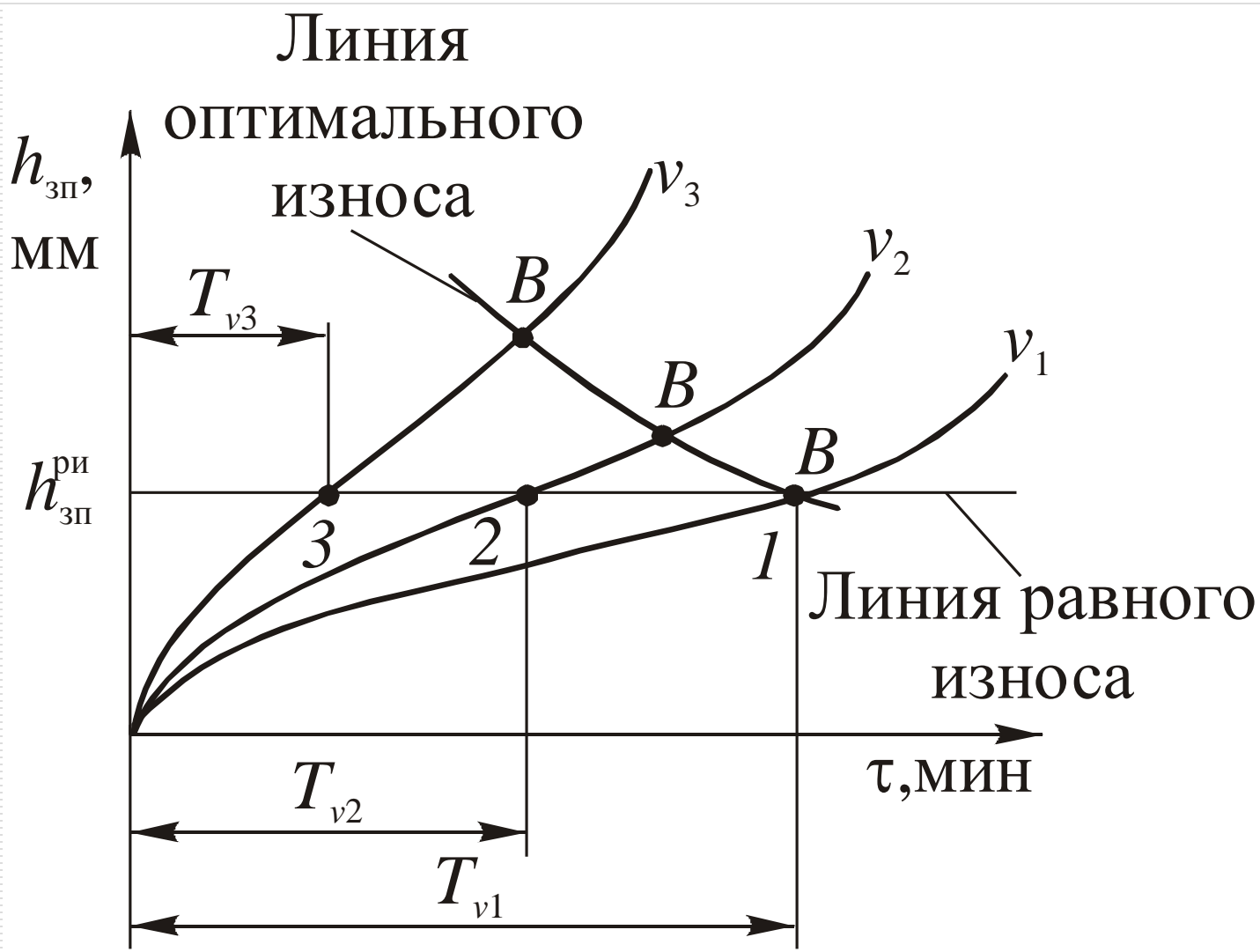
Деформация режущей кромки после обработки чугуна

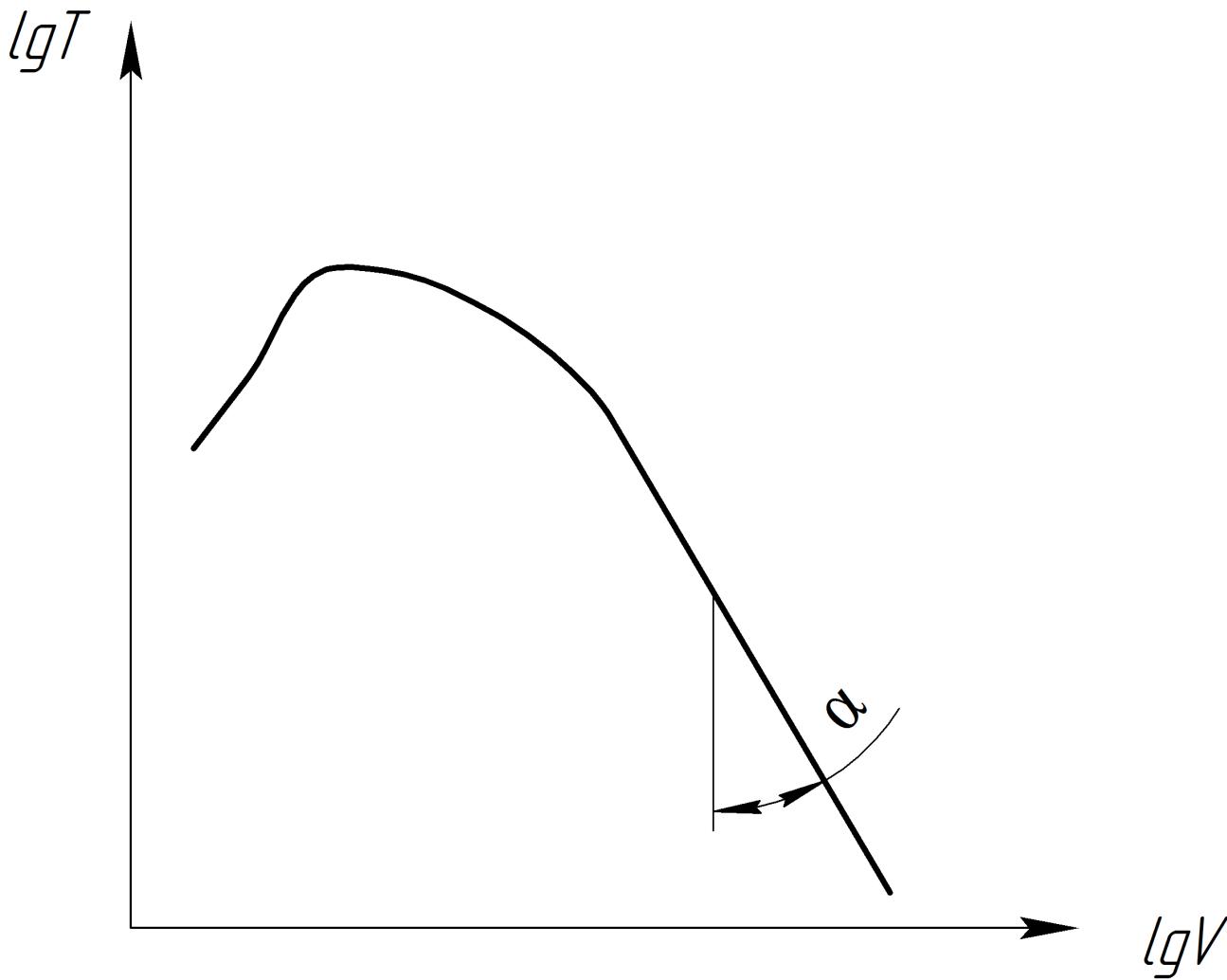
Стойкость режущих инструментов

Период стойкости (стойкость) инструмента – продолжительность резания новым или переточенным инструментом до его отказа, то есть до достижения предельно допустимого износа.



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ





$$V = \frac{C_v}{T^{m_v}}$$

Данные о закономерностях износа инструментов позволяют оценивать влияние на стойкость режимов резания и находить оптимальные значения геометрических параметров инструментов.

Выше было показано, что наибольшее влияние на износ инструментов оказывает температурно-скоростной фактор.

$$V = \frac{C_v}{T^{m_v}}$$

Влияние режимов резания:

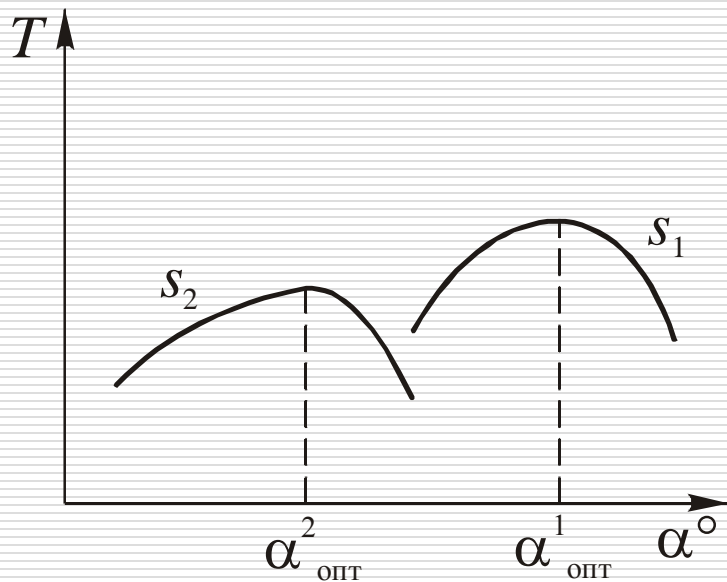
$$T = \frac{C_4}{v^{m_1} s^p t^q}$$

$$m_1 > p > q$$

Влияние геометрии инструмента:

α : снижение интенсивности износа инструмента

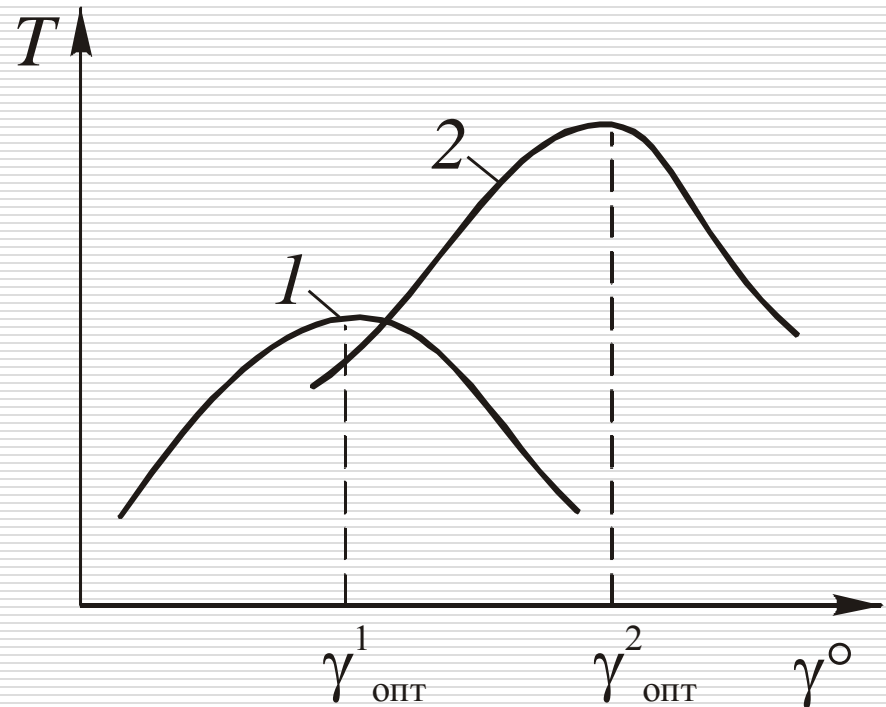
условия отвода теплоты от вершины инструмента



С увеличением угла γ :

- снижаются степень деформации, силы резания, уменьшается тепловыделение

- уменьшается угол заострения и поэтому ухудшается отвод теплоты в инструмент и снижается прочность режущего клина



Инструментальные материалы

Предъявляемые требования:

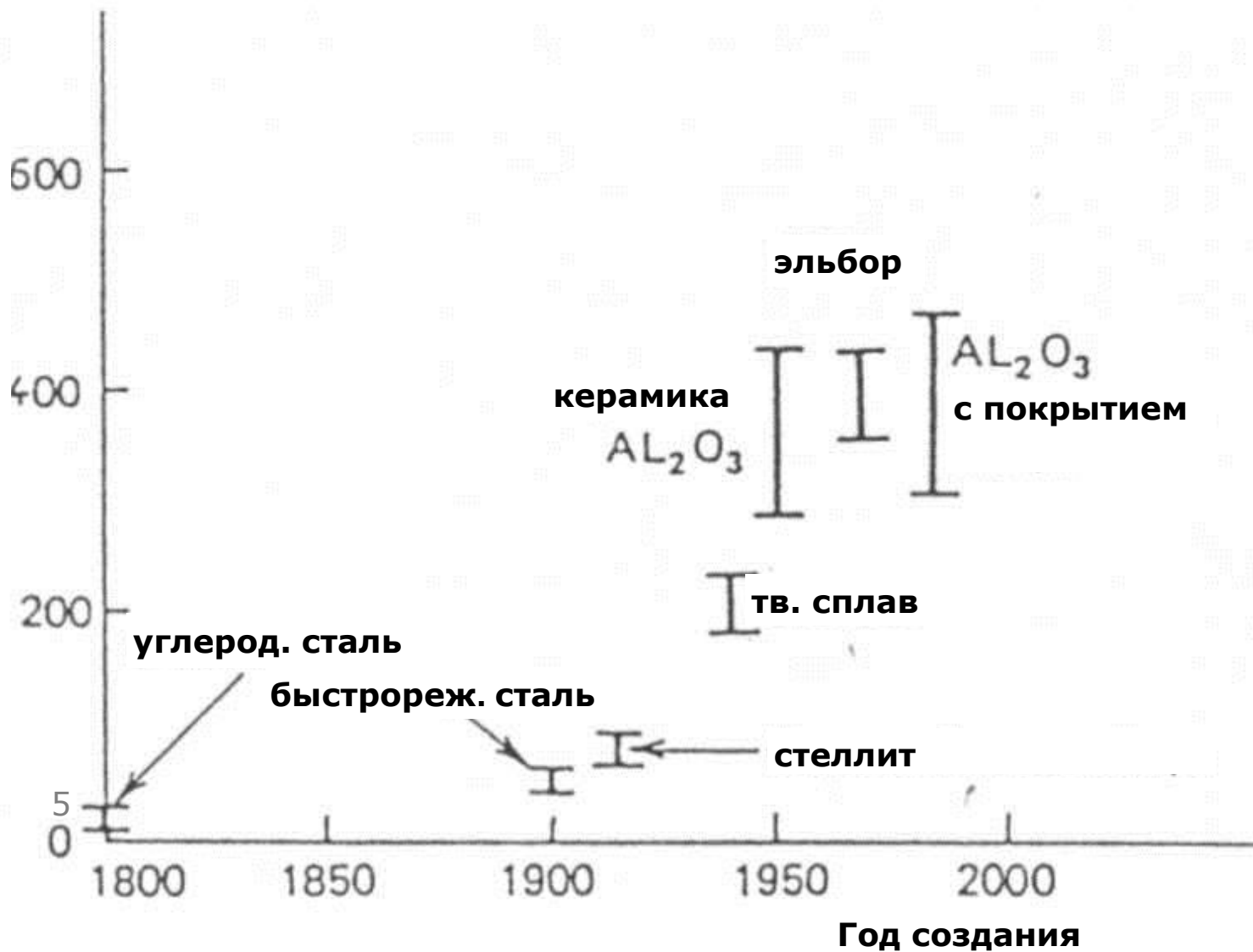
- 1) высокая твердость, более чем в 3...4 раза превышающая твердость обрабатываемого материала;
- 2) высокая теплостойкость - способность сохранять необходимую твердость до определенной температуры;
- 3) высокая износостойкость при повышенной температуре;
- 4) высокие прочность и формоустойчивость режущего клина;
- 5) химическая стабильность.

- **hardness**
- **strength/toughness**
- **chemical stability**
- **thermal conductivity**
- **thermal expansion**
- **surface inertness**

Инструментальные материалы:

- 1) инструментальные стали;
- 2) быстрорежущие стали;
- 3) твердые сплавы;
- 4) керамика;
- 5) сверхтвердые материалы (СТМ).

допускаемая
скорость
резания
стали,
м/мин



Твердость

Алмазное покрытие

Поликристаллический алмаз

Спеченный CBN

Si₃N₄

Керамика

Al₂O₃

Кермет с покрытием

Кермет

Твёрдый сплав с покрытием

Микрзернистый твёрдый сплав с покрытием

Твёрдый сплав с покрытием

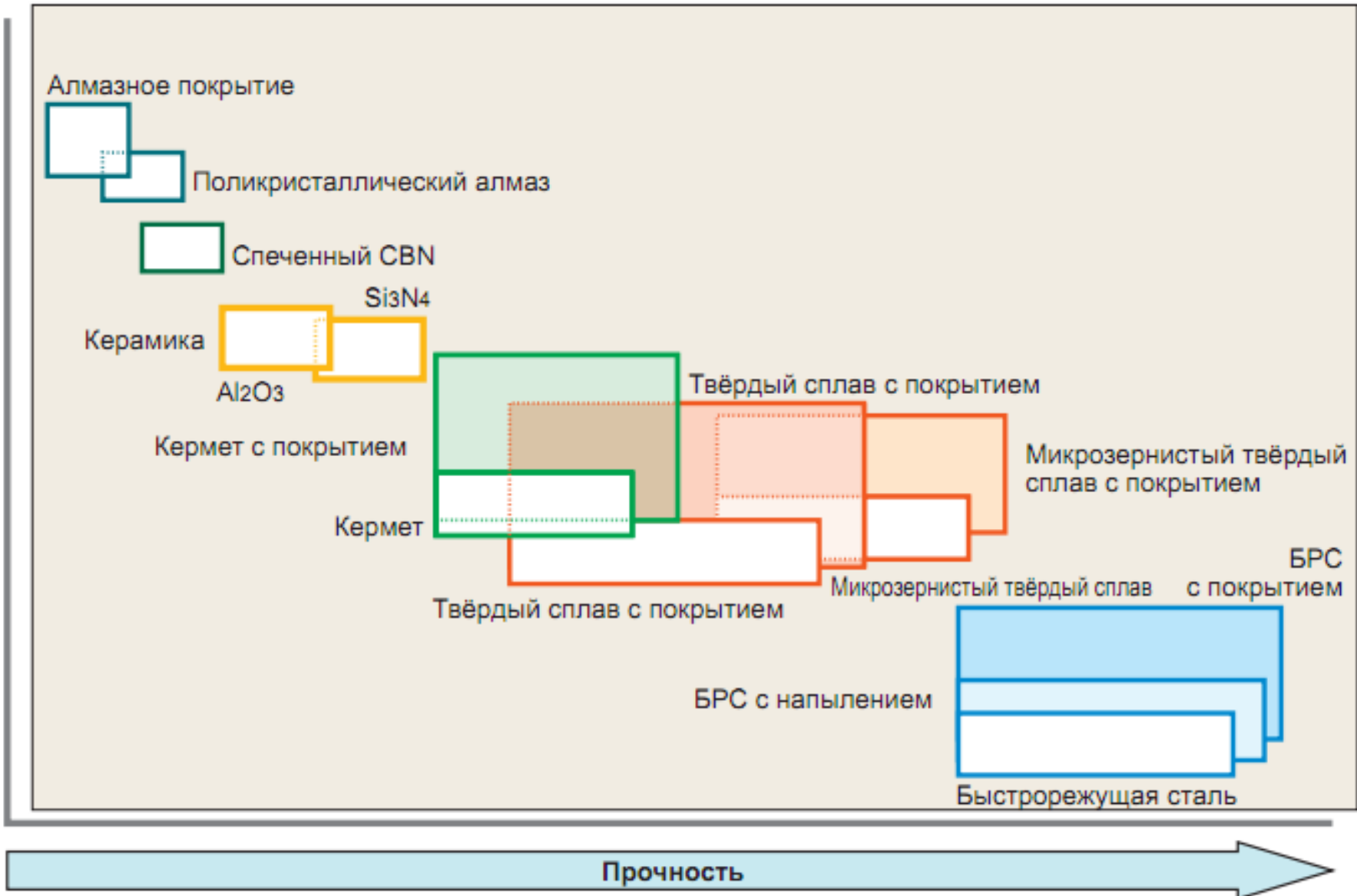
Микрзернистый твёрдый сплав с покрытием

БРС

БРС с напылением

Быстрорежущая сталь

Прочность



инст. стали

HSS

тв. сплав

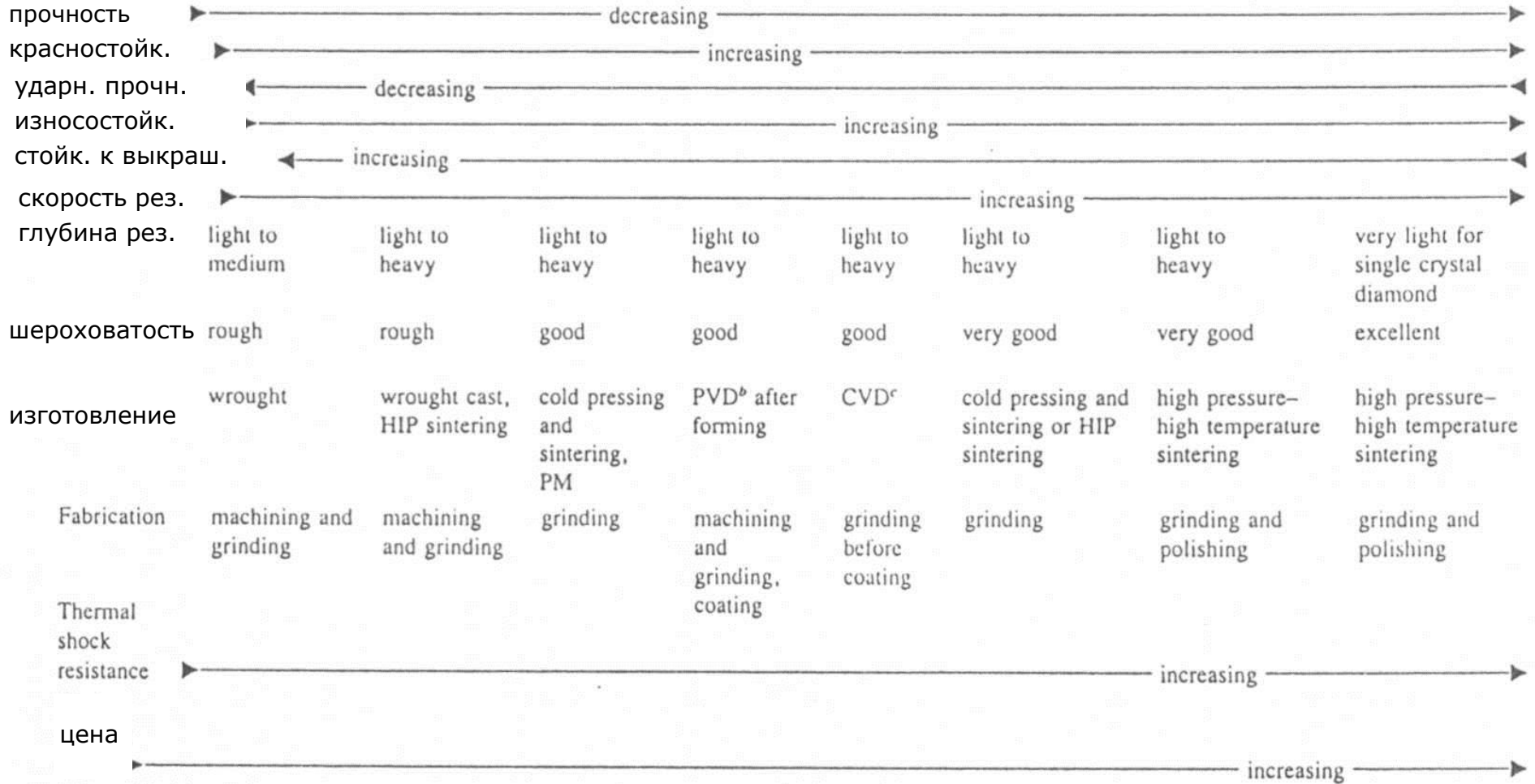
Coated HSS

Coated Carbides

керамика

эльбор

алмаз



Инструментальный материал	Теплостойкость, °С	Предел прочности при изгибе , МПа
Углеродистые стали	200...250	1900...2000
Низколегированные инструментальные стали	250...300	2000...2500
Быстрорежущие стали	600...650	2050...3400
Твердые сплавы	800...900	900...2000
Минералокерамика	1100...1200	325...700
Алмазы	700...800	210...400
Композиты КНБ	1300...1500	400...1500

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

У7-У13

HRC 61...63

низкая теплостойкость, 200...250°C

5 м/мин

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

P6M5

C=0,80...0,88%,

W=5,5...6,5%,

Cr=3,8...4,4%,

V=1,7...2,0%,

Mo=5,0...5,5%

HRC 63...64

P18

C=0,7...0,8%,

W=17...18,5%,

Cr=3,8...4,4%,

V=1,0...1,4%,

Mo=1%

скорость резания в 4...6 раз выше скорости резания инструментами из инструментальных сталей

для обработки жаропрочных и нержавеющей сталей, титановых сплавов

ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

скорость резания в 4...5 раз выше скоростей резания, достигаемых быстрорежущими инструментами

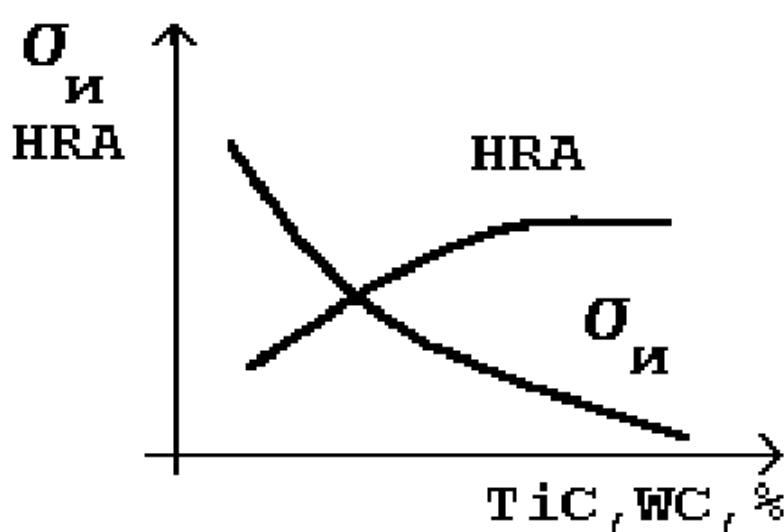
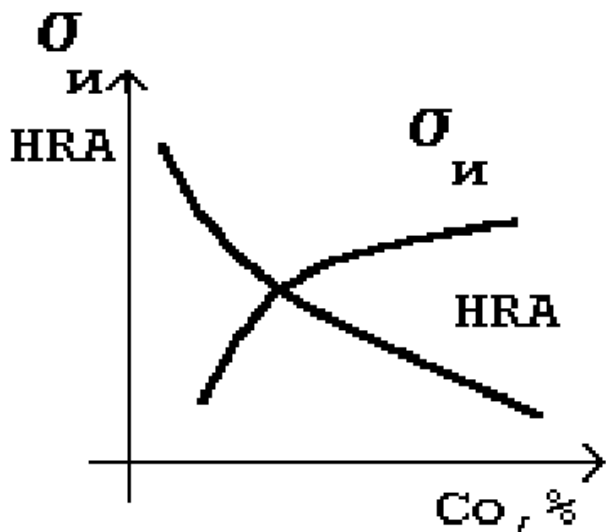
высокая теплостойкость, 800...1000°C
высокая твердость, *HRA 87...91*
низкая прочность на изгиб

Содержание связки
Зернистость
Легирование

- 1) однокарбидные вольфрамокобальтовые (ВК);
- 2) двухкарбидные титано-вольфрамовые (ТК);
- 3) трехкарбидные титано-тантало-вольфрамовые (ТТК).

ВК2
ВК6
ВК8
Т30К4
Т15К6
Т5К10

ВК8М
ВК80М
ВК8В



ВК8

Co 8%

WC 92%

для чугунов, медных сплавов,
алюминиевых сплавов с
высокими абразивными
свойствами, фарфора,
стеклопластика,
труднообрабатываемых
материалов и т.п.

T15K6

Co 6%

TiC 15%

WC 79%

для обработки
углеродистых сталей

TT20K9

Co 9%

TiC+TaC 20%

WC 71%

для черного точения
стальных поковок, строгания и
фрезерования,
труднообрабатываемых сталей
и титановых сплавов, резания
труднообрабатываемых
материалов при значительном
термомеханическом нагружении
инструмента, а также операций
прерывистого резания

Марка сплава	Сплав-аналог (ГОСТ3882-74)	Свойства		
		$\sigma_{и}$, МПа	Плотность, г/см ³	Твердость, HV ₃₀
MC111	T15K6	1150	10,22-10,38	1525-1675
MC121	T14K8	1200	11,60-11,79	1475-1625
MC131	T5K10	1400	11,35-11,51	1430-1570
MC137	T14K8, TT20K9	1400	11,68-11,85	1485-1635
MC146	TT7K12	1800	13,04-14,60	1320-1460
MC211	BK6-M	1500	14,70-14,86	1590-1680
MC221	TT10K8Б	1400	13,81-13,97	1530-1630
MC241	BK8	2000	14,15-14,25	1175-1295
MC301	BK3-M	1150	14,95-15,11	1760-1940
MC306	BK6-OM	1250	14,74-14,94	1665-1835
MC312	BK6-M	1300	12,79-12,95	1700-1940
MC318	BK6, T8K7	1500	12,80-12,96	1575-1725
MC321	BK6	1350	14,64-14,86	1450-1600
MC313	BK6-M	1300	14,74-14,94	1505-1655



Ugicarb готовые смеси

Ugicarb обозначение смесей

Хим. состав, % по весу

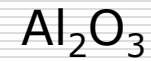
Свойства смеси

Физические свойства спеченого изделия

Режущий инструмент

	Co	TiC	TaC+NbC	WC	другие элементы	C th.	пластификатор парафин	средний размер зерна WC, микрон	насыпная плотность г/см ³	текучесть с/100г	плотность г/см ³	твёрдость HV 50	предел прочности при изгибе Н/мм ²
P10	9.75	19.00	19.50	51.75		8.48	2	2.0	2.25	76	10.20	1530	1460
P10S	9.00	18.00	5.00	68.00		8.17	2	2.0	2.45	68	10.65	1500	1400
P20	8.80	12.00	12.30	66.90		7.46	2	2.0	2.50	65	11.50	1560	1700
P20S	9.00	10.00	5.00	76.00		7.06	2	2.0	2.65	63	12.05	1500	1650
P25F	10.10	6.22	14.09	69.59		6.60	2	2.5	2.75	61	12.40	1475	1900
P25S	9.00	7.50	5.00	78.50		6.70	2	2.0	2.77	62	12.55	1450	1800
P35	11.37	6.39	8.01	74.23		6.45	2	3.0	2.60	62	12.50	1400	2000
P30S	9.50	5.00	5.00	80.50		6.33	2	2.0	2.86	62	13.00	1400	2050
P40S	11.00	5.00	5.00	79.00		6.24	2	2.0	2.84	59	12.90	1350	2050
M10	6.02	7.38	2.65	83.95		6.83	2	2.0	2.85	61	12.95	1650	1700
M20	8.05	5.31	4.43	82.21		6.45	2	2.0	2.90	57	13.20	1565	1900

КЕРАМИКА



высокие теплостойкость, 1400...1500°C
твердость HRA 90...92

скорость резания от 300...600 м/мин

СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Алмаз – самый твердый в природе материал (в 4...5 раз тверже твердого сплава) имеет высокую теплопроводность и низкий коэффициент трения, низкую теплостойкость (800°C) и малую прочность на изгиб.

Кубический нитрид бора (КНБ) – по твердости эльбор близок к алмазу, но обладает более высокой теплостойкостью, до 1200°C

Р



Сталь

М



Нержавеющая
сталь

К



Чугун

Н



Алюминий

С



Жаропрочные
сплавы

Н



Закалённая сталь

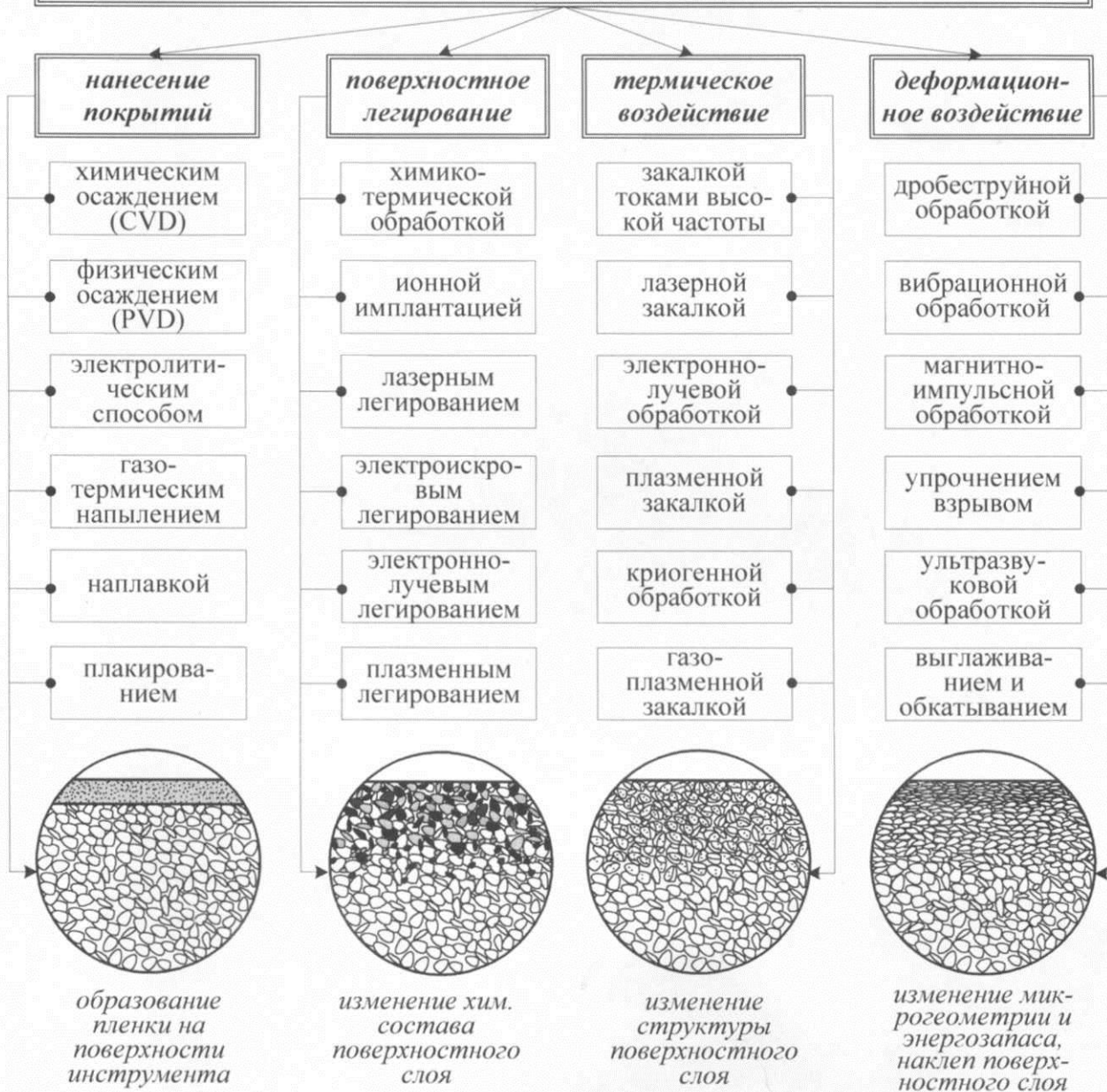
Группа по ISO	ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА	МАРКИ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ПО ГОСТ
Р	Углеродистые стали C= 0,1 - 0,25 %	Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20, 25, 15Г, 20Г, 25Г, 10Г2, 09Г2, 09Г2С, А11, А12, А20, АС14, 14Г2АФ, 18Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД, электротехнические: Э12, Э10, Э8
	C= 0,25 - 0,55 %	Ст4, Ст5, Ст6, 30, 35, 30Г, 40, 45, 40Г, 45Г, 47ГТ, 50, А30, А35, А40, А40Г, А35Е, А45Е, АС40, АС35Г2, АС40Г2
	C= 0,55 - 0,8 %	55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г, У7А, У8А, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А, 80С
	Легированные стали	15Х, 20Х, 18ХГ, 15ХФ, 20ХФ, 12ГН2МФАЮ, 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А, 14Х2Н3МА, 18Х2Н4МА, 20ХН2М, 15Н2М, 20Н2М, 15ХМ, 20ХМ, 18ХГТ, 25ХГТ, 25ХГМ, 30ХГТ, 20ХГР, 27ХГР, 20ХНР, 20ХГНР, 15ХГН2ТА, 20ХГНТР, 15Х2ГН2ТА, 30Г2, 35Г2, 40Г2, 45Г2, 50Г2, 30Х, 35Х, 38ХА, 40Х, 45Х, 50Х, 30ХРА, 33ХС, 38ХС, 40ХС, 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА, 30ХМА, 35ХМ, 40ХФА, 40ХГТР, 40ХН, 45ХН, 50ХН, 30ХН3А, 38ХГН, 30ХГСН2А, 30ХН2МА, 38Х2Н2МА, 40ХН2МА, 40Х2Н2МА, 25Х2Н4МА, 20ХН4ФА, 45ХН2МФА, 20Х3ВМФ, 30Х3МФ, 38ХН3МФА, 36Х2Н2МФА, 34ХН1МА, АС12ХН, АС12ХН, АС14ХГН, АС19ХГН, АС20ХГНМ, АС30ХМ, АС38ХГМ, АС40ХГНМ, 55С2А, 60С2А, 70С3А, 50ХГА, 55ХГР, 50ХФА, 50ХГФА, 60С2ХА, 70С2ХА, 60С2ХФА, 65С2ВА, 60С2Н2А
	Подшипниковые	ШХ4, ШХ15, ШХ15ГС, ШХ4РП
	Электротехнические	Э310-Э360(3411-3425), 2011-2412
	Высоколегированные и инструментальные стали	
	После отжига	Х12М, Х6ВФ, 7ХГ2ВМ, 6Х6В3МФС, 5ХНМ, 5ХНВ, 4Х3ВМФ, 4Х5В2ФС, 3Х2В8Ф, 11ХФ, 13Х,
	С повышенной твердостью	ХСВГ, 9ХС, Х, В2Ф, Р18, Р9, Р6М5, Р18К5Ф2, Р9К5, Р6М5К5, Р2АМ9К5, 11Р3АМ3Ф2, Р12Ф3
	Стальное литье	
Нелегированное	15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л, 55Л, У8Л,	
Низколегированное, до 5%	20ГЛ, 35ГЛ, 30ГСЛ, 20ГФЛ, 30ХГСФЛ, 45ФЛ, 30ХНМЛ, 23ХГС2МФЛ, 20Х5МЛ	
Высоколегированное	10Х13Л, 15Х13Л, 20Х13Л, 5Х14НДЛ, 10Х14НДЛ, 20Х8ВЛ	
Марганцовистая и броневая сталь	10Г13, Г13	

М	Нержавеющие стали Ферритная/мартенситная Теплостойкие и мартенситно стареющие Аустенитная Аустенитная, литевая	08Х13, 12Х13, 20Х13, 30Х13, 40Х13, 14Х17Н2, 12Х17, 15Х25Т, 40Х9С2Л, 95Х18 11Х11Н2В2МФ, Х5Н12К3М7Т, Н18К9М5Т, Н12К8М4Г2, Н10Х11М2Т, Н9Х12Д2ТБ, 30Х9Н8М4Г2С2, 25Н25М4Г1(ТРИР или ПНП), 04Х11Н9М2Д2ТЮ (ЭП832), 03Н17К10В10МТ-ВД (ЭП836-ВД), 03Н18К9М5Т-ВД (ЭП637-ВД), ЧС4-ВИ, ЧС5-ВИ 12Х18Н10Т, 17Х18Н9, 06Х18Н11, 10Х14АГ15, 10Х14Г14Н4Т (ЭИ711), 12Х17Г9АН4 (ЭИ878), 20Х13Н4Г9 (ЭИ100), 08Х10Н20Т2, 09Х16Н4Б (ЭП56) 30Х24Н12СЛ, 40Х24Н12СЛ, 35Х23Н7СЛ, 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ, 12Х18Н12М3ТЛ, 55Х18Г14С2ТЛ, 45Г13Н3ЮЛ, 15Х18Н22В6М2Л, 20Х21Н46В8Л, 31Х19Н9МВБТЛ, 10Х17Н10Г4МБЛ, 08Х17Н34В5Т3Ю2Л
К	Чугуны Серый ферритного класса Серый перлитного класса Высокопрочный ферритный Высокопрочный перлитный Ковкий чугун	СЧ10, СЧ15, СЧ18, АЧС-3 СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35, АЧС-1, АЧС-2 ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45 ВЧ50, ВЧ60 ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100 Ферритный КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ30-6, КЧ33-8, АЧК-1, Перлитный КЧ50-5, КЧ55-4
Н	Алюминиевые сплавы Алюминий чистый Деформируемые Литейные Силумины Si ≥ 8% Медь и сплавы Латунь Бронза	А999-А95, А85, А7-А0, АД1, АД0 Амц, Амг2, Амг3, Амг5, Амг6, АД31, Д1, Д16, АК4, АК6, АК8, В95 АЛ3, АЛ5, АЛ32, АК52М, АЛ8, АЛ23, АЛ23-1, АЛ27, АЛ27-1, АЛ28, АЛ7, АЛ19, АЛ33, ВАЛ10, АЛ1, АЛ21, АЛ24 АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ34 ЛС59-1, ЛС60-1, ЛС64-2, ЛС74-3, ЛС63-3, ЛЖС58-1-1 (>1%Pb) Л96, Л90, Л85, Л70, Л68, Л63, Л60 (<1% Pb) БрОЦС4-4-4, БрО6Ц6С3 (>1%Pb), БрОФ6, БрАЖН10-4-4
С	Титановые сплавы Технически чистый титан Альфа сплавы Сплавы альфа+бета Жаропрочные сплавы На основе Fe На основе Ni На основе Co	ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ1Л ВТ3-1, ВТ3-1Л, ВТ4, ВТ5, ВТ5-1, ОТ4 ВТ6, ВТС6, ВТ6Л, ВТ9Л, ВТ14, ВТ14Л, ВТ20, ВТ21Л ХН38ВТ (ЭИ703), ХН28МАБ (ЭП126), 36ХНТЮ (ЭИ702), ХН35ВТЮ (ЭИ787), ХН32Т, ЭП99 ХН60В (ВЖ98, ЭИ868), ХН77ТЮ (ЭИ437), ХН72МВКЮ (ЭИ867), ХН60МВТЮ (ЭП487), ХН82ТЮМВ (ЭП460), ВЖ36-Л2, АНВ-300, ЖС6К, ЖСЗДК Сплавы зарубежного производства: Inconel 600, 601, 604, 625
Н	Твердые материалы Закаленная сталь Отбеленный чугун	Термообработанные стали ЧХ16, ЧХ28, ЧХ32, ЧН15Д7, ЧН15Д3Ш, ЧН19Х3Ш, ЧН11Г7Ш, ЧС13, ЧС15, ЧС17

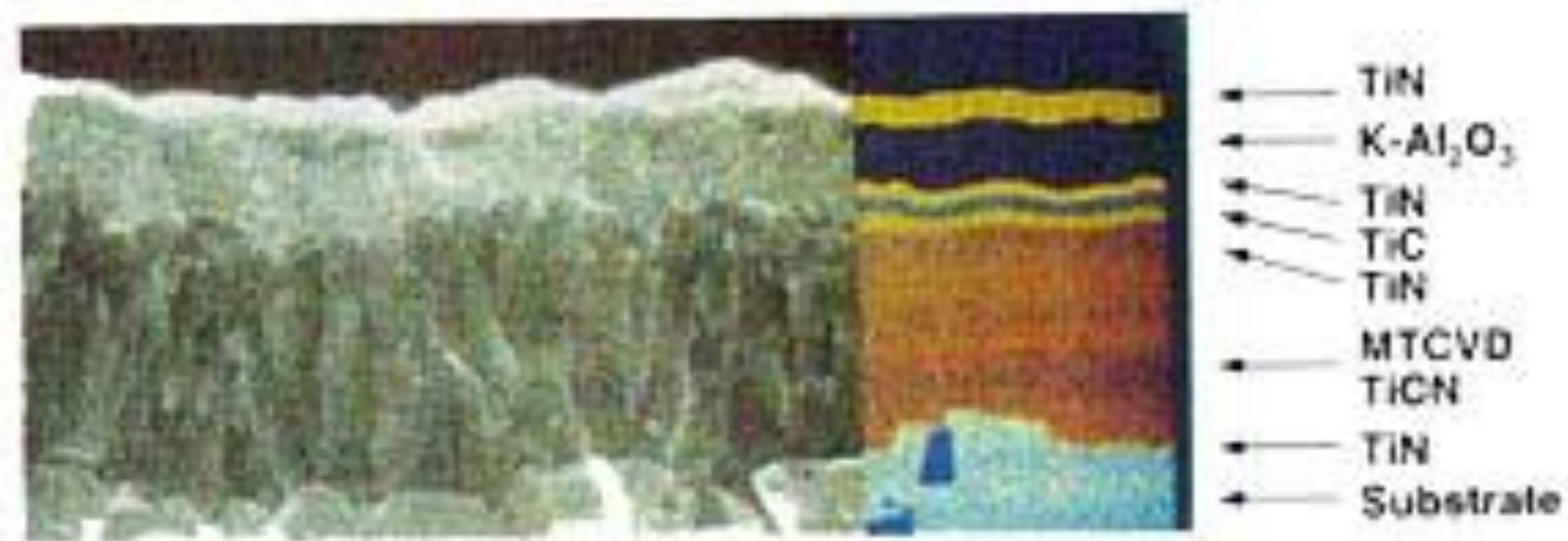
СПЕЧЕННЫЙ ТВЕРДЫЙ СПЛАВ

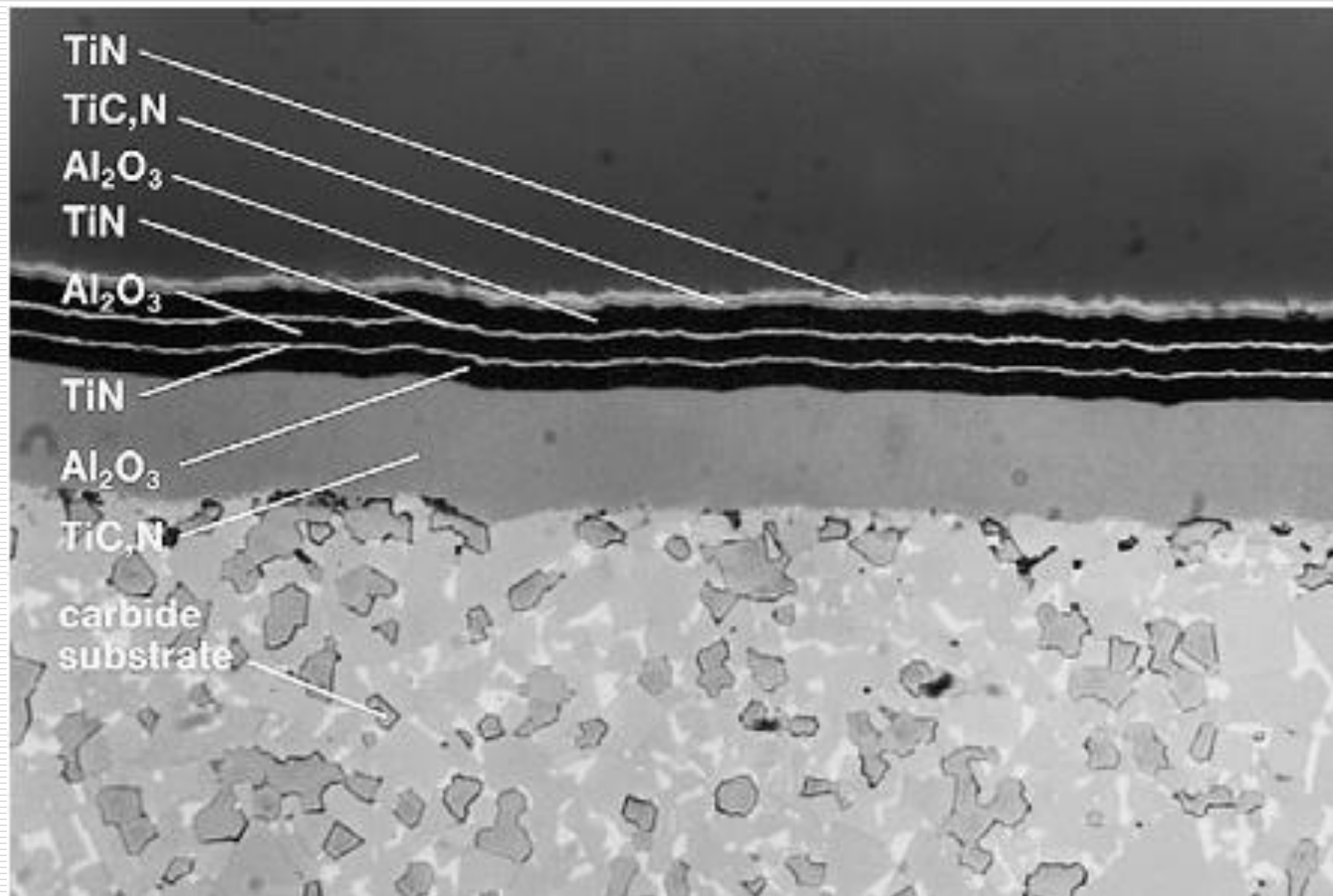
	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
	Обозначение											
Токарная обработка	P	P01										
		P10		S1P	P10		IC70	ST10P	TX10S		SRT	WS10
		P20	UTi20T	SMA	K125M TTM		IC70 IC50M	ST20E	TX20 TX25		SRT DX30	EX35
		P30	UTi20T	SM30	GK K600 TTR		IC50M IC54	A30 A30N	TX30 UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
		P40		S6	G13		IC54	ST40E	TX40		SR30 DX35	EX45
	M	M10		H10A	K313	890		EH510 U10E	TU10		UMN	WA10B
		M20	UTi20T	H13A	K68 KMF K125M TTM	HX 883	IC08	EH520 U2	TU20 UX30		DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	H10F SM30	K600 TTR		IC08 IC28	A30 A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
		M40		S6	G13		IC128		TU40		UM40	EX45
	K	K01	HTi05T	H1P	K605			H1 H2	TH03 KS05F		KG03	WH05
		K10	HTi10	H1P H10 HM	K313 K110M THM THM-U	890	IC20	EH10 EH510	G1F TH10	KW10	KG10 KT9	WH10
		K20	UTi20T	H13A	K715 KMF K600	890 HX 883	IC20 IC10	G10E EH20 EH520	G2F, KS15F G2, KS20	GW10	CR1 KG20	WH20
		K30	UTi20T		THR	883	IC10 IC28	G10E	G3		KG30	
	N	N01		H10 H13A	K605			H1 H2	KS05F		KG03	
		N10	HTi10		K313 K110M THM THM-U	890 H15		EH10 EH510	TH10 H10T		KG10 KT9	
		N20			K715 KMF K600	HX KX 883 H15 H25		G10E EH20 EH520	KS15F		CR1 KG20	
N30				G13 THR	H25					KG30		

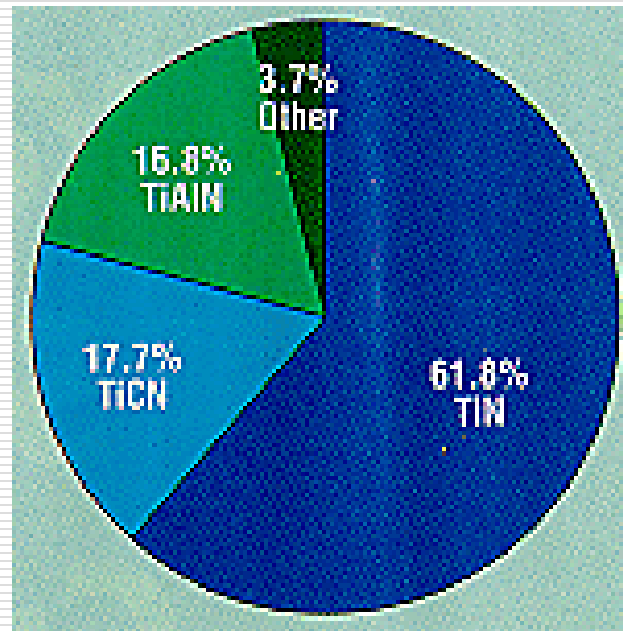
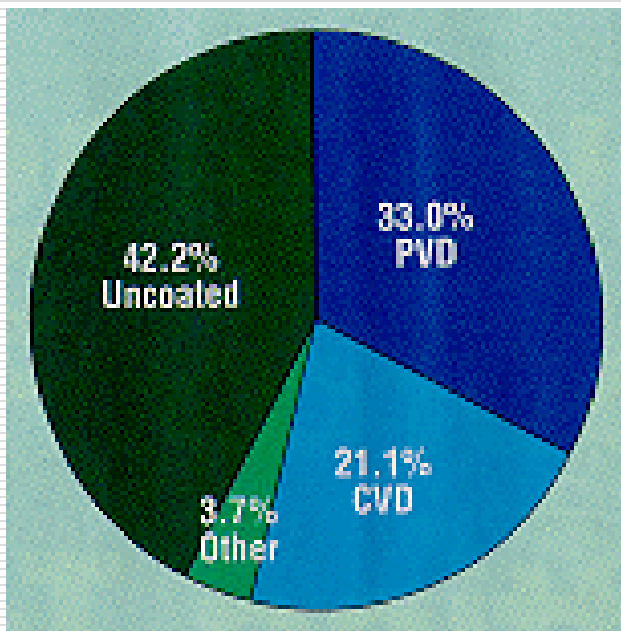
МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ



Состав покрытия	Микротвердость, HV	T, °C	f
TiN	1930...2200	600	0,5
TiC	2800...3000	400	--
TiCN	3000	400	0,4
TiAlN	3000...3500	540	0,4
TiAlCrN	3500	920	0,4
TiAlCrYN	2700	950	--
CrN	1650...2150	700	0,5
Al ₂ O ₃	2100...3000	1200	--
ZrN	2800	600	0,6
MoS ₂	1500	--	0,02







	PVD	CVD
Название	physical vapor deposition Физическое осаждение из паровой фазы	chemical vapor deposition Химическое осаждение из паровой фазы
Температура	200-500°C	1,000°C+
Толщина покрытия	2...7 мкм	2...25 мкм
Материалы	TiN TiCN TiAlN	TiC TiCN TiN Al₂O₃
Адгезия	Плохая	Хорошая
Применение	<ul style="list-style-type: none"> •Сверла •Фрезы •острые кромки 	<ul style="list-style-type: none"> •Резцы •Фрезы (мало) •Резьб. инструмент

Параметры технологии	PVD	CVD
Давление	$< 10^2$ Па	$> 10^2$ Па
Температура основы	< 500 °C	> 500 °C
Скорость осаждения	Высокая	Низкая
Структура	Аморфная – тонкокристаллическая	Кристаллическая с гранями
Сцепляемость	Труднее	Легче
Поры/трещины	Редко	Возможны
Параметры производства		
Размер партии	Маленький	Большой
Требования к оборудованию	Высокие	Низкие
Стоимость/шт.	Высокая	Низкая

Сплавы с покрытием CVD - идеальный выбор для широкого спектра областей применения, где важна износостойкость. Токарная обработка и растачивание отверстий в деталях из стали, где толстое CVD покрытие обеспечивает стойкость к лункообразованию; токарная обработка нержавеющей стали. Фрезерование: CVD сплавы рекомендуется использовать при обработке материалов групп ISO P, ISO M, ISO K. Сверление: сплавы CVD обычно используются в периферийной пластине.

Сплавы с покрытием PVD рекомендуются для получения прочных, но острых режущих кромок, а также для обработки материалов, подверженных образованию нароста. Сплавы имеют широкую область применения: все цельные концевые фрезы и свёрла, а также большинство пластин для обработки канавок, резьбы и фрезерования. Сплавы с покрытием PVD также широко используются в чистовой обработке и в качестве материала центральной пластины сверл.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
