



# ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



# ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

## С о д е р ж а н и е

### Техническая информация

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <b>L02</b> Таблица соответствия обрабатываемых материалов | <b>L12</b> Техническая информация для Точения           | <b>L36</b> Техническая информация для Переводных таблиц |
| <b>L06</b> Классификация обрабатываемых материалов        | <b>L20</b> Техническая информация для Фрезерования      | <b>L37</b> Таблица сплавов KORLOY                       |
| <b>L07</b> Международная система единиц                   | <b>L24</b> Техническая информация для Типов хвостовиков | <b>L40</b> Таблица соответствия марок твердого сплава   |
| <b>L08</b> Таблица соответствия твердостей                | <b>L27</b> Техническая информация для Концевых фрез     |   |
| <b>L09</b> Физические свойства сплавов KORLOY             | <b>L30</b> Техническая информация для сверлы            |   |

# Классификация обрабатываемых материалов I

## Углеродистые и легированные стали

Тип	Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия	
	KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ	
Углеродистые стали	SM10C	C10	S10C	1010	040A10 045A10 045M10	C10E C10R	XC10	-	
	SM15C	C15E4 C15M2	S15C	1015	055M15	C15E C15R	-	-	
	SM20C	-	S20C	1020	070M20 C22, C22E C22R	C22 C22E C22R	C22 C22E C22R	-	
	SM25C	C25 C25E4 C25M2	S25C	1025	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	-	
	SM30C	C30 C30E4 C30M2	S30C	1030	080A30 080M30 CC30 C30E C30R	C30 C30E C30R	C30 C30E C30R	30Г	
	SM35C	C35 C35E4 C35M2	S35C	1035	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	35Г	
	SM40C	C40 C40E4 C40M2	S40C	1039 1040	080M40 C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	40Г	
	SM43C	-	S43C	1042 1043	080A42	-	-	40Г	
	SM45C	C45 C45E4 C45M2	S45C	1045 1046	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	45Г	
	SM48C	-	S458C	-	080A47	-	-	45Г	
	SM50C	C50 C50E4 C50M2	S50C	1049	080M50 C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	50Г	
	SM53C	-	S53C	1050 1053	-	-	-	50Г	
	SM55C	C55 C55E4 C55M2	S55C	1055	070M55 C55 C55E C55R	C55 C55E C55R	C55 C55E C55R	-	
	SM58C	C60 C60E4 C60M2	S58C	1059 1060	C60 C60E C60R	C60 C60E C60R	C60 C60E C60R	60Г	
	Легированные стали	Хромо- никелевые стали	SNC236	-	SNC236	-	-	-	40XH
SNC415(H)			-	SNC415(H)	-	-	-	-	
SNC631(H)			-	SNC631(H)	-	-	-	30XH3A	
SNC815(H)			15NiCr13	SNC815(H)	-	655M13(655H13)	15NiCr13	-	
SNC836		-	SNC836	-	-	-	-		
Хромо- никеле- молибденовые стали		SNCM220	20NiCrMo2 20NiCrMoS2	SNCM220	8615 8617(H) 8620(H) 8622(H)	805A20 805M20 805A22 805M22	20NiCrMo2 20NiCrMoS2	20NCD2	-
		SNCM240	41CrNiMo2 41CrNiMoS2	SNCM240	8637 8640	-	-	-	-
		SNCM415	-	SNCM415	-	-	-	-	-
		SNCM420(H)	-	SNCM420(H)	4320(H)	-	-	-	20XH2M(20XHМ)
		SNCM431	-	SNCM431	-	-	-	-	-
		SNCM439	-	SNCM439	4340	-	-	-	-
		SNCM447	-	SNCM447	-	-	-	-	-
		SNCM616	-	SNCM616	-	-	-	-	-
		SNCM625	-	SNCM625	-	-	-	-	-
		SNCM630	-	SNCM630	-	-	-	-	-
SNCM815	-	SNCM815	-	-	-	-	-		
Хромистые стали	SCr415(H)	-	SCr415(H)	-	-	17Cr3 17CrS3	-	15X 15XA	
	SCr420(H)	20Cr4(H) 20CrS4	SCr420(H)	5120(H)	-	-	-	20X	
	SCr430(H)	34Cr4 34CrS4	SCr430(H)	5130(H) 5132(H)	34Cr4 34CrS4	34Cr4 34CrS4	34Cr4 34CrS4	30X	
	SCr435(H)	34Cr4 34CrS4 37Cr4 37CrS4	SCr435(H)	5135(H)	37Cr4 37CrS4	37Cr4 37CrS4	37Cr4 37CrS4	35X	
	SCr440(H)	37Cr4 37CrS4 41Cr4 41CrS4	SCr440(H)	5140(H)	530M40 41Cr4 41CrS4	41Cr4 41CrS4	41Cr4 41CrS4	40X	
	SCr445(H)	-	SCr445(H)	-	-	-	-	45X	

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



Тип	Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия	
	KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ	
Легированные стали	Хромо-молибденовые стали	SCM415(H)	-	SCM415(H)	-	-	-	-	
		SCM418(H)	18CrMo4 18CrMoS4	SCM418(H)	-	-	18CrMo4 18CrMoS4	-	20XM
		SCM420(H)	-	SCM420(H)	-	708M20(708H20)	-	-	20XM
		SCM430	-	SCM430	4130	-	-	-	30XM 30XMA
		SCM432	-	SCM432	-	-	-	-	-
		SCM435(H)	34CrMo4 34CrMoS4	SCM435(H)	(4135H) 4137(H)	34CrMo4 34CrMoS4	34CrMo4 34CrMoS4	34CrMo4 34CrMoS4	35XM
		SCM440(H)	42CrMo4 42CrMoS4	SCM440(H)	4140(H) 4142(H)	708M70 709M40 42CrMo4 42CrMoS4	42CrMo4 42CrMoS4	42CrMo4 42CrMoS4	-
	SCM445(H)	-	SCM445(H)	4145(H) 4147(H)	-	-	-	-	
	Марганцевые стали и Хромо-марганцевые стали	SMn420(H) SMn433(H)	22Mn6(H) -	SMn420(H) SMn433(H)	1522(H) 1534	150M19 150M36	- -	- -	- 30Г2 35Г2 35Г2 40Г2 40Г2 45Г2
		SMn438(H)	36Mn6(H)	SMn438(H)	1541(H)	150M36	-	-	-
SMn443(H)		42Mn6(H)	SMn443(H)	1541(H)	-	-	-	-	
SMnC420(H) SMnC443(H)		- -	SMnC420(H) SMnC443(H)	- -	- -	- -	- -	- -	
Хромо-алюминие-молибденовые стали		SACM645	41CrAlMo74	SACM645	-	-	-	-	

\* Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству

## Инструментальные стали

Тип	Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия
	KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Быстрорежущие стали	SKH2	HS18-0-1	SKH2	T1	BM 2	S6/5/2	Z 85 WDCV	
	SKH3	-	SKH3	T4				
	SKH4	-	SKH4	T5				
	SKH10	-	SKH10	T15				
	SKH51	HS6-5-2	SKH51	M2				
	SKH52	HS6-6-2	SKH52	M3-1	BM 35	S6/5/2/5	6-5-2-5	
	SKH53	HS6-5-3	SKH53	M3-2				
	SKH54	HS6-5-4	SKH54	M4				
	SKH55	HS6-5-2-5	SKH55	M 35				
	SKH56	-	SKH56	M36	S2/9/2			
	SKH57	HS10-4-3-10	SKH57	-				
	SKH58	HS2-9-2	SKH58	M7				
	SKH59	HS2-9-1-8	SKH59	M42				
	Легированные инструментальные стали	STS11	-	SKS11	F2			
STS2		-	SKS2	-				
STS21		-	SKS21	-				
STS5		-	SKS5	-				
STS51		-	SKS51	L6				
STS7		-	SKS7	-				
STS8		-	SKS8	-				
STS4		-	SKS4	-				
STS41		-	SKS41	-				
STS43		105V	SKS43	W2-9 1/ W2-8 1-2				
STS44		-	SKS44	-				
STS3		-	SKS3	-	105WCr6	105WC13		
STS31		105WCr1	SKS31	-				
STS93		-	SKS93	-				
STS94		-	SKS94	-				
STS95		-	SKS95	-	BD3	X210Cr12	Z200C12	
STD1		210Cr12	SKD1	D3				
STD11		-	SKD11	D2	BA2	X100CrMoV5 1	Z100CDV5	
STD12		100CrMoV5	SKD12	A2				
STD4		-	SKD4	-	BH21	X30WCrV9 3	Z30WCV9	
STD5		X30WCrV9-3	SKD5	H21				
STD6		X37CrMoV5-1	SKD6	H11	BH13	X40CrMoV5 1	Z40CDV5	
STD61		X40CrMoV5-1	SKD61	H13				
STD62		X35CrWMoV5	SKD62	H12				
STD7		32CrMoV12-28	SKD7	H10				
STD8		-	SKD8	H19				
STF3	-	SKT3	-	55NiCrMoV6		55NCDV7		
STF4	55NiCrMoV7	SKT4	L6					

\* Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



# Классификация обрабатываемых материалов I

Тип	Корея	ISO	Япония	США		Великобритания	Германия	Франция	Россия
	KS	ISO	JIS	AISI	SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Углеродистые стали	SUM11	-	SUM11	1110					
	SUM12	-	SUM12	1109					
	SUM21	9S20	SUM21	1212					
	SUM22	11SMn28	SUM22	1213		230M07	9SMn28	S250	
	SUM22L	11SMnPb28	SUM22L	12L13			9SMnPb28	S250Pb	
	SUM23	-	SUM23	1215		240M07	9SMn36	S 300	
	SUM23L	-	SUM23L	-					
	SUM24L	11SMnPb28	SUM24L	12L14			9SMnPb36	S300Pb	
	SUM25	12SMn35	SUM25	-					
	SUM31	-	SUM31	1117					
	SUM31L	-	SUM31L	-					
	SUM32	-	SUM32	-					
	SUM41	-	SUM41	1137					
	SUM42	-	SUM42	1141					
	SUM43	44SMn28	SUM43	1144					
Высокоуглеродистые хромистые стали	STB1	-	SUJ1	-					
	STB2	B1	SUJ2	52100		534A99	100Cr6	100Cr6	
	STB3	B2	SUJ3	ASTM A 485 Grade 1					
	STB4	-	SUJ4	-					
	STB5	-	SUJ5	-					

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству

## Нержавеющие стали

Тип	Корея	ISO	Япония	США		Великобритания	Германия	Франция	Россия
	KS	ISO	JIS	UNS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Нержавеющие стали	STS201	X12CrMnNiN17-7-5	SUS201	S20100	201	284S16	X12CrNi17-7	Z12CMN17-07Az	12X17-9AH4
	STS202	X12CrMnNiN18-9-5	SUS202	S20200	202	301S21	X2CrNiN18-7		07X16H6
	STS301	X10CrNi18-8	SUS301	S30100	301		X12CrNi17-7	Z11CN17-08	
	STS301L	X2CrNiN18-7	SUS301L						
	STS301J1		SUS301J1			302S25			12X18H9
	STS302		SUS302	S30200	302		X10CrNiS18-9	Z12CN18-09	
	STS302B	X12CrNiSi18-9-3	SUS302B	S30215	302B	303S21			
	STS303	X10CrNiS18-9	SUS303	S30300	303	303S41		Z8CNF18-09	12X18H10E
	STS303Se		SUS303Se	S30323	303Se		X5CrNi18-10		
	STS303Cu		SUS303Cu			304S31			08X18H10
	STS304	X5CrNi18-9 X2CrNi18-9	SUS304	S30400	304	304S11	X2CrNi19-11	Z7CN18-09	03X18H11
	STS304L	X2CrNi19-11	SUS304L	S30403	304L		X2CrNiN18-10	Z3CN19-11	
	STS304N1	X5CrNiN18-8	SUS304N1	S30451	304N			Z6CN19-09Az	
	STS304LN	X2CrNiN18-8	SUS304LN	S30453	304LN		X5CrNi18-12	Z3CN18-10Az	
	STS304J1		SUS304J1			305S19			06X18H11
	STS305	X6CrNi18-12	SUS305	S30500	305			Z8CN18-12	
	STS309S		SUS309S	S30908	309S	310S31	X5CrNiMo27-12-2	Z10CN24-13	10X23H18
	STS310S	X6CrNi25-20	SUS310S	S31008	310S	316S31	X5CrNiMo27-13-3	Z8CN25-20	
	SUS316	X5CrNiMo17-12-2 X3CrNiMo17-12-3	SUS316	S31600	316	316S11	X2CrNiMo17-13-2 X2CrNiMo17-14-3	Z7CND17-12-02 Z6CND18-12-03	03X17H14M3
	STS316L	X2CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo17-12-3 X2CrNiMo18-14-3	SUS316L	S31603	316L			Z3CND17-12-02 Z3CND17-12-03	
	STS316N		SUS316N	S31651	316N	317S16	X6CrNiTi18-10		
	STS317		SUS317	S31700	317	321S31	X6CrNiNb18-10		08X18H10T
	STS321	X6CrNiTi18-10	SUS321	S32100	321	347S31		Z6CNT18-10	08X18H12
	STS347	X6CrNiNb18-10	SUS347	S34700	347		X6CrAl13	Z6CNCNb18-10	
	STS384	X3NiCr18-16	SUS384	S38400	384	405S17		Z6CN18-16	
	STS405	X6CrAl13	SUS405	S40500	405			Z8CA12	
	STS410L		SUS410L				X6Cr17	Z3C14	
STS429		SUS429	S42900	429	430S17	X7CrS18		12X17	
STS430	X6Cr17	SUS430	S43000	430		X6CrMo17-1	Z8C17		
STS430F	X7CrS17	SUS430F	S43020	430F	434S17		Z8CF17		
STS434	X6CrMo17-1	SUS434	S43400	434			Z8CD17-01		
STS444	X2CrMoTi18-2	SUS444	S44400	444			Z3CDT18-02		
STSM27		SUSXM27	S44627			X10Cr13	Z1CD26-01		
STS403		SUS403	S40300	403	410S21				
STS410	X12Cr13	SUS410	S41000	410	416S21	X20Cr13	Z13C13		
STS416	X12CrS13	SUS416	S41600	416	420S29	X20CrNi17-2	Z11CF13	20X13	
STS420J1	X20Cr13	SUS420J1	S42000	420	431S29		Z20C13	20X17H2	
STS431	X19CrNi16-2	SUS431	S43100	431			Z15CN16-02		
STS440A	X70CrMo15	SUS440A	S44002	440A		X7CrNiAl17-7	Z70C15		
STS630	X5CrNiCuNb16-4	SUS630	S17400	S17400			Z6CNU17-04	09X17H7IO	
STS631	X7CrNiAl17-7	SUS631	S17700	S17700			Z9CNA17-07		
STS631J1		SUS631J1							

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



## Чугуны

Тип	Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия	
	KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ	
Чугуны	Серые чугуны	GC100	100,150, 200, 250, 300, 350	FC100	No 20 B	Grade 150 Grade 220 Grade 260 Grade 300 Grade 350 Grade 400	GG 10	Ft 10 D	-
		GC150		FC150	No 25 B		GG 15	Ft 15 D	
		GC200		FC200	No 30 B		GG 20	Ft 20 D	
		GC250		FC250	No 35 B		GG 25	Ft 25 D	
GC300	FC300	No 45 B	GG 30	Ft 30 D					
GC350	FC350	No 50 B	GG 35	Ft 35 D					
		No 55 B	GG 40	Ft 40 D					
Чугуны	Шаровидные чугуны	GCD400	700-2, 600-3, 500-7, 450-10, 400-15, 400-18, 350-22	FCD400	60-40-18	SNG 420/12 SNG 370/17	GGG 40 GGG 40.3	FCS 400-12 FGS 370-17	B
		GCD500		FCD500	80-55-06	SNG 500/7	GGG 50	FGS 500-7	
		GCD600		FCD600	100-70-03	SNG 600/3	GGG 60	FGS 600-3	
		GCD700		FCD700	-	SNG 700/2	GGG 70	FGS 700-2	
Чугуны	Термообработанные шаровидные чугуны	FCAD	-	FCAD	-	EN-GJS-	EN-GJS-	-	
		FCAD	-	FCAD	-	EN-GJS-	EN-GJS-	-	
Чугуны	Аустенитные чугуны	FCA-FCDA-	L-, S-	FCA-FCDA-	Тип 1, 2, Тип D-2, D-3A Class 1, 2	F1, F2, S2W, S5S	GGL-, GGG-	L-, S-	-
		FCA-FCDA-	L-, S-	FCA-FCDA-	Тип 1, 2, Тип D-2, D-3A Class 1, 2	F1, F2, S2W, S5S	GGL-, GGG-	L-, S-	-

## Цветные сплавы

Тип	Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия	
	KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ	
Алюминиевые сплавы в чушках	AC1B	Al-Cu4MgTi	AC1B	204.0	-	-	A-U5GT	-	
	AC2A	-	AC2A	-	-	-	-	-	
	AC2B	-	AC2B	319.0	-	-	-	-	
	AC3A	-	AC3A	-	LM-6	-	-	-	
	AC4A	-	AC4A	-	-	G(GK)-AlSi9Cu3	-	-	
	AC4B	-	AC4B	-	-	-	-	-	
	AC4C	Al-Si7Mg(Fe)	AC4C	356.0	LM-25	G(GK)-AlSi7MG	A-S7G	-	
	AC4CH	Al-Si7Mg	AC4CH	A356.0	-	-	-	-	
	AC4D	Al-Si5Cu1Mg	AC4D	355.0	LM-16	-	-	-	
	AC5A	Al-Cu4Ni2Mg2	AC5A	242.0	-	G(GK)-AlMg5	A-U4NT	-	
	AC7A	-	AC7A	514.0	LM-5	-	-	-	
	AC8A	-	AC8A	-	LM-13	-	A-S12UNG	-	
	AC8B	-	AC8B	-	LM-26	-	A-S10UG	-	
	AC8C	-	AC8C	-	-	-	A-S10UG	-	
	AC9A	-	AC9A	-	LM-29	-	-	-	
	AC9B	-	AC9B	-	-	GD-AlSi12 (Cu)	A-S18UNG	-	
	Алюминиевые сплавы, литые под давлением	ALDC1	Al-Si12CuFe	ADC1	A413.0	LM20	GD-AlSi10Mg	A-S13	-
		ALDC2	-	ADC3	A360.0	-	GD-AlMg9	A-S9G	-
		ALDC3	-	ADC5	518.0	-	-	A-G6	-
		ALDC4	-	ADC6	-	-	GD-AlSi9Cu3	A-G3T	-
ALDC7		Al-Si8Cu3Fe	ADC10	A380.0	-	GD-AlSi9Cu3	-	-	
ALDC7Z		Al-Si8Cu3Fe	ADC10Z	A380.0	LM24	-	-	-	
ALDC8		-	ADC12	383.0	LM2	-	-	-	
ALDC8Z		-	ADC12Z	383.0	LM2	-	-	-	
ALDC9		-	ADC14	B390.0	LM30	EN AW-5052	-	-	
Алюминиевые сплавы штампованные или выдавленные	A5052S	-	A5052S	5052	EN AW-5052	EN AW-5454	EN AW-5052	-	
	A5454S	-	A5454S	5454	EN AW-5454	EN AW-5083	EN AW-5454	-	
	A5083S	AlMg4.5Mn0.7	A5083S	5083	EN AW-5083	EN AW-5086	EN AW-5083	-	
	A5086S	-	A5086S	5086	EN AW-5086	EN AW-6061	EN AW-5086	-	
	A6061S	AlMg1SiCu	A6061S	6061	EN AW-6061	EN AW-6063	EN AW-6061	-	
	A6063S	AlMg0.7Si	A6063S	6063	EN AW-6063	EN AW-7003	EN AW-6063	-	
	A7003S	-	A7003S	-	EN AW-7003	-	EN AW-7003	-	
	A7N01S	-	A7N01S	-	-	EN AW-7075	-	-	
	A7075S	AlZn5.5MgCu	A7075S	7075	EN AW-7075	-	EN AW-7075	-	

## Жаропрочные стали

Тип	Корея	ISO	Япония	США		Великобритания	Германия	Франция	Россия		
	KS	ISO	JIS	UNS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ		
Жаропрочные стали	Аустенитные стали	STR31		SUH31			331S42		Z35CNWS14-14		
		STR35		SUH35			349S52	X53CrMnNi21-9	Z52CMN21-09-Az		
		STR36		SUH36			349S54		Z55CMN21-09-Az		
		STR37		SUH37		S63008		381S34			
		STR38		SUH38		S63017					
		STR309		SUH309				309S24	CrNi2520	Z15CN24-13	
		STR310		SUH310		S30900		310S24		Z15CN25-20	
		STR330		SUH330		S31000	309			Z12NCS35-16	
		STR660		SUH660		N08330	310			Z6NCTV25-20	
		STR661		SUH661		S66286	N08330		CrAl1205		
		STR21		SUH21		R30155			X6CrTi12		
Жаропрочные стали	Ферритные стали	STR409	X6CrTi12	SUH409			409S19		Z6CT12		
		STR409L	X2CrTi12	SUH409L		S40900			Z3CT12		
		STR446		SUH446		409		X45CrSi9-3	Z12C25		
		STR1		SUH1		S44600		401S45	Z45CS9		
Жаропрочные стали	Мартенситные стали	STR3		SUH3		S65007	446		Z40CSD10		
		STR4		SUH4				443S65	Z80CSN20-02		
		STR11		SUH11							
		STR600		SUH600							
		STR616		SUH616		S42200					

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



## Обозначение сталей и цветных металлов

### Обозначение сталей и цветных металлов

Группа	Стандартное обозначение	Код	Группа	Стандартное обозначение	Код	
Конструкционная сталь	Прокат для сварных конструкций	SWS	Стальные поковки	Стальные поковки	SF	
	Прокат	SBR		Стальные хромомолибденовые поковки	SFCM	
	Прокат универсального применения	SB		Стальные хромоникелемолибденовые поковки	SFNCM	
	Низкоуглеродистые стали	SBC	Чугуны	Серые чугуны	GC	
	Горячекатаные листы для автомобильной промышленности	SAPH		Чугуны с шаровидным графитом	GCD	
Стальные листы	Холоднокатаные листы	SBC		Ковкие чугуны	BMC	
	Горячекатаные листы	SHP		Белые чугуны	WMC	
Стальные трубы	Углеродистые стали общего применения	SPP	Перлитные ковкие чугуны	PMC		
	Углеродистые стали для трубопроводов и теплообменников	STH	Стальное литье	Литье из углеродистых сталей	SC	
	Бесшовные трубы высокого давления	STHG		Литье из высокопрочных углеродистых сталей	HSC	
	Углеродистые стали общего применения	SPS		Литье из нержавеющей сталей	SSC	
	Углеродистые стали для деталей машин	STST		Литье из жаропрочных сталей	HRSC	
	Легированные стали общего применения	STA		Литье из марганцовистых сталей	HMnSC	
	Нержавеющие стали общего применения	STS-TK		Литье из жаростойких сталей	SCPH	
	Углеродистые стали для труб квадратного сечения	SPSR		Литье	Латунь	BsC
	Легированные стали общего применения	SPA			Высокопрочная латунь	HBsC
	Углеродистые стали для труб высокого давления	SPPS			Бронза	BrC
	Углеродистые стали для высокотемпературных труб	SPSR			Фосфорная бронза	PCB
	Углеродистые стали для труб повышенного давления	SPPH	Сплавы бронзы и алюминия		AIBC	
	Нержавеющие стали общего применения	STSxT	Легированный алюминий		ACxA	
	Чугун и сталь	Легированные стали общего применения	SMxxC, SMxxCK		Марганцовистые сплавы	MgC
Хромомолибденоалюминиевые сплавы		SACM	Сплавы цинка		ZnDC	
Хромомолибденовые стали		SCM	Алюминиевые сплавы		ADC	
Хромистые стали		SCr	Марганцовистые сплавы		MgDC	
Хромоникелевые сплавы		SNC	Оловяные сплавы	WM		
Хромоникелемолибденовые стали		SNCM	Алюминиевые сплавы для подшипников	AM		
Марганцовистые и хромистые стали общего применения		SMn, SMnC	Латунные сплавы для подшипников	KM		
Специальные стали	Инструментальные стали	Углеродистые инструментальные стали	STC			
		Инструментальные стали	SKC			
		Высоколегированные инструментальные стали	STS, STD, STF			
		Быстрорежущие стали	SKH			
	Нержавеющие стали	Нержавеющие листы	STS			
		Жаропрочные стали	Жаропрочные стали	STR		
			Heat Resisting Steel Bar	STR		
			Heat Resisting Steel Sheet	STR		
		Безуглеродистые стали	SUM			
		Безуглеродистые стали	STB			
Пружинные стали	SPS					



## Таблица преобразований в СИ

### Таблица преобразований основных единиц

#### ● Сила

Н	кгс	дин
1	$1.01972 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-5}$
9.80665	1	$9.80665 \times 10^5$
$1 \times 10^{-5}$	$1.01972 \times 10^{-6}$	1

#### ● Напря жение

Па или Н/м <sup>2</sup>	МПа или Н/мм <sup>2</sup>	кгс/мм <sup>2</sup>	кгс/см <sup>2</sup>	кгс/м <sup>2</sup>
1	$1 \times 10^{-6}$	$1.01972 \times 10^{-7}$	$1.01972 \times 10^{-5}$	$1.01972 \times 10^{-1}$
$1 \times 10^6$	1	$1.01972 \times 10^{-1}$	$1.01972 \times 10$	$1.01972 \times 10^5$
$9.80665 \times 10^6$	9.80665	1	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
$9.80665 \times 10^4$	$9.80665 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-2}$	1	$1 \times 10^4$
9.80665	$9.80665 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-4}$	1

#### ● Давление

Па	кПа	МПа	Бар	кгс/см <sup>2</sup>
1	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$	$1.01972 \times 10^{-5}$
$1 \times 10^3$	1	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-2}$	$1.01972 \times 10^{-2}$
$1 \times 10^6$	$1 \times 10^3$	1	$1 \times 10$	$1.01972 \times 10$
$1 \times 10^5$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^{-1}$	1	1.01972
$9.80665 \times 10^4$	$9.80665 \times 10$	$9.80665 \times 10^{-2}$	$9.80665 \times 10^{-1}$	1

#### ● Работа, Энергия, Калории

Дж	кВт ч	кгс м	ккал
1	$2.77778 \times 10^{-7}$	$1.01972 \times 10^{-1}$	$2.38889 \times 10^{-4}$
$3.60000 \times 10^6$	1	$3.67098 \times 10^5$	$8.60000 \times 10^2$
9.80665	$2.72407 \times 10^{-6}$	1	$2.34270 \times 10^{-3}$
$4.18605 \times 10^3$	$1.16279 \times 10^{-3}$	$4.26858 \times 10^2$	1

#### ● Мощность

Вт	кВт	кгс м / с	л.с.	ккал/ч
1	$1 \times 10^{-3}$	$1.01972 \times 10^{-1}$	$1.35962 \times 10^{-3}$	0.860
$1 \times 10^3$	1	$1.01972 \times 10^2$	1.359 62	$8.60000 \times 10^2$
9.81 65	$9.80665 \times 10^{-3}$	1	$1.33333 \times 10^{-2}$	8.433 71
$7.355 \times 10^2$	$7.355 \times 10^{-1}$	$7.5 \times 10$	1	$6.32529 \times 10^2$
1.162 79	$1.16279 \times 10^{-3}$	$1.18572 \times 10^{-1}$	$1.58095 \times 10^{-3}$	1

#### ● Удельная те плоемкость

Дж/(кг К)	ккал/(кг·Н), кал/ (г·Н)
1	$2.38889 \times 10^{-4}$
$4.18605 \times 10^3$	1

#### ● Теплопроводность

Вт/(м·к)	ккал/(ч·м·Н)
1	$8.6000 \times 10^{-1}$
1.16279	1

#### ● Частота вращения

мин <sup>-1</sup>	с <sup>-1</sup>	Обороты в минуту
1	0.0167	1
60	1	60



## Таблица соответствия твердостей

### Таблица соответствия твердостей обрабатываемых материалов

Виккерс 50kgf Hv	Бринелль, 3000kgf HB		Роквелл				Шор HS	Предел прочности на разрыв МПа(1)
	Стандартный шарик d10 мм	Твердосплавный шарик d10 мм	HRA	HRB	HRC	HRD		
940	-	-	85.6	-	68.0	76.9	97	
920	-	-	85.3	-	67.5	76.5	96	
900	-	-	85.0	-	67.0	76.1	95	
880	-	(767)	84.7	-	66.4	75.7	93	
860	-	(757)	84.4	-	65.9	75.3	92	
840	-	(745)	84.1	-	65.3	74.8	91	
820	-	(733)	83.8	-	64.7	74.3	90	
800	-	(722)	83.4	-	64.0	74.8	88	
780	-	(710)	83.0	-	63.3	73.3	87	
760	-	(698)	82.6	-	62.5	72.6	86	
740	-	(684)	82.2	-	61.8	72.1	84	
720	-	(670)	81.8	-	61.0	71.5	83	
700	-	(656)	81.3	-	60.1	70.8	81	
690	-	(647)	81.1	-	59.7	70.5	-	
680	-	(638)	80.8	-	59.2	70.1	80	
670	-	630	80.6	-	58.8	69.8	-	
660	-	620	80.3	-	58.3	69.4	79	
650	-	611	80.0	-	57.8	69.0	-	
640	-	601	79.8	-	57.3	68.7	77	
630	-	591	79.5	-	56.8	68.3	-	
620	-	582	79.2	-	56.3	67.9	75	
610	-	573	78.9	-	55.7	67.5	-	
600	-	564	78.6	-	55.2	67.0	74	
590	-	554	78.4	-	54.7	66.7	-	2055
580	-	545	78.0	-	54.1	66.2	72	2020
570	-	535	77.8	-	53.6	65.8	-	1985
560	-	525	77.4	-	53.0	65.4	71	1950
550	(505)	517	77.0	-	52.3	64.8	-	1905
540	(496)	507	76.7	-	51.7	64.4	69	1860
530	(488)	497	76.4	-	51.1	63.9	-	1825
520	(480)	488	76.1	-	50.5	63.5	67	1795
510	(473)	479	75.7	-	49.8	62.9	-	1750
500	(465)	471	75.3	-	49.1	62.2	66	1705
490	(456)	460	74.9	-	48.4	61.6	-	1660
480	488	452	74.5	-	47.7	61.3	64	1620
470	441	442	74.1	-	46.9	60.7	-	1570
460	433	433	73.6	-	46.1	60.1	62	1530
450	425	425	73.3	-	45.3	59.4	-	1495
440	415	415	72.8	-	44.5	58.8	59	1460
430	405	405	72.3	-	43.6	58.2	-	1410
420	397	397	71.8	-	42.7	57.5	57	1370
410	388	388	71.4	-	41.8	56.8	-	1330
100	379	379	70.8	-	40.8	56.0	55	1290
390	369	369	70.3	-	39.8	55.2	-	1240
380	360	360	69.8	(100.0)	38.8	54.4	52	1205
370	350	350	69.2	-	39.9	53.6	-	1170
360	341	341	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
350	331	331	68.1	-	35.5	51.9	-	1095
340	322	322	67.6	(108.0)	34.4	51.1	47	1070
330	313	313	67.0	-	33.3	50.2	-	1035

Виккерс 50kgf Hv	Бринелль, 3000kgf HB		Роквелл				Шор HS	Предел прочности на разрыв МПа(1)
	Стандартный шарик d10 мм	Твердосплавный шарик d10 мм	HRA	HRB	HRC	HRD		
320	303	303	66.4	(107.0)	32.2	49.4	45	1005
310	294	294	65.8	-	31.0	48.4	-	980
300	284	284	65.2	(105.5)	29.8	47.5	42	950
295	280	280	64.8	-	29.2	47.1	-	935
290	275	275	64.5	(104.5)	28.5	46.5	41	915
285	270	270	64.2	-	27.8	46.0	-	905
280	265	265	63.8	(103.5)	27.1	45.3	40	890
275	261	261	63.5	-	26.4	44.9	-	875
270	256	256	63.1	(102.0)	25.6	44.3	38	855
265	252	252	62.7	-	24.8	43.7	-	840
260	247	247	62.4	(101.0)	24.0	43.1	37	825
255	243	243	62.0	-	23.1	42.2	-	805
250	238	238	61.6	99.5	22.2	41.7	36	795
245	233	233	61.2	-	21.3	41.1	-	780
240	228	228	60.7	98.1	20.3	40.3	34	765
230	219	219	-	96.7	(18.0)	-	33	730
220	209	209	-	95.0	(15.7)	-	32	695
210	200	200	-	93.4	(13.4)	-	30	670
200	190	190	-	91.5	(11.0)	-	29	635
190	181	181	-	89.5	(8.5)	-	28	605
180	171	171	-	87.1	(6.0)	-	26	580
170	162	162	-	85.0	(3.0)	-	25	545
160	152	152	-	81.7	(0.0)	-	24	515
150	143	143	-	78.7	-	-	22	490
140	133	133	-	75.0	-	-	21	455
130	124	124	-	71.2	-	-	20	425
120	114	114	-	66.7	-	-	-	390
110	105	105	-	62.3	-	-	-	-
100	95	95	-	56.2	-	-	-	-
95	90	90	-	52.0	-	-	-	-
90	86	86	-	48.0	-	-	-	-
85	81	81	-	41.0	-	-	-	-

Примечание: 1) 1М Па=1N/mm<sup>2</sup>

2) параметры, указанные в скобках, применять только для сравнения





## Свойства сплавов KORLOY

### Физические характеристики марок сплавов

Применение	ISO	Сплав KORLOY	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Твердость (HRA)	Предел прочности на растяжение (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел прочности на сжатие (кгс/мм <sup>2</sup> )	Модуль Юнга (упругости) (10 <sup>3</sup> кгс/мм <sup>2</sup> )	Коэффициент расширения (10 <sup>-6</sup> /°C)	Теплопроводность (cal/cm·sec·°C)	
Токарные, фрезерные сплавы	P	P01	ST05E	10.6	92.7	140	440	-	-	-
		P10	ST10P	10.0	92.1	175	460	48	6.2	25
		P20	ST20E	11.8	91.9	200	480	56	5.2	42
		P30	A30	12.2	91.3	230	500	53	5.2	-
	M	M10	U10E	12.9	92.4	170	500	47	-	-
		M20	U2	13.1	91.1	210	500	-	-	88
		M30	A30	12.2	91.3	230	500	53	5.2	-
		M40	A40	13.3	89.2	270	440	-	-	-
	K	K01	H2	14.8	93.2	185	-	61	4.4	105
		K10	H01	13.0	92.9	210	570	66	4.7	109
K20		G10E	14.7	90.9	250	500	63	-	105	
Ультрамелко зернистые сплавы	Z	Z10	FA1	14.1	91.4	290	-	58	5.7	-
		Z20	FCC	12.5	91.3	235	-	-	-	-
Коррозионностойкие сплавы	V	V1	D1	15.0	92.3	205	520	-	-	-
		V2	D2	14.8	90.9	250	150	-	-	-
		V3	D3	14.6	89.7	310	410	-	-	-
		V4	G5	14.3	89.0	320	380	-	-	-
		V5	G6	14.0	87.7	350	330	-	-	-
Горнобуровые сплавы	E	E1	GR10	14.8	90.9	220	-	-	-	-
		E2	GR20	14.8	90.3	240	-	-	-	-
		E3	GR30	14.8	89.0	270	-	-	-	-
		E4	GR35	14.8	88.2	270	-	-	-	-
		E5	GR50	14.5	87.0	300	-	-	-	-

### Физические свойства химических элементов и соединений

Обозначение	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Твердость (Hv)	Модуль Юнга (упругости) (x 10 <sup>3</sup> кгс/мм <sup>2</sup> )	Теплопроводность (Кал/см сек / °C)	Коэффициент расширения (x10 <sup>-6</sup> /°C)	Температура плавления (°C)
WC	15.6	2,150	70	0.3	5.1	2,900
TiC	4.94	3,200	45	0.04	7.6	3,200
TaC	14.5	1,800	29	0.05	6.6	3,800
NbC	8.2	2,050	35	0.04	6.8	3,500
TiN	5.43	2,000	26	0.07	9.2	2,950
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.98	3,000	42	0.07	8.5	2,050
КНБ (CBN)	3.48	4,500	71	3.1	4.7	-
Алмаз	3.52	9,000	99	5.0	3.1	-
Co	8.9	-	10~18	0.165	12.3	1,495
Ni	8.9	-	20	0.22	13.3	1,455



## Рекомендации и особенности обработки

### Общие характеристики нержавеющей стали

- ▶ Нержавеющая сталь обладает высокими антикоррозионными свойствами
- ▶ Высокие антикоррозионные свойства обусловлены наличием в ней легирующих элементов на основе хрома. Нержавеющая сталь имеет достаточно низкий коэффициент обрабатываемости, который уменьшается в зависимости от увеличения легирующих элементов, таких как никель и титан.

### Характеристики структурно фазовых состояний нержавеющих сталей

- 1) Аустенит: Самый распространенный вид нержавеющей стали с повышенными антикоррозионными свойствами за счет высокого содержания хрома и никель. Имеет низкий коэффициент обрабатываемости. Применяется в пищевой промышленности. Пример: 12X18H10T, 08X18H10, 03X18H11.
- 2) Феррит: нержавеющая сталь, характеризующаяся высоким содержанием хрома и отсутствием никеля, что способствует улучшению её обрабатываемости. Пример: 12X17, AISI 410, 430, 434.
- 3) Мартенсит-феррит: нержавеющая сталь, которая поддается термообработке благодаря высокому содержанию углерода. Имеет пониженные антикоррозионные свойства. Применяется для изготовления деталей повышенной твердости (AISI 410, 420, 432).
- 4) Мартенсит: нержавеющая сталь на хромоникелевой основе. Обладает высокими антикоррозионными свойствами, повышенной механической прочностью и твердостью благодаря специальной термообработке. Пример: AISI 17, 15.
- 5) Аустенит-феррит: нержавеющая сталь обладающая более высокой жаростойкостью (примерно в 2 раза). Применяется в химически активных, высокотемпературных средах. Пример: AISI S2304, 2507.

### Особенности обработки нержавеющей стали

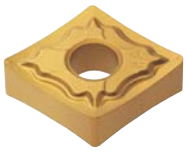

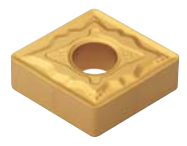

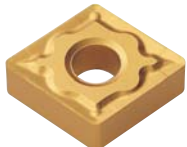



- 1) Упрочнение (наклеп) обрабатываемой поверхности, приводящие к увеличению сил резания и снижению стойкости инструмента.
- 2) Повышенная температура в зоне резания, обусловленная низким коэффициентом теплопроводности нержавеющей стали, который
- 3) Снижение качества чистовой обработки за счет образования нароста на передней поверхности приводящего к адгезийному
- 4) Выкрашивание режущей кромки и поломка, вызванные диффузионным износом, происходящим при высокой температуре в результате взаимодействия однородных элементов обрабатываемой заготовки и инструмента.

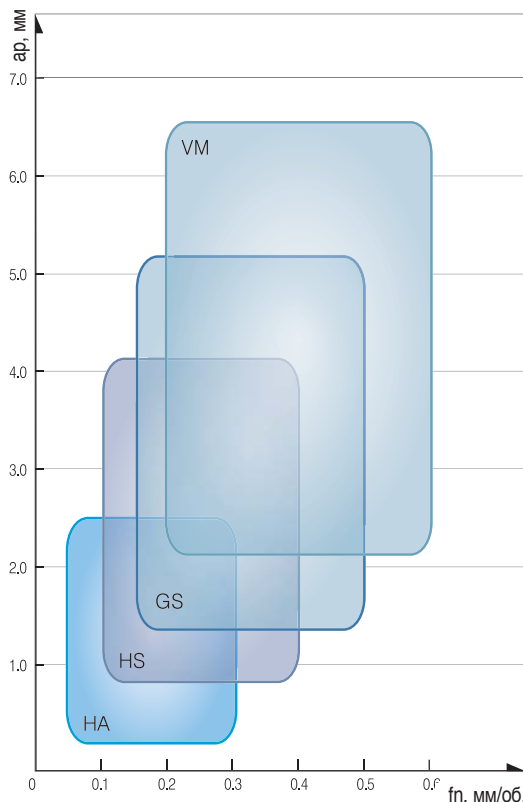
### Общие рекомендации для обработки нержавеющей стали

- 1) Применяйте инструмент, обеспечивающий улучшенный теплоотвод из зоны резания за счет его теплопроводности и геометрии.
- 2) Используйте положительную геометрию инструмента, которая способствует снижению сил резания и препятствует
- 3) Выбирайте оптимальные режимы резания.
- 4) Выбирайте оптимальный инструмент, который обеспечивает высокую теплостойкость, механическую прочность, твердость, и низкий коэффициент трения стружки о переднюю поверхность.



## Геометрии передних поверхностей для обработки нержавеющей стали

HA / Чистовая обработка		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижение сил резания за счет острой режущей кромки СМП</li> <li>• Препятствие наростообразованию за счет чего увеличивается стойкость СМП</li> <li>• Высокое качество обработанной поверхности</li> </ul>
HS / Полуцистовая обработка		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая стойкость режущей кромки СМП.</li> <li>• Повышение стойкости СМП за счет усиленной геометрии режущей кромки.</li> <li>• Устойчивое стружкодробление.</li> </ul>
GS / Универсальная обработка		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Препятствие наростообразованию и снижение сил резания благодаря положительной геометрии СМП</li> <li>• Препятствие пакетированию стружки в зоне резания</li> <li>• Высокая стойкость СМП при прерывистом резании</li> </ul>
VM / Черновая обработка		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устойчивость к выкрашиванию режущей кромки в условиях прерывистого резания.</li> <li>• Возможность применения в тяжелых условиях обработки.</li> <li>• Снижение сил резания за счет положительной геометрии.</li> </ul>



## Новые марки сплавов KORLOY для обработки нержавеющей стали

▶ Новые марки сплавов для обработки нержавеющей стали

### ● NC9025 - высокопроизводительный специализированный сплав

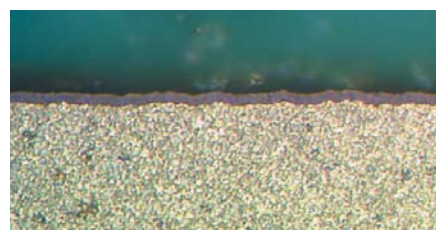
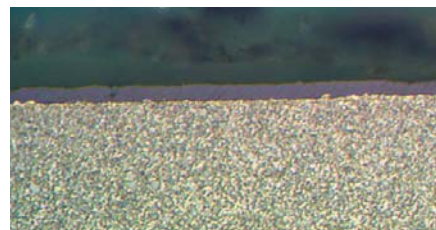
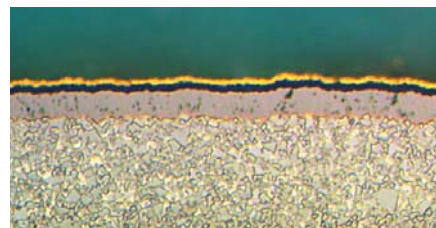
- ▶ Устойчивость к диффузионному износу за счет применения специального покрытия.
- ▶ Высокая стойкость СМП при обработке низкоуглеродистых сталей.
- ▶ Высокая стойкость СМП при больших глубинах резания.
- ▶ Повышение устойчивости к выкрашиванию за счет высокой механической прочности

### ● PC9030 - полуцистовая и черновая обработка нержавеющей стали

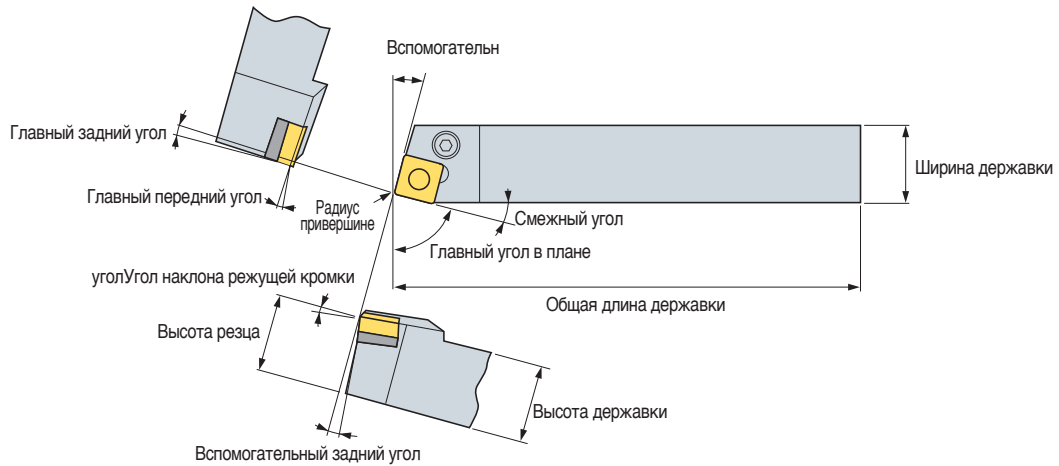
- ▶ Прекрасно подходит для обработки нержавеющей стали на умеренных скоростях при прерывистых условиях резания.
- ▶ Повышение стойкости СМП благодаря применению PVD покрытия, препятствующего выкрашиванию.
- ▶ Уменьшение нагрева СМП за счет низкого коэффициента трения стружки о переднюю поверхность.
- ▶ Высокая стойкость при тяжелой черновой обработке за счет ультрамелкозернистой структуры сплава, повышающий его механическую прочность.

### ● PC9530 - фрезерование нержавеющей стали при средней и низкой скорости резания

- ▶ Высокая стойкость при тяжелой черновой обработке за счет ультрамелкозернистой структуры сплава, повышающей его механическую прочность.
- ▶ Увеличение стойкости СМП за счет применения PVD покрытия при обработке нержавеющей сталей.
- ▶ Препятствие наростообразованию за счет применения PVD покрытия.



## Термины и понятия

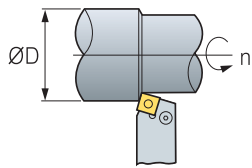


### Влияние основных углов на процесс резания

Наименование угла	Основные характеристики
<b>Главный передний угол,</b>	Влияет на процесс стружкообразования. При увеличении - снижаются силы резания, но ухудшается теплоотвод и снижается прочность режущей кромки. Для черновой обработки рекомендуется выбирать отрицательный угол, для чистовой - положительный.
<b>Угол наклона режущей кромки,</b>	Влияет на направление схода стружки. При положительном угле стружка сходит в сторону обрабатываемой поверхности, при отрицательном - в сторону обработанной поверхности.
<b>Главный задний угол</b>	Влияет на величину трения между задней поверхностью инструмента и поверхностью резания. При увеличении заднего угла снижается величина износа по задней поверхности, но ослабляется режущая кромка и увеличивается вероятность возникновения вибраций.
<b>Главный угол в плане</b>	Влияет на величину осевой и радиальной силы резания, на толщину стружки и направление ее схода. При увеличении угла уменьшается радиальная составляющая силы резания и возрастает толщина стружки. При больших глубинах резания рекомендуется увеличивать угол в плане, чтобы уменьшить радиальную силу резания, при малых - уменьшать, чтобы снизить толщину стружки и равномерно распределить нагрузку вдоль режущей кромки.

## Расчет технологических параметров

### Скорость резания



$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (м/мин)}$$

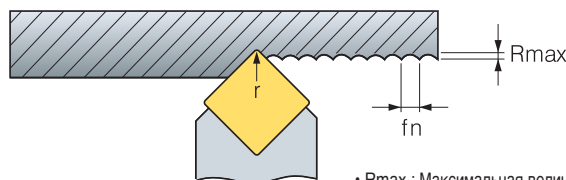
- $v_c$  : Скорость резания (м/мин)
- $D$  : Диаметр (мм)
- $n$  : Число оборотов в минуту (мин<sup>-1</sup>)
- $\pi$  : Константа (3.14)

### Подача

$$f_n = \frac{v_f}{n} \text{ (мм/об)}$$

- $f_n$  : Подача на оборот (мм/об)
- $v_f$  : Минутная подача, мм/мин
- $n$  : Число оборотов в минуту (мин<sup>-1</sup>)

### Шероховатость поверхности



- $R_{max}$  : Максимальная величина микронеровностей, (мкм)
- $f_n$  : Подача (мм/об)
- $r$  : Радиус при вершине

- Теоретический расчет значения шероховатости

$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8r} \cdot 1000 \text{ (}\mu\text{м)}$$

- Практический расчет значения шероховатости

Сталь :  $R_{max} \times (1.5 \sim 3)$   
 Чугун :  $R_{max} \times (3 \sim 5)$

### Мощность резания

$$P_{\text{кв}} = \frac{Q \times k_c}{60 \times 102 \times \eta} \quad P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{кв}}}{0.75} \quad Q = \frac{v_c \times f_n \times a_p}{1000}$$

- $P_{\text{кв}}$  : Мощность резания [кВт]
- $P_{\text{пр}}$  : Мощность резания [л.с.]
- $v_c$  : Скорость резания [м/мин]
- $a_p$  : Глубина резания [мм]
- $f_n$  : Подача на оборот [мм/об]
- $k_c$  : Удельная сила резания [кг/мм<sup>2</sup>]
- $\eta$  : КПД привода (0.7~0.8)

### Удельная сила резания, Кс

Никколтеродистая сталь	190
Среднеуглеродистая сталь	210
Высокоуглеродистая сталь	240
Никколлегированная сталь	190
Высоколегированная сталь	245
Чугун	93
Отбеленный чугун	120
Бронза, латунь	70

### Производительность обработки

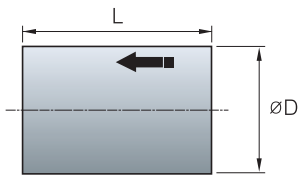
$$Q = \frac{v_c \times f_n \times a_p}{1000}$$

- $Q$  : Производительность обработки [см<sup>3</sup>/мин]
- $a_p$  : Глубина резания [мм]
- $v_c$  : Скорость резания [м/мин]
- $f_n$  : Подача на оборот [мм/об]



## ● Расчет машинного времени

### Продольное точение 1



#### Машинное время при постоянстве [n]

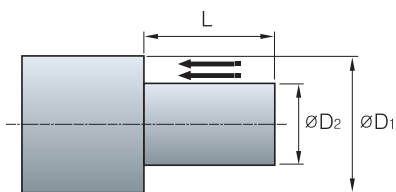
$$T = \frac{60 \times L}{fn \times n}$$

#### Машинное время при постоянстве [Vc]

$$T = \frac{60 \times \pi \times L \times D}{1000 \times fn \times vc}$$

- T : Машинное время [с]
- L : Длина прохода [мм]
- fn : Подача [мм/об]
- n : Частота вращения [мин]
- D : Диаметр заготовки [мм]
- vc : Скорость резания [м/мин]

### Многопроходное продольное точение 2



#### Машинное время при постоянстве [n]

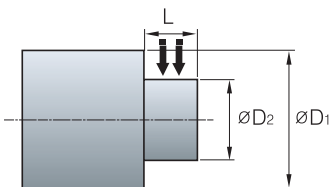
$$T = \frac{60 \times L}{fn \times n} \times N$$

#### Машинное время при постоянстве [Vc]

$$T = \frac{60 \times \pi \times L \times (D_1 + D_2)}{2 \times 1000 \times fn \times vc} \times N$$

- T : Машинное время [с]
- L : Длина прохода [мм]
- fn : Подача [мм/об]
- n : Частота вращения [мин]
- D1 : Максимальный диаметр заготовки [мм]
- D2 : Минимальный диаметр заготовки [мм]
- vc : Скорость резания [м/мин]
- N : Число проходов = (D1 - D2) / 2ap

### Поперечное точение



#### Машинное время при постоянстве [n]

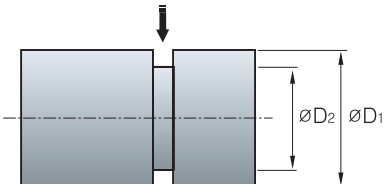
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times fn \times n} \times N$$

#### Машинное время при постоянстве [Vc]

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_2) \times (D_1 - D_2)}{4000 \times fn \times vc} \times N$$

- T : Машинное время [с]
- T1 : Machining time before the maximum rpm[sec]
- L : Длина прохода [мм]
- fn : Подача [мм/об]
- n : Частота вращения [мин]
- D1 : Максимальный диаметр заготовки [мм]
- D2 : Минимальный диаметр заготовки [мм]
- vc : Скорость резания [м/мин]
- N : Число проходов = (D1 - D2) / 2ap

### Обработка канавок



#### Машинное время при постоянстве [n]

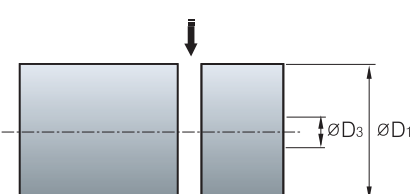
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times fn \times n}$$

#### Машинное время при постоянстве [Vc]

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_2) \times (D_1 - D_2)}{4000 \times fn \times vc}$$

- T : Машинное время [с]
- T1 : Machining time before the maximum rpm[sec]
- L : Длина прохода [мм]
- fn : Подача [мм/об]
- n : Частота вращения [мин]
- D1 : Максимальный диаметр заготовки [мм]
- D2 : Минимальный диаметр заготовки [мм]
- vc : Скорость резания [м/мин]

### Отрезка



#### Машинное время при постоянстве [n]

$$T = \frac{60 \times D_1}{2 \times fn \times n}$$

#### Машинное время при постоянстве [Vc]

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_3) \times (D_1 - D_3)}{4000 \times fn \times vc}$$

$$T_3 = T_1 + \frac{60 \times D_3}{2 \times fn \times n_{max}}$$

- T : Машинное время [с]
- T1 : Machining time before the maximum rpm[sec]
- T3 : Machining time till maximum RPM[sec]
- fn : Подача [мм/об]
- n : Частота вращения [мин]
- nmax : Maximum Число оборотов в минуту [min-1]
- D1 : Максимальный диаметр заготовки [мм]
- D3 : Максимальный диаметр заготовки при nmax [мм]
- vc : Скорость резания [м/мин]



## Оптимальный выбор режимов резания

- Оптимальными режимами резания являются режимы, при которых обеспечивается максимальная производительность при сохранении высокой стойкости инструмента

## Рекомендации по выбору скорости резания



## Влияние скорости резания на стойкость инструмента

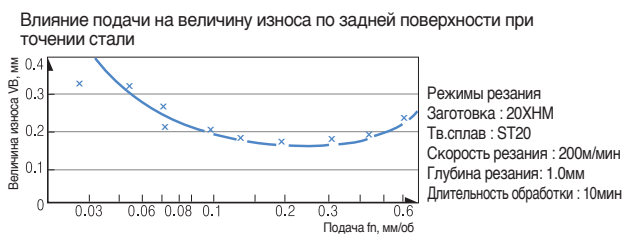
- При увеличении скорости резания на 20% стойкость инструмента снижается примерно на 50%. Однако при очень низких скоростях резания (20-40 м/мин) стойкость инструмента может уменьшаться вследствие возникновения вибраций.

## Подача

- При токарной обработке подача определяется, как перемещение инструмента (заготовки) за один оборот заготовки (инструмента) - подача на оборот. При фрезерной обработке, как правило, подача измеряется перемещением фрезы за время вращения её на один зуб - подача на зуб.

## Влияние подачи на стойкость инструмента

- При уменьшении подачи стойкость инструмента может уменьшаться.
- При очень низких подачах износ инструмента значительно увеличивается, при этом высока вероятность возникновения вибраций.
- Увеличение подачи повышает производительность обработки.

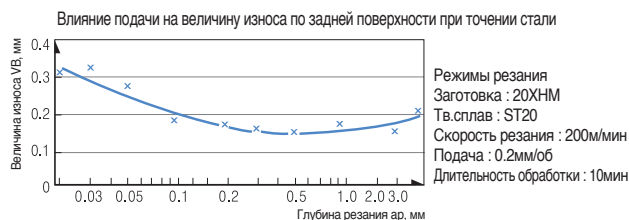


## Глубина резания

- Глубина резания, как правило, ограничивается мощностью оборудования. При необходимости увеличения производительности в первую очередь необходимо увеличивать глубину резания.

## Влияние глубины резания на стойкость инструмента

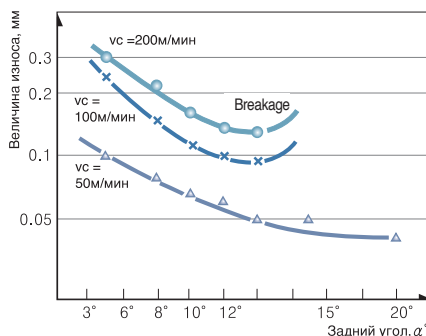
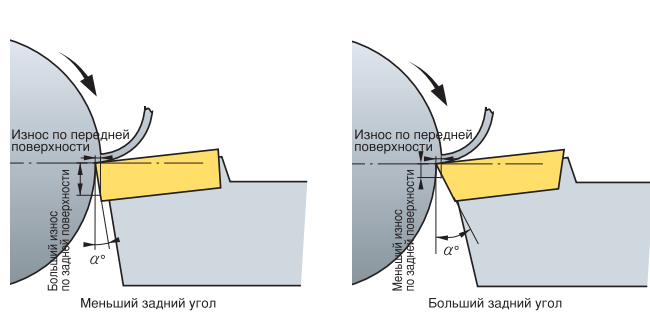
- Глубина резания не оказывает большого влияния на стойкость инструмента.
- При очень малых глубинах резания происходит подминание обрабатываемого материала под радиусом скругления режущей кромки, что ведет к возникновению вибраций и уменьшению стойкости инструмента.
- При глубине резания меньше, чем толщина «корки» заготовки, происходит уменьшение стойкости, вследствие контакта инструмента с твердыми включениями, содержащимися в поверхностном слое заготовки.



## Влияние заднего угла

Способствует снижению трения между обрабатываемой поверхностью заготовки и задней поверхностью СМП, уменьшает силы резания.

### Влияние заднего угла на величину износа СМП в статической системе координат



- Заготовка :20ХНМ (HB200)
- Тв.сплав : P20
- ap : 1мм
- fn : 0.32мм/об
- T : 20мин

#### Преимущества и недостатки

1. Чем больше задний угол, тем меньше износ по задней поверхности
2. Чем больше задний угол, тем больше ослабляется режущая кромка
3. Чем меньше задний угол, тем выше вибрация

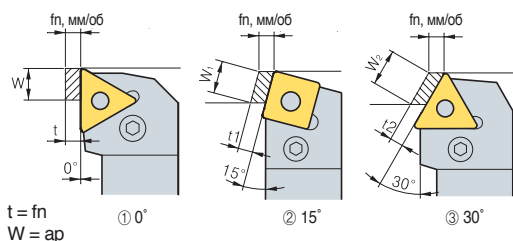
#### Рекомендации по выбору заднего угла

1. Высокая твердость заготовки, тяжелые условия обработки - Уменьшить задний угол
2. Низкая твердость заготовки, образование значительного наклепа на обрабатываемой поверхности - Увеличить задний угол

## Влияние главного угла в плане

Оптимальный выбор главного угла в плане обеспечивает высокую эффективность обработки, устойчивое стружкодробление при достижении высоких стойкостных показателей СМП.

### Влияние главного угла в плане на толщину срезаемого слоя

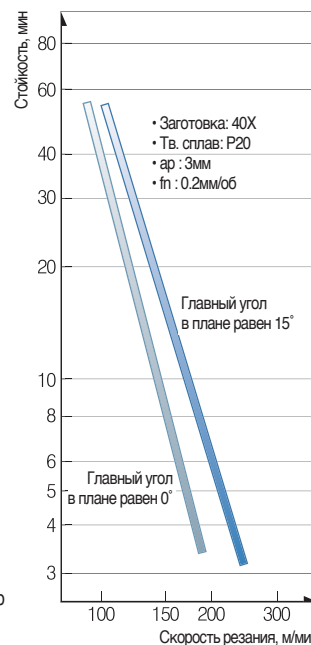


При изменении главного угла в плане меняется толщина и ширина срезаемого слоя.

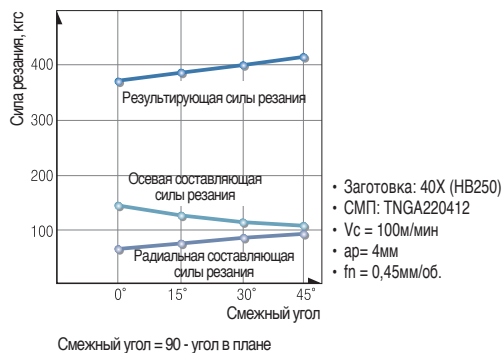
$$t1 = 0.97t, W1 = 1.04W$$

$$t2 = 0.87t, W2 = 1.15W$$

### Влияние главного угла в плане на равнодействующую силу резания



### График зависимости сил резания от главного угла в плане



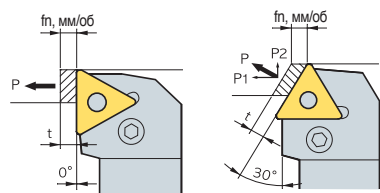
#### Преимущества и недостатки

1. Уменьшение главного угла в плане приводит к увеличению ширины и уменьшению толщины срезаемого слоя. Таким образом, давление на режущую кромку уменьшается, а стойкость увеличивается.
2. Уменьшение главного угла в плане увеличивает радиальную составляющую силы резания, что может вызвать отжим.

#### Рекомендации по выбору заднего угла

1. Малая глубина резания, небольшой диаметр заготовки, низкая жесткость системы СПИД - Уменьшить задний угол.
2. Большая глубина резания, большой диаметр заготовки, высокая жесткость СПИД - Увеличить задний угол.

### Изменение радиальной и осевой составляющих силы резания при изменении главного угла в плане



① P-результующая сила    ② P-результующая сила составляющих P1 и P2

При уменьшении главного угла в плане радиальная составляющая силы резания увеличивается, а осевая уменьшается.

### Рекомендации по выбору главного угла в плане в зависимости от условий обработки

Условия обработки	Меньше ←	Главный угол в плане	→ Больше
Величина износа	Больше	.....	Меньше
Заготовка	Высокий коэффициент обрабатываемости	.....	Труднообрабатываемые
Нагрузка на оборудование	Меньше	.....	Больше
Вибрация	Вероятность появления низкая	.....	Вероятность появления высокая
Вид обработки	Чистовая	.....	Черновая
Жесткость заготовки	Длинная тонкая заготовка	.....	Короткая жесткая заготовка
Жесткость оборудования	Низкая жесткость	.....	Высокая жесткость



## Влияние вспомогательного угла в плане

Способствует снижению трения между обработанной поверхностью и СМП.

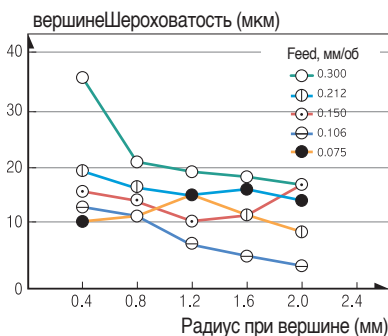
### Преимущества и недостатки малого вспомогательного угла в плане

1. Малый угол при вершине способствует улучшению теплоотвода, повышению прочности и стойкости СМП.
2. Малый угол может вызвать увеличение вибраций, радиальной составляющей силы резания и силы трения между инструментом и обрабатываемой деталью, увеличивая нагрев СМП и тем самым снижая её стойкость.

## Влияние радиуса при вершине

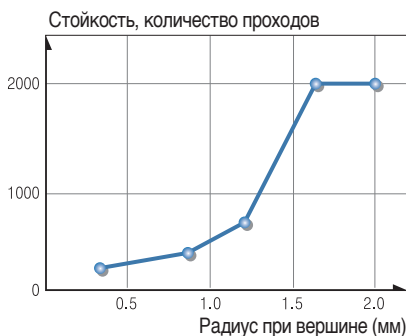
1. Радиус при вершине влияет не только на шероховатость, но и на стойкость режущей кромки.
2. Желательно, чтобы величина радиуса при вершине была в 2-3 раза больше, чем величина подачи.

### Влияние радиуса при вершине на шероховатость поверхности



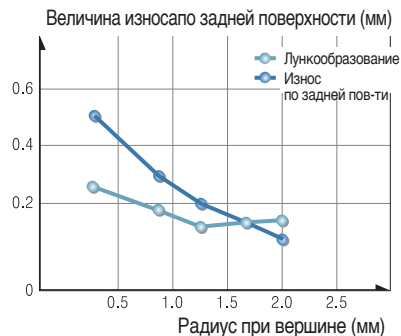
• Заготовка : SNCM439, HB200  
• Тв.сплав : P20  
•  $v_c = 120$  м/мин,  $a_p = 0.5$  мм

### Влияние радиуса при вершине на стойкость СМП при прерывистом резании



• Заготовка : SCM440, HB280  
• Тв.сплав : P10  
•  $v_c = 100$  м/мин,  $a_p = 0.5$  мм  
•  $f_n = 0.3$  мм/об

### Влияние радиуса при вершине на величину износа по задней поверхности



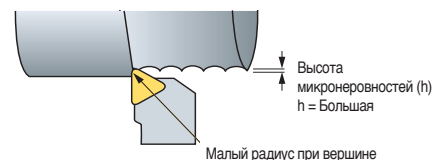
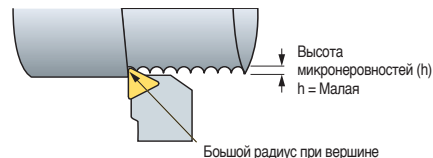
• Заготовка : SNCM439, HB200  
• Тв.сплав : P10  
•  $v_c = 140$  м/мин,  $a_p = 2$  мм  
•  $f_n = 0.2$  мм/об,  $T = 10$  мин

### Влияние увеличения радиуса при вершине

1. Уменьшается шероховатость обработанной поверхности
2. Уменьшается величина износа по задней поверхности
3. Увеличивается сила резания
4. Увеличивается вибрация

### Рекомендации по выбору радиуса при вершине

1. Чистовое точение при малых глубинах резания, недостаточная жесткость системы СПИД, малая мощность станка - Уменьшить радиус при вершине.
2. Прерывистое резание, тяжелые условия обработки, высокая твердость обрабатываемого материала, большая мощность станка - Увеличить радиус при вершине.



### Изменение значений шероховатости от радиуса при вершине и подачи

Радиус при вершине, мм \ Подача, мм/об.	0.4	0.8	1.2
0.15			
0.26			
0.46			

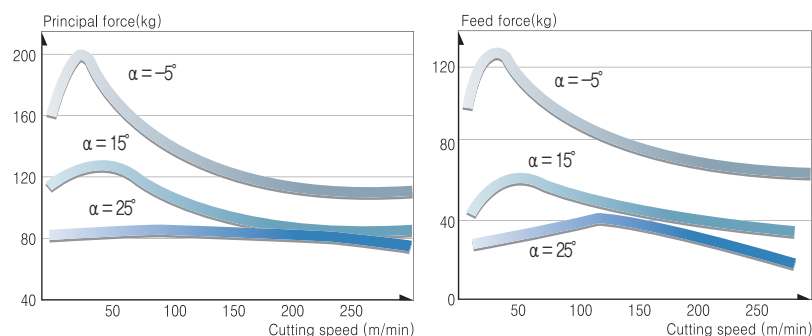




## Влияние переднего угла на процесс резания

### • ПЕРЕДНИЙ

Зависимость силы резания от величины переднего угла



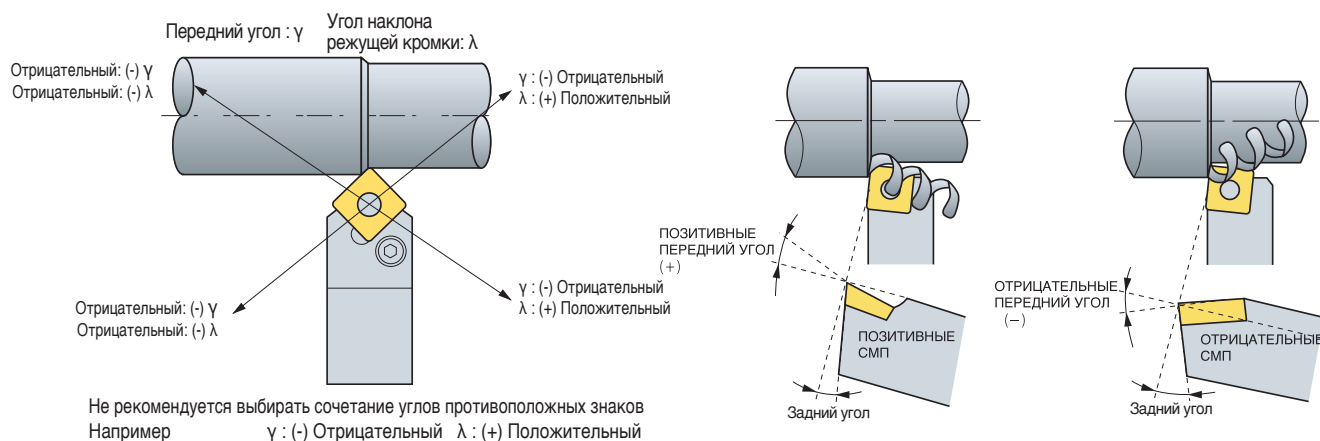
#### • При увеличении переднего угла:

1. Снижается шероховатость обработанной поверхности
2. При увеличении на 1% снижается сила резания на 1%
3. Ослабляется режущая кромка

#### • Рекомендации по выбору переднего угла

1. Высокая твердость заготовки, тяжелые условия обработки - Уменьшить передний угол.
2. Низкая твердость заготовки, хорошая обрабатываемость - Увеличить передний угол.

### • Схема выбора переднего угла и угла наклона режущей кромки



## Рекомендации по выбору инструмента

Оптимальный выбор инструмента обеспечивает высокую производительность и качество обработки, зависит от конкретных условий резания и состоит из определенных составляющих.

### • Выбор инструментальных державок и СМП

Основные факторы, влияющие на выбор инструмента и алгоритм выбора.

#### А : Основные факторы

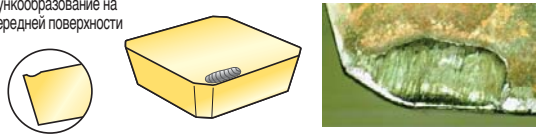
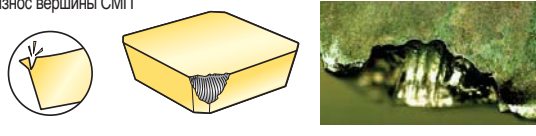
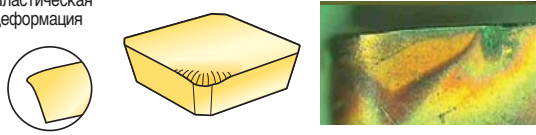




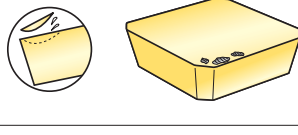

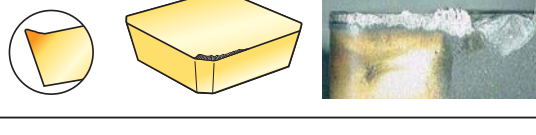
- Материал заготовки
- Способ получения заготовки
- Размеры заготовки
- Твердость заготовки
- Состояние обрабатываемой заготовки
- Точность получаемого размера, точность формы
- Состояние оборудования. Жесткость системы СПИД.
- Технологические параметры оборудования.
- Мощность приводов станка.
- Тип и состояние вспомогательного инструмента.

#### В : Выберите

- ① Инструмент с наименьшим углом в плане, учитывая условия обработки и геометрические особенности детали.
- ② Державку с наибольшей жесткостью, учитывая её вылет и поперечное сечение
- ③ Марку сплава СМП наибольшей твердости, учитывая её прочностные характеристики
- ④ Наибольший радиус при вершине, учитывая точность получаемого размера и шероховатость поверхности.
- ⑤ СМП с наибольшим числом режущих граней.
- ⑥ СМП наименьшего размера, учитывая режимы резания и условия обработки.
- ⑦ Наибольшую глубину резания согласно условий обработки и возможностей оборудования.
- ⑧ Наибольшую подачу, учитывая условия обработки и возможности оборудования.
- ⑨ Наименьшую скорость резания.
- ⑩ Стружколом СМП, учитывая глубину резания и подачу.



## Виды износа

Вид износа	Причины	Рекомендации
<p>Лункообразование на передней поверхности</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная твердость марки сплава</li> <li>Нестабильная подача СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более твердую марку сплава</li> <li>Отрегулировать подачу СОЖ в зону резания</li> </ul>
<p>Износ вершины СМП</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная прочность марки сплава</li> <li>Увеличенная нагрузка на режущую кромку</li> <li>Развитие усталостных трещин</li> <li>Неправильно подобран размер СМП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более прочную марку сплава</li> <li>Уменьшить подачу</li> <li>Выбрать больший размер СМП с упрочняющей кромкой и большее сечение державки</li> <li>Проверить геометрию передней поверхности</li> </ul>
<p>Пластическая деформация</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная твердость марки сплава</li> <li>Нестабильная подача СОЖ</li> <li>Высокая температура в зоне резания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более твердую марку сплава</li> <li>Отрегулировать подачу СОЖ</li> <li>Уменьшить скорость резания</li> </ul>
<p>Износ вершины по задней поверхности</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая скорость резания</li> <li>Обрабатываемая поверхность имеет высокую твердость</li> <li>Недостаточная твердость марки сплава</li> <li>Недостаточно острый передний угол</li> <li>Не высокая подача на проход</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить скорость резания</li> <li>Увеличить подачу</li> <li>Выбрать СМП с положительной геометрией</li> <li>Выбрать более твердую марку сплава</li> </ul>
<p>Термотрещины</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Резкое колебание температуры в зоне резания</li> <li>Нестабильная подача СОЖ (* данный вид износа характерен преимущественно для фрезерных операций)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отрегулировать подачу СОЖ в зону резания</li> <li>Выбрать более прочную марку сплава</li> </ul>
<p>Местное выкрашивание режущей кромки</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная прочность марки сплава</li> <li>Не высокая подача на проход</li> <li>Недостаточная прочность режущей кромки</li> <li>Нежесткость системы СПИД</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более прочную марку сплава</li> <li>Увеличить подачу</li> <li>Увеличить скорость резания</li> <li>Применить державку большего сечения</li> </ul>
<p>Насечки и бороздки на режущей кромке</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обрабатываемая поверхность имеет высокую твердость</li> <li>Возникновение вибраций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более твердую марку сплава</li> <li>Улучшить отвод стружки из зоны резания</li> </ul>
<p>Отслаивание</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Несоответствующий стружколом</li> <li>Возникновение вибраций</li> <li>Недостаточный задний угол</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более твердую марку сплава</li> <li>Выбрать черновой тип стружколома</li> <li>Увеличить задний угол</li> </ul>
<p>Поломка пластины</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная прочность марки сплава</li> <li>Нежесткость системы СПИД</li> <li>Неправильно подобран размер СМП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более прочную марку сплава</li> <li>Уменьшить подачу</li> <li>Изменить геометрию СМП</li> <li>Выбрать СМП большего размера</li> </ul>
<p>Наростообразование</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкая скорость резания</li> <li>Недостаточный передний угол</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить скорость резания</li> <li>Увеличить передний угол</li> </ul>



## Рекомендации по увеличению стойкости СМП

Проблемы	Причины	Факторы, влияющие на стойкость																
		Режимы резания				Выбор сплава СМП				Геометрические параметры СМП				Другие				
		Скорость резания	Подача	Глубина резания	СОЖ	Выбрать более твердую марку сплава	Выбрать более прочную марку сплава	Выбрать более термостойкую марку сплава	Выбрать соответствующую марку сплава	Влияние стружколома	Влияние переднего угла	Влияние радиуса при вершине	Влияние радиуса при вершине	Влияние заднего угла	Влияние точности изготовления M и G класс	Жесткость державки	Крепление заготовки	Вылет державки
Низкая точность обработки	Пластина пониженной точности													•				
Нестабильность размера	Низкая жесткость системы СПИД								•	↑	↓				•	•	•	•
Отжим инструмента Необходимость постоянной регулировки инструмента в процессе работы	Работа изношенными СМП					•					↑							
	Неправильный выбор режимов резания	↓	↑															
Низкая точность чистовой обработки Низкая стойкость СМП	Увеличение сил резания из-за недопустимой величины износа	↓			СОЖ	•		•	•	↑	↑		↓	•				
	Выкрашивание режущей кромки		↓	↓			•		•		↑		↑			•	•	•
	Адгезия, наростообразование	↑	↑		СОЖ			•	•	↑			↓	•				
	Неправильный выбор режимов резания	↑	↓	↓	СОЖ													
	Неправильный выбор геометрии инструмента								•		↑		↓	•				
	Вибрации	↓	↓	↓	СОЖ	•			•	•	↑	↓		↓		•	•	•
Снижение точности обработки Низкая стойкость СМП Высокая температура в зоне резания	Неправильный выбор режимов резания	↓	↓	↓														
	Неправильный выбор геометрии инструмента					•			•	↑			↓					
Мелкое выкрашивание режущей кромки Образование заусенцев Эта проблема чаще встречается при обработке сталей, алюминия	Неправильный выбор режимов резания	↓	↑		СОЖ													
	Работа изношенными СМП					•		•	•	↑	↓		↓					
Обработка чугунов Мелкое выкрашивание и сколы на режущей кромке	Неправильный выбор режимов резания		↓	↓														
	Недопустимый износ СМП					•			•	↑	↑		↓		•	•	•	•
Обработка низкоуглеродистых сталей Образование заусенцев	Неправильный выбор режимов резания	↑	↓		СОЖ													
	Недопустимый износ СМП					•		•	•	↑			↓					

↑ : Увеличить ↓ : Уменьшить • : Использовать ● : Выбрать оптимально

## Характерные виды износа

### • KS V0813

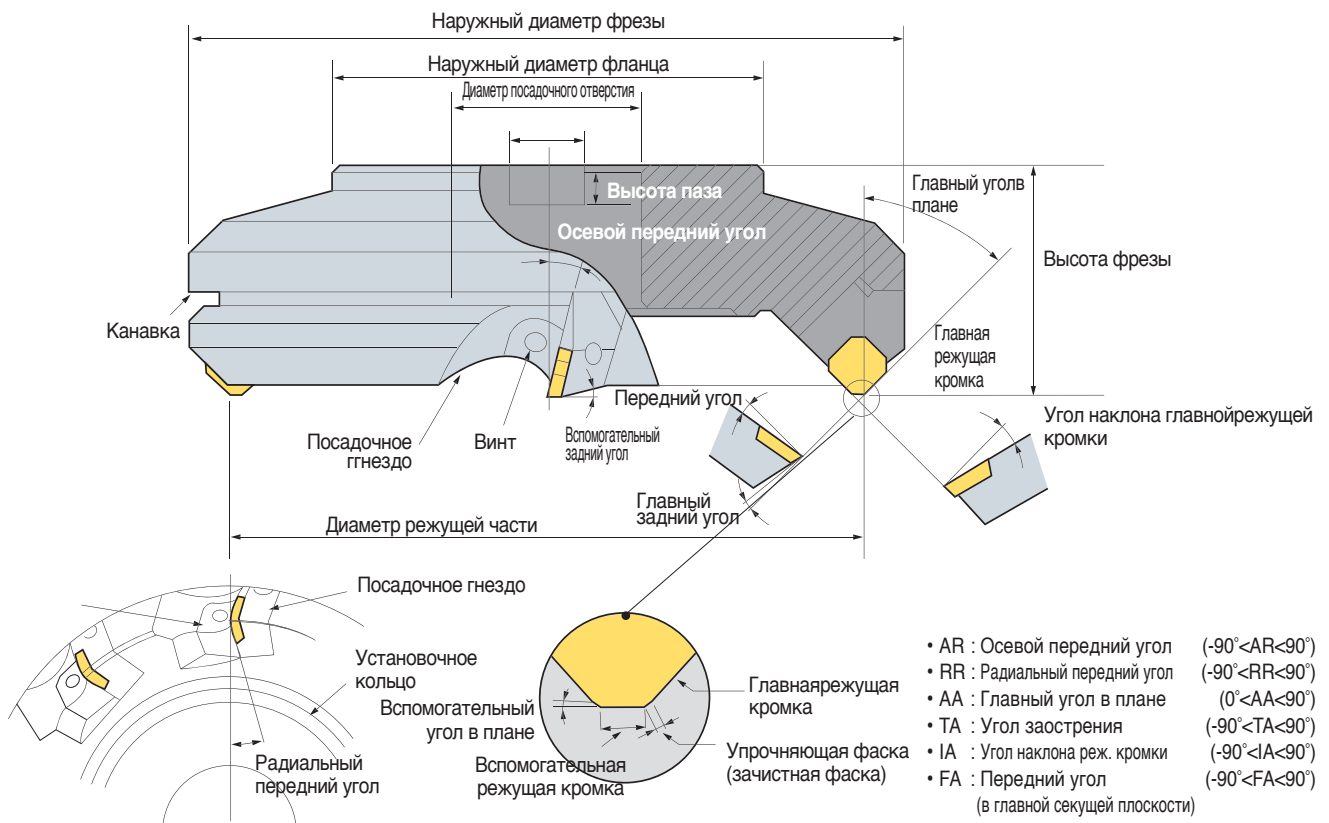
Допустимая величина по задней поверхности	0.2mm	Тонкое прецизионное точение. Чистовое точение цветных металлов
	0.4mm	Автоматные стали
	0.7mm	Универсальная обработка стали и чугунов
	1~1.25mm	Универсальная обработка стали и чугунов
Допустимая глубина лунки на передней п-ти		Для всех 0.05~0.1 мм

### • ISO(B8688)

Характерные виды износа	Инструментальные материалы
Катастрофический износ	Быстрорежущие стали
Износ по задней поверхности, VB = 0.3 мм	Керметы, керамика (неравномерный износ)
VBmax = 0.5 мм	Твердый сплав (неравномерный износ)
Ширина лунки KT = 0.06+0.3fn, мм (fn : мм/об.)	Твердый сплав
Шероховатость A Ra = 1, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10	Все виды (чистовая обработка)



## Фрезы Термины и понятия

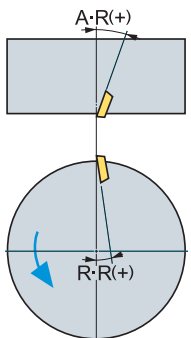
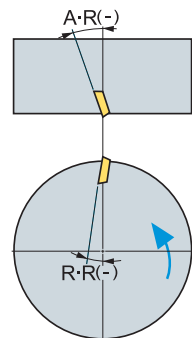
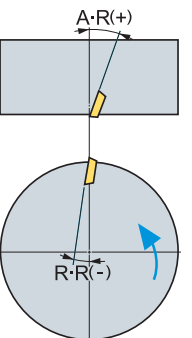
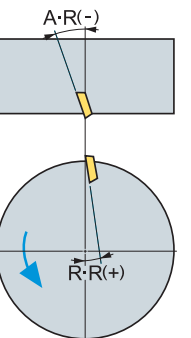


### Назначение основных углов, определяющих геометрию фрезы

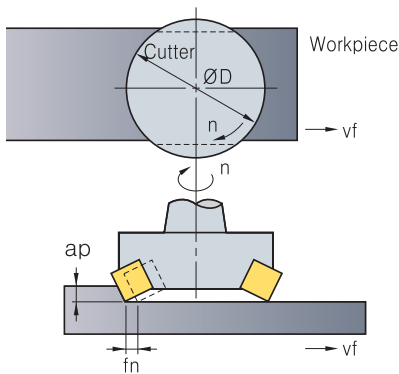
Определение	Обозначение	Назначение	Особенности	
1	угол рабочей зоны волокни	A.R	удаление стружки	AR управляет направлением стружки., Чем выше AR тем выше обрабатываемость.
2	боковой передний угол	R.R	сопротивление резанию, шероховатость поверхности	сопротивление резанию, Нижняя RR, тем лучше отвод стружки является.
3	Главный угол в плане	A.A	Увеличение стойкости СМП Снижение вибраций	(+) : Толщина стружки становится тоньше, сила резания снижается
4	Угол заострения	T.A	Уменьшение сил резания	(+) : Улучшение процесса резания за счет снижения силы резания (-) : При уменьшении угла ухудшается теплоотвод из зоны резания
5	Угол наклона режущей кромки	I.A	Уменьшение сил резания	(+) : Улучшается отвод стружки Выбирается с учетом условий обработки
6	Передний угол (в главной секущей плоскости)	F.A	Уменьшение сил резания Препятствие наростообразованию	(-) : Ухудшается теплоотвод из зоны резания
7	Главный задний угол	R.A	Снижает трение между задней поверхностью СМП и обрабатываемой поверхностью	-



## Геометрические особенности фрез

	Положительная геометрия	Отрицательная геометрия	Положительно-отрицательная геометрия	Отрицательно-положительная геометрия
				
<b>Применение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Н низкоуглеродистая сталь, чугун</li> <li>Н нержавеющая сталь</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прерывистое резание, тяжелые условия обработки</li> <li>Обдирка чугунных и стальных заготовок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Труднообрабатываемые материалы, нержавеющая и легированная сталь, чугун</li> <li>Возможна обработка с большой глубиной резания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Материалы, образующие стружку надлома</li> </ul>
<b>Преимущества</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение сил резания</li> <li>Уменьшение вероятности наростообразования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиленная режущая кромка</li> <li>Возможность применения двухсторонних СМП</li> <li>Возможность обработки грубых заготовок с включениями песка и др.</li> <li>Стабильный отвод стружки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокое качество резания</li> <li>Подходит для обработки труднообрабатываемых материалов</li> <li>Устойчивость к вибрациям</li> </ul>	-
<b>Недостатки</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ослабленная режущая кромка</li> <li>Повышенные требования к жесткости системы СПИД</li> <li>Возможность применения только односторонних пластин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Повышенные требования к жесткости системы СПИД и увеличению силы резания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Возможность применения только односторонних пластин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пакетирование стружки при обработке вязких материалов</li> <li>Возможно повреждение стружкой обработанной поверхности</li> <li>Плохой контроль стружки</li> </ul>

## Расчет технологических параметров



### Скорость резания

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (м/мин)}$$

- $v_c$  : Скорость резания (м/мин)
- $D$  : Диаметр фрезы (мм)
- $n$  : Частота вращения (мин<sup>-1</sup>)
- $\pi$  : Константа (3.14)

### Подача

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \text{ (мм/зуб)}$$

- $f_z$  : Подача на зуб (мм/зуб)
- $v_f$  : Подача (мм/мин)
- $n$  : Частота вращения (мин<sup>-1</sup>)
- $z$  : Число зубьев фрезы

### Производительность обработки

$$Q = \frac{L \cdot v_f \cdot a_p}{1000} \text{ (см}^3\text{/мин)}$$

- $Q$  : Производительность обработки (см<sup>3</sup>/мин)
- $L$  : Ширина фрезерования (мм)
- $v_f$  : Подача (мм/мин)
- $a_p$  : Глубина резания (мм)

### Мощность резания

$$P_{kw} = \frac{Q \cdot k_s}{60 \times 102 \cdot \eta} \quad P_{hp} = \frac{P_{kw}}{0.75}$$

- $P_{kw}$  : Мощность резания (кВт)
- $P_{hp}$  : Мощность резания (л.с.)
- $Q$  : Производительность (см<sup>3</sup>/мин)
- $k_s$  : Удельная сила резания (кгс/мм<sup>3</sup>)
- $\eta$  : КПД привода (0,7-0,8)

### Машинное время

$$T = \frac{60 \times L_t}{v_f} \text{ (с)}$$

- $T$  : Машинное время (с)
- $L_t$  : Общая длина обработки (мм) (=  $L_w + D + 2R$ )
- $L_w$  : Длина заготовки (мм)
- $D$  : Диаметр фрезы (мм)
- $v_f$  : Подача (мм/мин)
- $R$  : Безопасное расстояние (мм)

### Передний угол и угол наклона главной режущей кромки

Передний угол  $\tan(T) = \tan(R) \times \cos(AA) + \tan(A) \times \sin(C)$   
 Угол наклона главной режущей кромки  $\tan(I) = \tan(A) \times \cos(AA) - \tan(R) \times \sin(C)$



## Определение удельной силы резания

Обрабатываемый материал	Предел прочности (кг/мм <sup>2</sup> ) и твердость	Удельная сила резания kc (МПа)				
		0,1 (мм/зуб)	0,2 (мм/зуб)	0,3 (мм/зуб)	0,4 (мм/зуб)	0,6 (мм/зуб)
Низкоуглеродистая сталь	52	220	195	182	170	158
Среднеуглеродистая сталь	62	198	180	173	160	157
Высокоуглеродистая сталь	72	252	220	204	185	174
Инструментальная сталь	67	198	180	173	170	160
Инструментальная сталь	77	203	180	175	170	158
Хромо-марганцовистая сталь	77	230	200	188	175	166
Хромо-марганцовистая сталь	63	275	230	206	180	178
Хромо-молибденовая сталь	73	254	225	214	200	180
Хромо-молибденовая сталь	60	218	200	186	180	167
Хромо-молибденоникелевая сталь	94	200	180	168	160	150
Хромо-молибденоникелевая сталь	HB352	210	190	176	170	153
Стальное литье	52	280	250	232	220	204
Чугун повышенной твердости	HRC46	300	270	250	240	220
Модифицированный чугун	36	218	200	175	160	147
Серый чугун	HB200	175	140	124	105	97
Латунь	50	115	95	80	70	63
Алюминиево магниевый сплав	16	58	48	40	35	32
Алюминий с включением кремния	20	70	60	52	45	39

## Chip removal amount (cm<sup>3</sup>/min) per rated horse power

Обрабатываемый материал	Твердость	5Hp	10Hp	20Hp	30Hp	40Hp	50Hp
		<b>Сталь</b>	низкая	32	75	163	295
	средняя	26	55	127	212	310	425
	высокая	18	41	93	163	228	310
<b>Чугун</b>	низкая	52	116	260	455	670	880
	средняя	32	75	163	295	425	570
	высокая	26	55	127	212	310	425
<b>Бронза</b>	низкая	77	163	390	670	980	1,280
<b>Медь</b>	средняя	54	118	275	490	700	910
<b>Латунь</b>	высокая	26	55	127	245	325	425
<b>Алюминий</b>	низкая	90	195	440	780	1,110	1,500

## Измерение шероховатости поверхности

Параметры шероховатости	Обозначение	Определение	Схема шероховатости поверхности
Наибольшая высота неровностей профиля	Rmax	• Наибольшая высота неровностей профиля на базовой длине	
Высота неровностей профиля по 10 точкам	Rz	• Среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное относительно линии параллельной средней линии	
Средне арифметическое отклонение профиля	Ra	• Среднее значение расстояний точек измеренного профиля до его средней линии	

Соответствие параметров шероховатости		▽▽▽	▽▽	▽	▽	~
Обозначения на чертеже	Rmax	0.8s	6.3s	25s	100s	Необрабатываемая поверхность
	Rz	0.8z	6.3z	25z	100z	
	Ra	0.2a	1.6a	6.3a	25a	

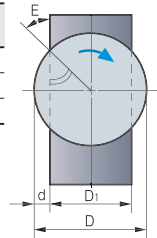
## Рекомендации для серии MILL-MAX

### Выбор диаметра фрезы, в зависимости от мощности станка

Мощность, кВт	10-15	15-20	Over 20
Диаметр фрезы	ø80-ø100	ø125-ø160	ø160-ø200

### Выбор оптимальной ширины фрезерования

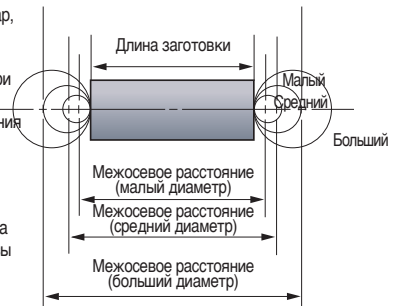
Обрабатываемый материал	E	δ
Сталь	+20°~10°	3 : 2
Чугун	Under +50°	5 : 4
Алюминиевый сплав	Under +40°	5 : 3



D : Диаметр фрезы  
D1 : Ширина заготовки  
d : Величина смещения  
E : Угол направления подачи  
δ : Соотношение (D:D1)

### Влияние диаметра фрезы на производительность обработки

При одинаковых режимах резания (fz, ap, Vc) фрезы меньших диаметров по сравнению с большими обеспечивают более высокую производительность, при классическом соответствии диаметра фрезы и числа зубьев, за счет уменьшения времени необходимого для выхода инструмента из зоны резания и увеличения Vf, однако, при этом снижается стойкость СМГ. Для повышения производительности всегда рекомендуется выбирать диаметр фрезы больше, чем ширина заготовки, с целью уменьшения числа проходов. Таким образом, оптимизация процесса обработки достигается за счет оптимального выбора всех параметров участвующих в процессе резания.



### Выбор оптимального числа зубьев для торцевых фрез

Обрабатываемый материал	Сталь	Чугун	Цветные сплавы
Число зубьев	Dx(1~1.5)	Dx(1~4)	Dx1+a

Пример) D=ø100 ⇒ 4 × (1~1.5) = 4~6 D - указывать диаметр фрезы в дюймах

## 🎯 Рекомендации по увеличению стойкости СМП

Проблемы	Причины	Факторы, влияющие на стойкость СМП										
		Режимы резания				Геометрические параметры					Марка сплава	
		Скорость резания	Глубина резания	Подача	СОЖ	Передний угол	Задний угол	Главный угол в плане	Жесткость системы СПИД	Радиус при вершине	Прочность	Твердость
Износ по задней поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор режимоврезания</li> <li>Неправильный выбор марки сплава</li> <li>Вибрация</li> </ul>	↓		↑			↑	↓		↑		↑
Лункообразованиена переднейповерхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор режимов резания</li> <li>Неправильный выбор марки сплава</li> </ul>	↓	↓	↓	●	↑				↓		↑
Скалывание вершины	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточная прочность марки сплава</li> <li>Большая подача на зуб</li> <li>Недостаточная прочность вершиныСМП</li> </ul>			↓		↓	↓	↓		↑	↑	
Наростообразование	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор режимоврезания</li> <li>Неправильный выбор марки сплава</li> <li>Неправильный выбор геометрии СМП</li> </ul>	↑	↓	↑		↑				↓		
Вибрации	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор геометрии СМП</li> <li>Недостаточное число зубьев</li> <li>Плохой отвод стружки</li> <li>Недостаточная жесткость системыСПИД</li> </ul>		↓	↓	●	↑		↑	↓	↓		
Низкое качество обработанной поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор геометрии СМП</li> <li>Плохой отвод стружки</li> <li>Наростообразование</li> <li>Появление вибрации</li> </ul>	↑	↓	↓	●	↑			↓	↑		
Термотрещины	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор режимоврезания</li> <li>Неправильный выбор марки сплава</li> </ul>	↓	↓	↓	⊙	↑				↑	↑	
Поломка	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный выбор режимоврезания</li> <li>Недостаточная прочность вершиныСМП</li> <li>Плохой отвод стружки</li> <li>Появление вибрации</li> <li>Увеличение нагрузки на режущую кромку</li> </ul>		↓	↓	●							↑

↑ : Увеличить ↓ : Уменьшить ● : Использовать ⊙ : Выбрать оптимально

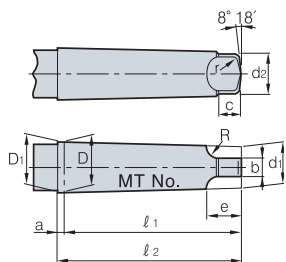
## 🎯 Основные характеристики фрезерных приводов

### ● Рекомендации по выбору значения КПД (η) в зависимости от типа привода станка

Тип привода	Значение КПД	Примечание
Прямой привод	0.90	
Ременной привод	0.85	Комбинированный привод : $0.85 \times 0.85 \approx 0.70$
Бесступенчатый привод	0.75	
Гидравлический привод	0.60~0.90	

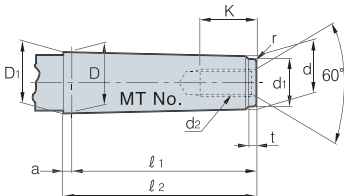


## ● Конус Морзе (с лапкой)



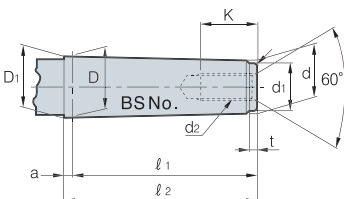
MT No.	Конусность	Угол наклона(α)	D	a	D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	b	c	e	R	r
0	1/19.212	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.104	56.5	59.5	6.0	3.9	6.5	10.5	4	1
1	1/20.047	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	8.972	62.0	65.5	8.7	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	1/20.020	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.034	75.0	80.0	13.5	6.3	10	16	6	1.6
3	1/19.922	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.107	94.0	99.0	18.5	7.9	13	20	7	2
4	1/19.254	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.164	117.5	124.0	24.5	11.9	16	24	8	2.5
5	1/19.002	1°30'26"	44.399	6.5	4.741	36.531	149.5	156.0	35.7	15.9	19	29	10	3
6	1/19.180	1°29'36"	63.348	8	63.765	52.399	210.0	218.0	51.0	19.0	27	40	13	4
7	1/19.231	1°29'22"	83.058	10	83.578	68.186	286.0	296.0	66.8	28.6	35	54	19	5

## ● Конус Морзе (под винт)



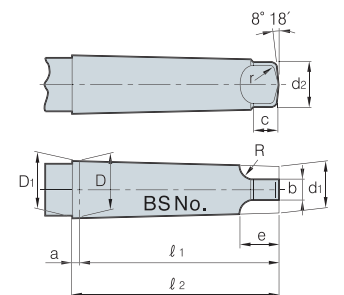
MT No.	Конусность	Угол наклона(α)	D	a	D <sub>1</sub>	d	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	k	t	r
0	1/19.212	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.442	50	53	6	-		4	0.2
1	1/20.047	1°25'43"	12.065	3.5	12.230	9.396	53.5	57	9	M6	16	5	0.2
2	1/20.020	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.583	64	69	14	M10	24	5	0.2
3	1/19.922	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.759	81	86	19	M12	28	7	0.6
4	1/19.254	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.943	102.5	109	25	M16	32	9	1
5	1/19.002	1°30'26"	44.399	6.5	4.741	37.584	129.5	136	35.7	M20	40	9	2.5
6	1/19.180	1°29'36"	63.348	8	63.765	53.859	182	190	51	M24	50	12	4
7	1/19.231	1°29'22"	83.058	10	83.578	70.058	250	260	65	M33	80	18.5	5

## ● Укороченный конус «Brown sharp» (под винт)



B&S No.	D	a	D <sub>1</sub>	d	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	t	r	d <sub>2</sub>	K
4	10.221	2.4	10.321	8.890	8.0	31.0	34.2	2	0.2	-	-
5	13.286	2.4	13.386	11.430	10.0	44.4	46.8	3	0.2	-	-
6	15.229	2.4	15.330	12.700	11.0	60.0	62.7	3	0.2	M 8(1/4)	20
7	18.424	2.4	18.524	15.240	14.0	76.2	78.6	4	0.2	M10(3/8)	24
8	22.828	3.2	22.962	19.090	17.0	90.5	93.7	4	0.6	M12(1/2)	28
9	27.104	3.2	27.238	22.863	21.0	101.6	104.8	4	0.6	M12(1/2)	28
10	32.749	3.2	32.887	26.534	24.0	144.5	147.7	5	1.0	M16(5/8)	32
11	38.905	3.2	39.039	31.749	29.0	171.4	174.6	5	1.0	M16(5/8)	32
12	45.641	3.2	45.774	38.103	35.0	181.0	184.2	6	2.5	M20(3/4)	40
13	52.654	3.2	52.787	44.451	41.0	196.8	200.0	6	3.0	M20(3/4)	40
14	59.533	3.2	59.666	50.800	47.0	209.6	212.8	7	4.0	M24(1)	40
15	66.408	3.2	66.541	57.150	53.0	222.2	225.4	7	4.0	M24(1)	50
16	73.292	3.2	73.425	63.500	59.0	35.0	238.2	8	5.0	M30(1 1/8)	60

## ● Укороченный конус «Brown sharp» (с лапкой)



B&S No.	D	a	D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	b	c	e	R	r
4	10.221	2.4	10.321	8.458	8.1	42.1	44.5	5.5	8.7	14.4	7.9	1.3
5	13.286	2.4	13.386	10.962	10.7	55.6	58.0	6.3	9.5	16.2	7.9	1.5
6	15.229	2.4	15.330	12.167	11.7	73.0	75.4	7.1	11.1	18.0	7.9	1.5
7	18.424	2.4	18.524	14.675	14.2	89.7	92.1	7.9	11.9	20.3	9.5	1.8
8	22.828	3.2	22.962	18.453	18.0	104.8	108.0	8.7	12.7	22.0	9.5	2.0
9	28.104	3.2	27.238	22.200	21.8	117.5	120.7	9.5	14.3	25.4	11.1	2.5
10	32.749	3.2	32.887	25.751	25.7	162.7	165.9	11.1	16.7	28.1	11.1	2.8
11	38.905	3.2	39.039	30.985	30.7	189.7	192.9	11.1	16.7	30.0	12.7	3.3
12	45.641	3.2	45.774	37.246	37.1	201.6	204.8	12.7	19.0	32.5	12.7	3.8
13	52.654	3.2	52.787	43.589	43.4	217.5	220.7	12.7	19.0	35.7	15.9	4.3
14	59.533	3.2	59.666	49.841	49.8	232.6	235.8	14.2	21.4	41.2	19.0	4.8
15	66.408	3.2	66.541	56.186	56.1	245.3	248.5	14.2	21.4	44.4	22.2	5.3
16	73.292	3.2	73.425	62.441	62.2	260.4	263.6	15.8	23.8	50.0	25.4	5.8

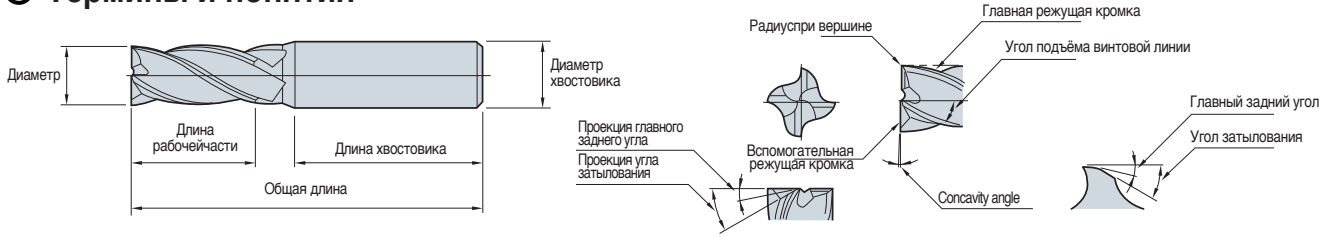








## Термины и понятия



## Сравнительные характеристики концевых фрез в зависимости от количества зубьев

### Влияние количества зубьев на основные характеристики фрез

Ø10mm	2 зуба (IFE2100)	3 зуба (IFE3100)	4 зуба (IFE4100)
Поперечное сечение фрез			
Площадь сечения	44mm <sup>2</sup>	46mm <sup>2</sup>	48mm <sup>2</sup>
Соотношение	56%	58%	61%
Преимущества	Хороший отвод стружки	Хороший отвод стружки	Высокая жесткость
Недостатки	Низкая жесткость	Сложность измерения диаметра	Затрудненный отвод стружки
Применение	Фрезерование уступов и пазов	Получистовая и чистовая обработка	Чистовая обработка

### Влияние количества зубьев фрез на эффективность обработки

Характеристики	Основные особенности	2 зуба	4 зуба
Жесткость инструмента	Жесткость к скручиванию	○	◎
	Жесткость на изгиб	○	◎
Обрабатываемая поверхность	Черновое фрезерование	○	◎
	Чистовое фрезерование	○	◎
Отвод стружки	Отсутствие пакетирования в стружечной канавке	◎	○
	Стабильный отвод стружки	◎	○
Фрезерование пазов	Отвод стружки	◎	○
	Эффективность фрезерования пазов	◎	○
Фрезерование уступов	Качество обработанной поверхности	○	◎
	Устойчивость к вибрациям	◎	○

◎-отлично ○-хорошо

## Отличия между фрезерованием стандартными и высокоскоростными концевыми фрезами

Фрезерование стандартными концевыми фрезами		Фрезерование высокоскоростными концевыми фрезами	
Поперечный разрез	Характеристики применения	Поперечный разрез	Характеристики применения
	Невысокие скорости резания, большие глубины резания, низкие подачи. Заготовки с невысокой твердостью (сталь, чугун).		Высокие скорости резания, малые глубины резания, высокие подачи. Заготовки с высокой твердостью (закаленная сталь).

## Расчет технологических параметров

### Расчет скорости резания

$$vc = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad n = \frac{1000 \times vc}{\pi \times D}$$

### Расчет подачи

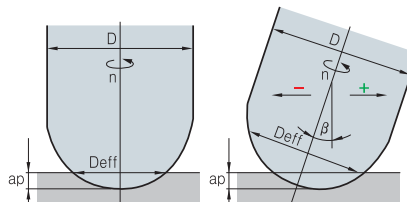
$$vf = n \times fn \text{ or } n \times fz \times z$$

$$fn = \frac{vf}{n} \quad fz = \frac{fn}{z} \text{ or } \frac{vf}{n \times z}$$

vc : Скорость резания (м/мин)    vf : Минутная подача (м/мин)  
 π : Константа (3.141592)    fn : Подача на оборот (мм/об)  
 D : Диаметр фрезы (мм)    fz : Подача на зуб (мм/зуб)  
 n : Число оборотов (мин-1)    z : Число зубьев

## Основные формулы расчета технологических параметров для концевых фрез со сферическим торцом

Число оборотов	$n = \frac{vc \times 1000}{D \times \pi}$
Скорость резания	$vc = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Подача на зуб	$fz = \frac{vf}{z \times n}$
Подача на оборот	$fn = fz \times z$
Минутная подача	$vf = fz \times z \times n$
Производительность	$Q = ae \times ap \times vf$
Эффективный диаметр фрезы при обработке концевыми фрезами со сферическим торцом	$D_{eff} = 2 \times \sqrt{D \times ap - ap^2}$ <p>Calculation Table</p> $D_{eff} = D \times \sin \left[ \beta \pm \arccos \left( \frac{D - 2ap}{D} \right) \right]$



## Влияние длины рабочей части (вылета фрезы)

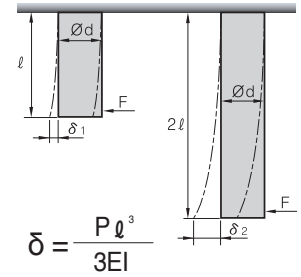
### Относительная

#### длина рабочей части фрезы

- Длину рабочей части фрезы принято измерять в количестве её диаметров
- $l/d$
- При мер 3D, 15D, 22D

### Влияние рабочей части на деформацию изгиба

- Деформация изгиба определяется силой упругости, которая пропорциональна прогибу стержня.
- Величина деформации изгиба определяется по закону Гука
- С увеличением вылета фрезы увеличивается деформация изгиба.
- С увеличением количества зубьев жесткость возрастает.
- Малый размер стружечной канавки обеспечивает более высокую жесткость.



$\delta$  = Относительная деформация  $l$  = Длина рабочей части

$P$  = Сила резания  $E$  = Модуль Юнга  $I$  = Момент инерции ( $I = \frac{\pi d^4}{64}$ )

•  $l \rightarrow 2l$

•  $\delta_1 \rightarrow \delta_1 = 8\delta_1 = \delta_2$

## Расчет частоты вращения

Диаметр	Скорость резания (Vc, м/мин)															
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	150	180	200	250	300
0.2	31,831	47,746	63,662	79,577	95,493	111,408	127,324	143,239	159,155	190,986	222,817	23,872	286,479	318,310	397,887	477,465
0.3	21,221	31,831	42,441	53,052	63,662	74,272	84,883	95,493	106,103	127,324	148,545	159,155	190,986	212,207	265,258	318,310
0.4	15,915	23,873	31,831	39,789	47,746	55,704	63,662	71,620	79,577	95,493	111,408	119,366	143,239	159,155	198,944	238,732
0.5	12,732	19,099	25,465	31,831	38,197	44,563	50,930	57,296	63,662	76,394	89,127	95,493	114,592	127,324	159,155	190,986
0.6	10,610	15,915	21,221	26,526	31,831	37,136	42,441	47,746	53,052	63,662	74,272	79,577	95,493	106,103	132,629	159,155
0.7	9,095	13,642	18,189	22,736	27,284	31,831	36,378	40,926	45,473	54,567	63,662	68,209	81,851	90,946	113,682	136,419
0.8	7,958	11,937	15,915	19,894	23,873	27,852	31,831	35,810	39,789	47,746	55,704	59,683	71,620	79,577	99,472	119,366
0.9	7,074	10,610	14,147	17,684	21,221	24,757	28,294	31,831	35,368	42,441	49,515	53,052	63,662	70,736	88,419	106,103
1	6,366	9,549	12,732	15,915	19,099	22,282	25,465	28,648	31,831	38,197	44,563	47,746	57,296	63,662	79,577	95,793
1.5	4,244	6,366	8,488	10,610	12,732	14,854	16,977	19,099	21,221	25,465	29,709	31,831	38,197	42,441	53,052	63,662
2	3,183	4,775	6,366	7,958	9,549	11,141	12,732	14,324	15,915	19,099	22,282	23,873	28,648	31,831	39,789	47,746
2.5	2,546	3,820	5,093	6,366	7,639	8,913	10,186	11,459	12,732	15,279	17,825	19,099	22,918	25,465	31,831	38,197
3	2,122	3,183	4,244	5,305	6,366	7,427	8,488	9,549	10,610	12,732	14,854	15,915	19,099	21,221	26,526	31,831
3.5	1,819	2,728	3,638	4,547	5,457	6,366	7,276	8,185	9,095	10,913	12,732	13,642	16,370	18,189	22,736	27,284
4	1,592	2,387	3,183	3,979	4,775	5,570	6,366	7,162	7,958	9,549	11,141	11,937	14,324	15,915	19,894	23,873
4.5	1,415	2,122	2,829	3,537	4,244	4,951	5,659	6,366	7,074	8,488	9,903	10,610	12,732	14,147	17,684	21,221
5	1,273	1,910	2,546	3,183	3,820	4,456	5,093	5,730	6,366	7,639	8,913	9,549	11,459	12,732	15,915	19,099
5.5	1,157	1,736	2,315	2,894	3,472	4,051	4,630	5,209	5,787	6,945	8,102	8,681	10,417	11,575	14,469	17,362
6	1,061	1,592	2,122	2,653	3,183	3,714	4,244	4,775	5,305	6,366	7,427	7,958	9,549	10,610	13,263	15,915
6.5	979	1,469	1,959	2,449	2,938	3,428	3,918	4,407	4,897	5,876	6,856	7,346	8,815	9,794	12,243	14,691
7	909	1,364	1,819	2,274	2,728	3,183	3,638	4,093	4,547	5,457	6,366	6,821	8,185	9,095	11,368	13,642
7.5	849	1,273	1,698	2,122	2,546	2,971	3,395	3,820	4,244	5,093	5,942	6,366	7,639	8,488	10,610	12,732
8	796	1,194	1,592	1,989	2,387	2,785	3,183	3,581	3,979	4,775	5,570	5,968	7,162	7,958	9,947	11,937
8.5	749	1,123	1,498	1,872	2,247	2,621	2,996	3,370	3,745	4,494	5,243	5,617	6,741	7,490	9,362	11,234
9	707	1,061	1,415	1,768	2,122	2,476	2,829	3,183	3,537	4,244	4,951	5,305	6,366	7,074	8,842	10,610
9.5	670	1,005	1,340	1,675	2,010	2,345	2,681	3,016	3,351	4,021	4,691	5,026	6,031	6,701	9,377	10,052
10	637	955	1,273	1,592	1,910	2,228	2,546	2,865	3,183	3,820	4,456	4,775	5,730	6,366	7,958	9,549
11	579	868	1,157	1,447	1,736	2,026	2,315	2,604	2,894	3,472	4,051	4,341	5,209	5,787	7,234	8,681
12	531	796	1,061	1,326	1,592	1,857	2,122	2,387	2,653	3,183	3,714	3,979	4,775	5,305	6,631	7,958
13	490	735	979	1,224	1,469	1,714	1,959	2,204	2,449	2,938	3,428	3,673	4,407	4,897	6,121	7,346
14	455	682	909	1,137	1,364	1,592	1,819	2,046	2,274	2,728	3,183	3,410	4,093	4,547	5,684	6,821
15	424	637	849	1,061	1,273	1,485	1,698	1,910	2,122	2,546	2,971	3,183	3,820	4,244	5,305	6,366
16	398	597	796	995	1,194	1,393	1,592	1,790	1,989	2,387	2,785	2,984	3,581	3,979	4,974	5,968
17	374	562	749	969	1,123	1,311	1,498	1,685	1,872	2,247	2,621	2,809	3,370	3,745	4,681	5,617
18	354	531	707	884	1,061	1,238	1,415	1,592	1,768	2,122	2,476	2,653	3,183	3,537	4,421	5,305
19	335	503	670	838	1,005	1,173	1,340	1,508	1,675	2,010	2,345	2,513	3,016	3,351	4,188	5,026
20	318	477	637	796	955	1,114	1,273	1,432	1,592	1,910	2,228	2,387	2,865	3,183	3,979	4,775
21	303	455	606	758	909	1,061	1,213	1,364	1,516	1,819	2,122	2,274	2,728	3,032	3,789	4,547
22	289	434	579	723	868	1,013	1,157	1,302	1,447	1,736	2,026	2,170	2,604	2,894	3,617	4,341
23	277	415	554	692	830	969	1,107	1,246	1,384	1,661	1,938	2,076	2,491	2,768	3,460	4,152
24	265	398	531	663	796	928	1,061	1,194	1,326	1,592	1,857	1,989	2,387	2,653	3,316	3,979
25	255	382	509	637	764	891	1,019	1,146	1,273	1,528	1,783	1,910	2,292	2,546	3,183	3,820



Таблица соответствия обрабатываемых материалов

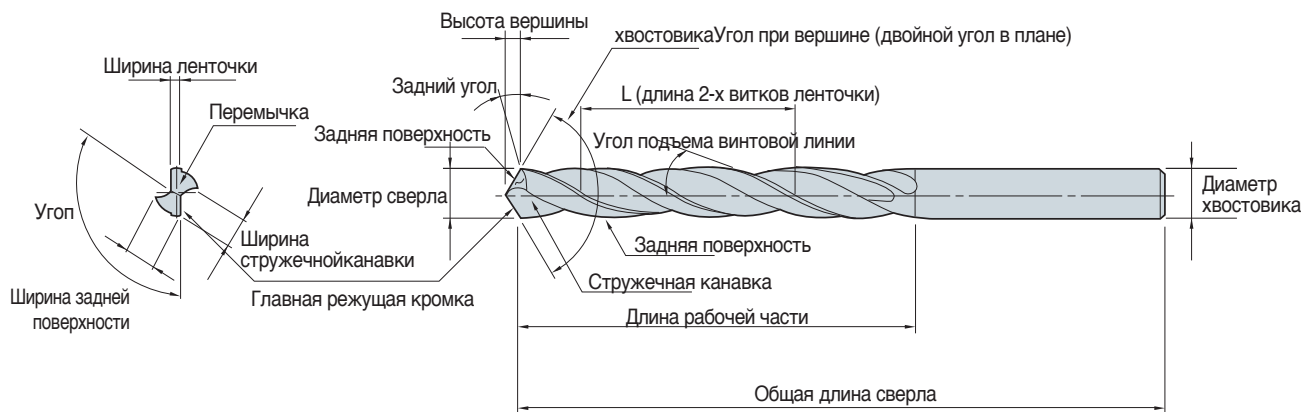
## Рекомендации по увеличению стойкости концевых фрез

Проблемы	Причины	Факторы, влияющие на стойкость																
		Режимы резания					Геометрические параметры инструмента					Марка сплава		Другие				
		Скорость резания	Подача	Глубина резания	СОЖ	Осевая подача	Задний угол	Передний угол	Длина рабочей части	Количество зубьев	Точность изготовления	Размер стружечной канавки	Прочность	Жесткость системы/СПИД	Machine rigidity	Твердость заготовки	Крепление заготовки	Вылет инструмента
Виды износа режущих кромок	Быстрый износ режущих кромок	↓	↑		●												↑	
	Выкрашивание		↓			↓	↓			●		↑			↓	↑	↓	
	Поломка		↓	↓				↓			↑		↑		↑	↓		
Низкое качество обработанной поверхности	Наростообразование	↑	↑		●		↑			●								
	Вибрации	↓				↓		↓					↑	↓	↑	↓		
	Малая глубина резания		↓	↓		↑	↑	↓								↓		
Неточность обработки	Неправильный выбор режимоврезания Неправильный выбор геометрифрезы	↑	↓			↓		↓	↑					↑	↓		↓	
Плохое стружкоудаление	Большие силы резания Недостаточный размер стружечнойканавки Неправильный выбор режимоврезания		↓	↓							↓	↑						

↑ : Увеличить ↓ : Уменьшить ● : Использовать ○ : Выбрать оптимально



## Термины и понятия

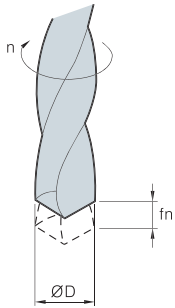


## Влияние геометрии на процесс резания

<b>Угол подъема винтовой канавки</b>	<p>При увеличении угла подъема винтовой линии эффективная мощность уменьшается, однако при большом увеличении угла уменьшается жесткость сверла.</p> <p>Уменьшение мощности сверления ◀ Больше - Больше ▶ Улучшение отвода стружки (для некоторых материалов)</p> <p>Обработка заготовок с высокой твердостью ◀ Больше - Больше ▶ Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п.</p>												
<b>Длина рабочей части</b>	<p>Рабочая часть сверла способствует отводу стружки и СОЖ. Слишком длинная рабочая часть снижает жесткость конструкции, а слишком короткая ухудшает отвод стружки и может привести к поломке инструмента.</p>												
<b>Угол при вершине сверла</b>	<p>Оптимальный выбор угла зависит от свойств обрабатываемого материала и влияет на значение осевой силы резания.</p> <p>Уменьшение осевой силы резания ◀ Больше - Больше ▶ Увеличение сопротивления осевой силе резания</p> <p>Увеличение крутящего момента ◀ Больше - Больше ▶ Увеличение вероятности образования заусенца</p> <p>Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п. ◀ Больше - Больше ▶ Обработка заготовок с высокой твердостью</p>												
<b>Ширина ленточки</b>	<p>Ленточки сверл служат направляющими. Плавное сопряжение спинки зуба и ленточки снижает концентрацию напряжений, возникающих при сверлении.</p> <p>Уменьшение сил трения между сверлом и заготовкой ◀ Больше - Больше ▶ Уменьшение сил трения между сверлом и заготовкой</p> <p>Увеличение увода сверла ◀ Больше - Больше ▶ Уменьшение увода сверла</p>												
<b>Ширина перемычки</b>	<p>Жесткость сверла зависит от ширины перемычки. Для эффективного центрирования при сверлении необходима достаточная ширина перемычки. В тоже время широкая перемычка увеличивает силы резания.</p> <p>Уменьшение силы резания ◀ Больше - Больше ▶ Увеличение силы резания</p> <p>Уменьшение жесткости сверла ◀ Больше - Больше ▶ Увеличение жесткости сверла</p> <p>Хороший отвод стружки ◀ Больше - Больше ▶ Плохой отвод стружки</p> <p>Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п. ◀ Больше - Больше ▶ Обработка заготовок с высокой твердостью</p>												
<b>Обратный конус</b>	<p>Drill diameter size is getting smaller from point to shank in order to avoid the friction between drill periphery and workpiece. The Уменьшить of diameter divided by flute length 100mm generally becomes 0.04~0.1mm. As for high performance drills and drills for hole shrinkage workpiece during operation have big back taper</p>												
<b>Заточка</b>	<p>Длина поперечной режущей кромки более, чем на 50% определяет осевую составляющую усилия резания. Поэтому при подточке необходимо уменьшить длину поперечной кромки. При этом уменьшится осевая сила резания и улучшится отвод стружки, но если она будет слишком тонкой, то уменьшится жесткость вершины.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип подточки перемычки</th> <th>Профиль поперечного сечения</th> <th>Общие характеристики</th> <th>Типы сверл KORLOY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Тип</td> <td></td> <td>Хорошее центрирование Значительная ширина перемычки Высокая жесткость</td> <td>Mach drill(MSD) Vulcan drill(VZD)</td> </tr> <tr> <td>S Тип</td> <td></td> <td>Универсальное применение Простота переточки</td> <td>Solid drill(SSD)</td> </tr> </tbody> </table>	Тип подточки перемычки	Профиль поперечного сечения	Общие характеристики	Типы сверл KORLOY	X Тип		Хорошее центрирование Значительная ширина перемычки Высокая жесткость	Mach drill(MSD) Vulcan drill(VZD)	S Тип		Универсальное применение Простота переточки	Solid drill(SSD)
Тип подточки перемычки	Профиль поперечного сечения	Общие характеристики	Типы сверл KORLOY										
X Тип		Хорошее центрирование Значительная ширина перемычки Высокая жесткость	Mach drill(MSD) Vulcan drill(VZD)										
S Тип		Универсальное применение Простота переточки	Solid drill(SSD)										



## Расчет технических параметров



Скорость резания	Подача	Угол подъема винтовой канавки	Машинное время
$vc = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$ (м/мин)	$fn = \frac{vf}{n}$ (мм/об)	$\delta = \tan^{-1} \left( \frac{\pi D}{L} \right)$	$T_{\text{маш.}} = \frac{ld}{n \cdot fn}$ (мин)
<ul style="list-style-type: none"> <li>vc : Скорость резания (м/мин)</li> <li>D : Диаметр сверла (мм)</li> <li>n : Число оборотов (мин-1)</li> <li>π : Константа (3.14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fn : Подача (мм/об)</li> <li>vf : Минутная подача (мм/мин)</li> <li>n : Число оборотов (мин-1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>δ : Угол наклона реж. кромки</li> <li>D : Диаметр сверла (мм)</li> <li>L : Длина 2-х витков ленточки (мм)</li> <li>π : Константа (3.14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tc : Машинное время (мин)</li> <li>n : Число оборотов (мин-1)</li> <li>ld : Глубина сверления (мм)</li> <li>fn : Подача (мм/об)</li> </ul>

### Крутящий момент и осевое усилие

$$Md = KD^2 \times (0.0631 + 1.686 \times fn) \text{ (кг·см)}$$

$$T = 57.95KDfn^{0.85} \text{ (кг)}$$

• Md : Крутящий момент (кг·см)      • fn : Подача (мм/об)  
 • T : Осевая сила резания (кг)      • K : Коэффициент  
 • D : Диаметр сверла (мм)

Обрабатываемый материал (SAE/AISI)	Предел текучести, кг/мм <sup>2</sup>	Твердость, НВ	Коэффициент К
Чугуны	Серые	21	1.00
	Ковкие	28	1.39
	Высокопрочные	35	1.88
Стали	1020 (Углеродистые стали С 0.2%)	55	2.22
	1112 (С 0.12, S 0.2%)	62	1.42
	1335 (Конструкционные стали, Mn 1.75%)	63	1.45
Хромо-никелевые стали	3115 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.5)	53	1.56
	3120 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.7)	69	2.02
	3140	88	2.32
Хромо-молибденовые стали	4115 (Cr 0.5, Mo 0.11, Mn 0.8)	63	1.62
	4130 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.5)	77	2.10
	4140 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.85)	94	2.41
Никеле-молибденовые стали	4615 (Ni 1.8, Mo 0.25, Mn 0.5)	75	2.12
	4820 (Ni 3.5, Mo 0.25, Mn 0.6)	140	3.44
Хромистые стали	5150 (Cr 0.8, Mn 0.8)	95	2.46
Хромо-ванадиевые стали	6115 (Cr 0.6, Mn 0.6, V 0.12)	58	2.08
	6120 (Cr 0.8, Mn 0.8, V 0.1)	80	2.22

### Расчет крутящего момента и осевой силы резания

$$Md = K_1 \cdot d^2 \cdot fn^m$$

$$T = K_2 \cdot d \cdot fn^n$$

• Md : Крутящий момент (кг·см)      • fn : Подача (мм/об)      • d : Диаметр сверла (мм)  
 • T : Осевая сила резания (кг)      • K1, K2, m, n : Эмпирические коэффициенты

Обрабатываемый материал	K1	m	K2	n
Низкоуглеродистая сталь	5.9	1.00	125.0	0.88
Кипящие стали	3.5	1.00	55.0	0.88
Латунь	2.5	0.94	44.4	0.87
Алюминий	1.5	0.90	33.3	0.78
Цинк	1.4	0.88	27.0	0.74
Оловянноцинковая бронза	2.0	0.94	21.6	0.75
Оцинкованное железо	0.3	0.57	6.4	0.55



## Рекомендации по увеличению стойкости сверл

Проблемы	Причины	Факторы, влияющие на стойкость																
		Режимы резания					Геометрические параметры инструмента					Марка сплава		Другие				
		Скорость резания	Подача	Пошаговая подача	Подача врезания	СОЖ	Задний угол	Двойной угол в плане	Угол разворота перемычки	Точность изготовления	Размер стружечной канавки	Ширина перемычки	Прочность	Твердость	Жесткость системы СПИД	Вибрации станка	Зажимная втулка	Крепление заготовки
Выкрашивание	• Ослабленная режущая кромка (малый угол заострения)						↓		↓	↑			↑					
	• Высокая скорость резания	↓				●												
	• Значительный износ режущей кромки					●	↓		↓	↑			↑					
	• Вибрации	↓												↑	↓		●	
Истирание	• Завышенная скорость резания (катастрофический износ)	↓				●												
	• Недостаточное уменьшение скорости резания (катастрофический износ вершины)	↑				●												
Плохой отвод стружки	• Витая стружка	↑	↑			●			↓									
	• Пакетирование стружки в стружечной канавке	↑	↑															
	• Подгорание стружка	↑				●												
Низкая точность и качество обработанного отверстия	• Низкая точность крепления инструмента				↓			↓	↓					↑	↓		●	
	• Неправильный выбор двойного угла в плане		↓					↑	↓									
	• Низкая скорость резания (неправильный выбор марки сплава)	↑				●	↓	●					↑					
Поломка	Период технологической приработки	• Низкое качество обработанной поверхности			●	↓											●	
		• Недостаточная жесткость системы СПИД												↑				●
		• Неправильный выбор режимов резания	↑	↓														
	Период нормального износа	• Увод сверла	↑						↑							↓	●	
		• Пакетирование стружки в стружечных канавках		↓	●							↑						

↑ : Увеличить ↓ : Уменьшить ● : Использовать ○ : Выбрать оптимально





 Таблица выбора диаметра сверла под нарезаемую резьбу

● Резьба с основным шагом

Обозначение резьбы				Диаметр сверла
M1	X	0.25		0.75
M1.1	X	0.25		0.85
M1.2	X	0.25		0.95
M1.4	X	0.3		1.1
M1.6	X	0.35		1.25
M1.7	X	0.35		1.35
M1.8	X	0.35		1.45
M2	X	0.4		1.6
M2.2	X	0.45		1.75
M2.3	X	0.4		1.9
M2.5	X	0.45		2.1
M2.6	X	0.45		2.2
M3	X	0.6		2.4
M3	X	0.5		2.5
M3.5	X	0.6		2.9
M4	X	0.75		3.25
M4	X	0.7		3.3
M4.5	X	0.75		3.8
M5	X	0.9		4.1
M5	X	0.8		4.2
M5.5	X	0.9		4.6
M6	X	1		5
M7	X	1		6
M8	X	1.25		6.8
M9	X	1.25		7.8
M10	X	1.5		8.5
M11	X	1.5		9.5
M12	X	1.75		10.3
M14	X	2		12
M16	X	2		14
M18	X	2.5		15.5
M20	X	2.5		17.5
M22	X	2.5		19.5
M24	X	3		21
M27	X	3		24
M30	X	3.5		26.5
M33	X	3.5		29.5
M36	X	4		32
M39	X	4		35
M42	X	4.5		37.5
M45	X	4.5		40.5
M48	X	5		43

● Резьба с мелким шагом

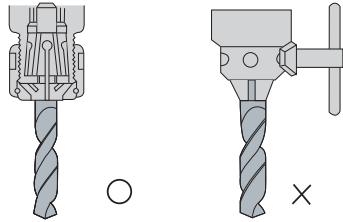
Обозначение резьбы				Диаметр сверла
M2.5	X	0.35		2.2
M3	X	0.35		2.7
M3.5	X	0.35		3.2
M4	X	0.5		3.5
M4.5	X	0.5		4
M5	X	0.5		4.5
M5.5	X	0.5		5
M6	X	0.75		5.3
M7	X	0.75		6.3
M8	X	1		7
M8	X	0.75		7.3
M9	X	1		8
M9	X	0.75		8.3
M10	X	1.25		8.8
M10	X	1		9
M10	X	0.75		9.3
M11	X	1		10
M11	X	0.75		10.3
M12	X	1.5		10.5
M12	X	1.25		10.8
M12	X	1		11
M14	X	1.5		12.5
M14	X	1		13
M15	X	1.5		13.5
M15	X	1		14
M16	X	1.5		14.5
M16	X	1		15
M17	X	1.5		15.5
M17	X	1		16
M18	X	2		16
M18	X	1.5		16.5
M18	X	1		17
M20	X	2		18
M20	X	1.5		18.5
M20	X	1		19
M22	X	2		20
M22	X	1.5		20.5
M22	X	1		21
M24	X	2		22
M24	X	1.5		22.5
M24	X	1		23
M25	X	2		23
M25	X	1.5		23.5
M25	X	1		24
M26	X	1.5		24.5
M27	X	2		25



## Рекомендации

### Выбор сверлильного патрона

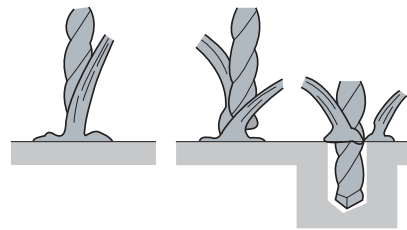
- Высокая точность обработки может обеспечиваться только при точном базировании и жестком закреплении сверла



• Цанговый патрон      • Сверлильный патрон

### Применение СОЖ

- Необходимо следить за достаточной подачей СОЖ в зону резания
- Нормальное давление : 3~5 кг/см, расход СОЖ : 2~5л/мин



• Подача СОЖ в зону обработки

### Установка сверл

- Для обеспечения высокой точности обработки и стойкости инструмента, допускается радиальное биение не более 0,02мм
- Рабочая часть не может быть базой крепления

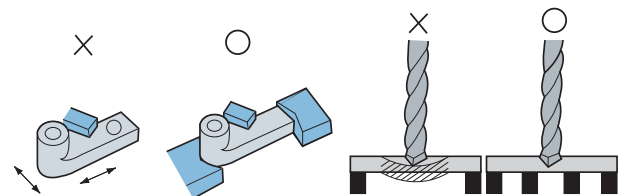


• Радиальное биение не более 0,02мм

• Не рекомендуется базировать сверло (сверлильный патрон) по рабочей части

### Установка обрабатываемой детали

- Точность установки и жесткость закрепления заготовки обеспечивает высокую точность обработки



• Ось обрабатываемого отверстия не должна иметь значительные отклонения от вертикали

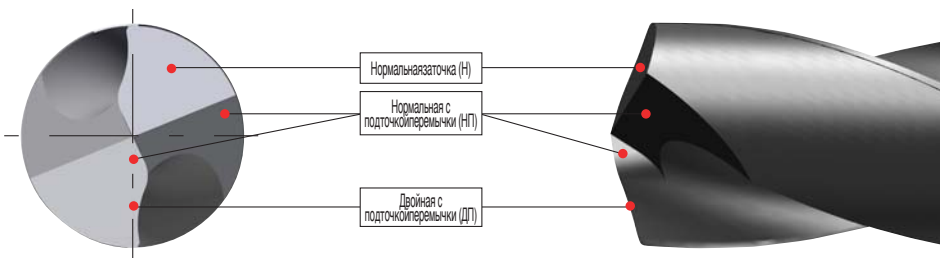
• Учитывайте жесткость заготовки, т.к. изгиб может стать причиной сколов

## Примечание

- Для увеличения срока эксплуатации необходимо перетачивать сверла даже при маленьких сколах или износах.
- Общий размер срезаемого слоя при переточке по задней поверхности не должен превышать 1,5мм.
- Наличие трещин исключает возможность заточки.
- При заточке сверл рекомендуется применять заточные станки с ЧПУ.

## Процесс заточки сверл

### Метод заточки (серия MACH drill)



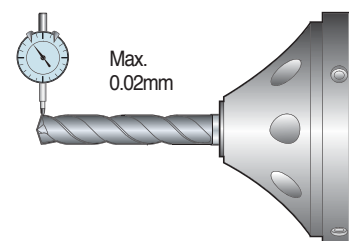
#### 1) Подготовка

- Определить необходимость переточки. Проверить наличие сколов и износа. Если скол достаточно большой, то убрать грубой заточкой.



#### 2) Операция заточки

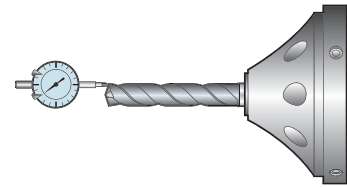
- Установить и закрепить заготовку в патрон. Биение патрона не должно превышать 0,02мм.



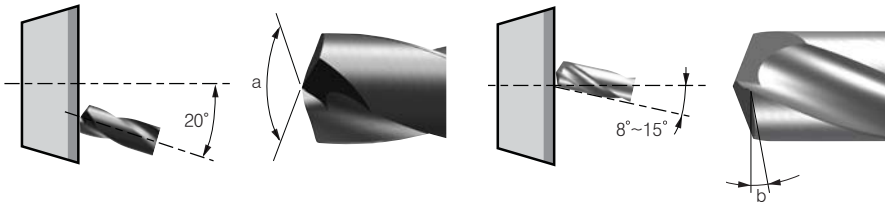
### 3) Нормальная заточка сверл (Н)

- Проверить повреждение и износ по конической поверхности.
- Убрать неровности при помощи шлифовального круга, как указано на рис. Шероховатость не должна превышать 0,02мм.

Угол при вершине(a) : 140°  
Вспомогательный угол(b) : 8°~15°



Максимальное различие вершин реж.кромки - 0.02мм



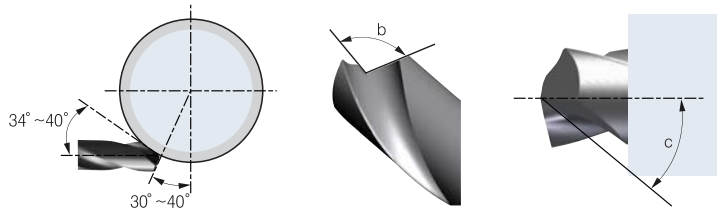
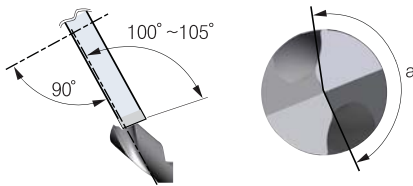
### 4) Нормальная с подточкой перемычки (НП)

- Обратите внимание, что отклонение оси перемычки и оси сверла не должно превышать 0,03 - 0,08мм (для правильной балансировки).
- Ось сверла должна быть наклонена на 34°~40° относительно касательной шлифовального круга.

Угол разворота перемычки относительно линии режущей кромки(a) : 155°~160°

Угол наклона винтовой линии(b) : 100°~105°

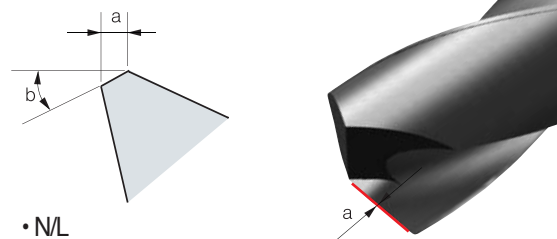
Угол установки шлифовального круга относительно оси сверла(c) : 34°~40°



### 5) Двойная с подточкой перемычки (ДП)

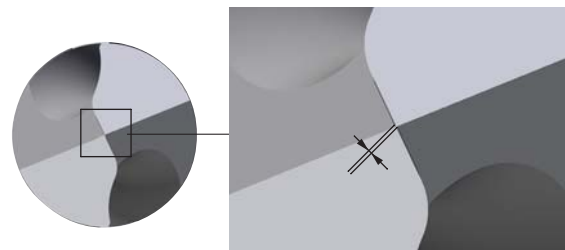
- Окончательная заточка производится алмазным надфилем.
- Первоначально необходимо обработать плоскость по всей длине режущей кромки. Затем окончательно довести при помощи алмазной пасты.

Ширина N/L (a): 0.05мм~0.16мм / угол N/L (b): 24°~26°



### ● TIP

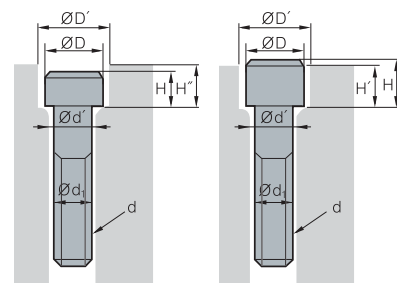
- Вершина сверла
- При отсутствии перемычки допускается смещение вершины сверла не более 0,10мм.
- Рекомендации для выбора размера зерна
  - Алмазный круг : 240~400 mesh
  - Алмазный надфиль : 400~600 mesh
  - Алмазная паста : 800~1500 mesh



## 🎯 Рекомендуемые геометрические размеры отверстий

### ● Размеры отверстий для стандартных винтов

ISO (d)	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Ød <sub>i</sub>	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Ød'	3.4	4.5	5.5	6.5	8.5	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
ØD	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
ØD'	5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11.0	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13.0	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



## Таблица соответствия стружколомов

Область применения		KORLOY	KYOCERA	TAEGUTEC	SUMITOMO	SANDVIK	KENAMETAL	ISCAR	WLATER	MITSUBISHI	SECO		
Отрицательная геометрия	Сталь	Ultra-Finishing	- VL	DP (G) GP, PP	- FA	- FA, FL	- QF	FF(G) UF	- SF	- NF3	PK(G) FH,FS	- FF1	
		Чистовое точение	VF VB	HQ -	FG SF	LU, SU SE	PF 61	FN -	NF F3M	NF4 PF5	SH, C LP	FF2 -	
		Получистовое точение	VQ, HC VC	CQ PQ	MC FC	SX -	- -	- -	LF, CT -	TF -	NS6 MP3	SA, C() MV	MF2, MF3 MF5
		Универсальное применение	GM, HM, VM -	HK, CS GS HS, PS -	MP, MT PC	GU, UX GE	QM, SM PM	MP, MN -	GN M3M	NM4, NP5 NM5, NM6	MA, MH MP	M3, M5 -	
		Черновое точение	B25 HR, GR	PT, GT, HT, PH	RT	- MU, ME, MX	- PR	- RN	- NR, R3M	- NM9, PP5	- -	GH, RP	M5 MR5, MR6, MR7
		Тяжелое черноточение	GH VH VT	PX HX -	RH, RX HZ HT, HY	HG, MP HP HU, HW, HF	PR QR HR	RH RM MM	NM HR -	NR4, NRF NR8 -	HZ HV, HX, HAX HBS, HCS, HDS, HXD	R4, R5 R6, R7, R8 RR6, PR9, R56, R57, R68	
	низкоуглеродистая сталь	мягкая сталь	VL -	XF, XP, XP-T XQ, XS	SF -	FL -	LC -	- -	- -	- -	FY SY	- -	
	быстрая подача	быстрая подача резание	VW LW -	WP WQ -	WS WT -	LUW, SEW GUW -	WF, WL WM, WMX WR	FW MW RW	WF WG -	NF NM -	SW MW -	FF2, MF2 MF5, M3 R4, R7	
	Область применения	шахтный ствол	SH KNUX-	CJ, ST KNMX-	FS, VF, FX KNUX-	HM -	K KNUX-71	- -	- -	- -	ES KNMX-19	UX -	
	M	Обработка нержавеющей стали	HA, VP2 GS, HS VM	MQ, GU HU, TK, MU MS	EA MP, EM ET	SU EX, GU MU, HM	MF MM MR	FP MP RP	F3P M3M R3M	NF4 NM4 NR4	LM MA, GM, MM RM	MF1 MF3 M5	
K	Обработка чугуна	VM GR, VK -MA	C ZS -MA, GC	MT RT KT -MA	UZ UX, GZ -MA	KF KM KR	FN RP UN	TF GN -MA	NM, MK5 NM5, RK5 -MA, MK5	LK MA, MK GH, -MA, RK	M4 M5 MR7		
S	HRSA	VP1 VP2 VP3 VM	MQ TK MS, MU -	EA ML EM ET	EF UP, EG EX MU	- 23.SR Xcel-SM -	FS, LF MS MP RP	PF PP VL -	NF4 - NM4 NR4	FJ(G), LS MJ MS, MS GJ, RS	M1 MF1 MF4 MR4		
N	Обработка алюминия	HA	AH	ML	UP (GX), AG	23	MS	PP	-	MJ	MF1		
Положительная геометрия	Область применения	Чистовое точение	VL VF	XP GP	FA -	LU FP, FC, SI	PF UF	UF -	- PF	PF PF, PF2	FV SV	FF1 F1	
		Получистовое точение	- HMP	XQ HQ, CK	FG PC	- SU, SC	PM UM	LF -	14 SM	- PF4, PF5	- MV	MF2 F2	
		Черновое точение	C25	-	MT	MU	PR, UR	MF	-	PM5	-	M5	
	быстрая подача	- -	- -	- WT	LUW -	WF WM	FW MW	WF -	PF PM	PF MW	SW MW	F1 F2	
		нержавеющая сталь для HRSA	VP1 -	CF, GF, GQ MQ	FG SA	FC -	KF KM	LF MF	PF SM	PM PM5	FJ, LM AM, MM	F1 MF2	
	Обработка чугуна	HMP C25	GK HQ	PC MT	MU C/B	UM KR	LF MF, UF	17 19	- C/B	- F	- F	M3 M5	
		Обработка алюминия	AK, AR	AH	FL	AW, AG	AL	HP	AS, AF	PM2	F	AL	
точная механика (класс допуска G&E)	KF, KM	FSF, USF	GF, FF	FY, FX, FZ	UM	-GH	LF, RF, XL	-	F, SR, SS, SM	UX			



## Таблица сплавов KORLOY

Тип	ISO	марка сплава	Диапазон применения по ISO	Область применения	Точение	Фрезерование	Поверхность	Канавка	Резьба	Отрезка	Сверление	Монолитные сверла	Концевые фрезы	Покрытие	
CVD	P	NC3010	P05-P15	Чистовое точение стали	●			●		●					
		<b>News</b> NC3220	P15-P25	Получистовое точение стали	●			●		●					
		NC3120	P15-P25	Универсальное точение стали	●		●	●		●					
		NC3030	P25-P35	Черновое точение стали	●			●		●					
		<b>News</b> NC5330	P30-P40	Обработка низкоуглеродистых и штамповых сталей	●	●	●	●		●	●				
		NC500H	P25-P35	Тяжелое черновое точение	●						●				
		NCM325	P20-P30	Высокоскоростное фрезерование стали		●				●		●			
		NCM335	P30-P40	Тяжелое черновое фрезерование стали Высокоскоростное фрезерование чугуна		●									
	K	<b>News</b> NC6205	K01-K10	Чистовое точение серого и ковкого чугуна	●				●						
		<b>News</b> NC6210	K05-K15	Универсальное точение серого и ковкого чугуна	●				●						
		NC315K	K10-K20	Низкоскоростное черновое точение чугуна	●				●						
		NC5330	K20-K30	Универсальная обработка чугуна	●	●			●		●				
	M	NC9025	M25-M35	Точение нержавеющей стали	●										
		NC5330	M25-M35	Универсальная обработка 1-ый выбор		●	●	●		●	●				
NCM325		M20-M30	Высокоскоростное фрезерование нержавеющей стали		●				●	●					
NCM335		M30-M40	Черновое фрезерование нержавеющей стали		●										
S	NC5330	S20-S30	Черновое точение жаропрочных сплавов	●		●	●		●	●					
PVD	P	PC230	P15-P30	Чистовое и получистовое фрезерование стали		●			●		●				
		PC3600	P25-P35	Получистовое и черновое фрезерование стали 1-ый выбор		●	●	●	●		●				
		PC5300	P30-P40	Получистовая и черновая обработка стали	●	●	●	●	●	●					
		PC3545	P35-P45	Получерновое, черновое и тяжелое фрезерование стали		●									
		PC3030T	P20-P30	Резьбонарезание стали					●						
		PC203F	P01-P10	Высокоскоростное фрезерование стали											
		PC210F	P10-P20	Универсальное высокоскоростное фрезерование стали											



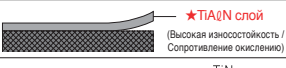
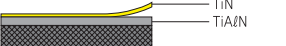
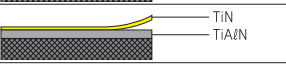
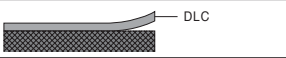
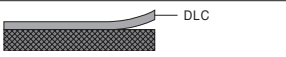
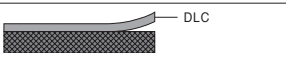
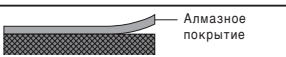
## Таблица сплавов KORLOY

Тип	ISO	марка сплава	Диапазон применения по ISO	Область применения	Точение	Фрезерование	Поверхность	Канавка	Резьба	Отрезка	Сверление	Монолитные сверла	Концевые фрезы	Покрытие	
PVD	P	PC3600	P15-P35	Универсальное фрезерование стали		●								★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
		PC220	P15-P35	Универсальное фрезерование стали для Концевые фрезы									●	★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
		PC205F	P15-P30	Универсальное сверление D<20мм									●		TiAlN
	K	PC8110	K01-K15	черновое фрезерование чугуна	●	●		●							★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC6510	K01-K15	Высокоскоростное фрезерование чугуна		●			●			●			TiN TiAlN
		PC5300	K15-K25	Получерновая и черновая обработка чугуна	●	●	●	●	●	●	●	●			★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC203F	K01-K10	Высокоскоростное фрезерование чугуна										●	★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC220	K15-K35	Универсальное фрезерование чугуна										●	★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC205F	K10-K20	Универсальное сверление D<20мм										●	TiAlN
		PC215K	K15-K30	Получерновое и черновое фрезерование чугуна		●	●	●	●	●	●	●			TiAlN
	M	PC8110	M01-M10	Чистовое и получистовое безударное точение нержавеющей стали	●			●			●				★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC5300	M20-M35	Получистовая и черновая обработка нержавеющей стали	●	●	●	●	●	●	●	●			★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC9030	M20-M35	Получерновое и черновое точение нержавеющей стали	●		●	●			●				TiAlN
		PC9530	M20-M35	Получерновое и черновое фрезерование нержавеющей стали		●						●			TiAlN
		PC3545	M30-M50	Тяжелое черновое фрезерование нержавеющей стали		●									TiN TiAlN
		PC3030T	M20-M30	Резьбообработка нержавеющей стали							●				TiAlN
		PC210	M15-M30	Универсальное фрезерование нержавеющей стали										●	★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC205F	M15-M30	Универсальное сверление D<20мм										●	TiAlN
	S	PC8110	S01-S20	Чистовое и получистовое безударное точение жаропрочных сплавов	●			●			●				★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
		PC5300	S15-S25	Получистовая и черновая обработка жаропрочных сплавов	●	●	●	●	●	●	●	●			★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
PC3545		S30-S50	Тяжелое черновое фрезерование жаропрочных сплавов		●									TiN TiAlN	
PC210		S15-S30	Универсальное фрезерование жаропрочных сплавов										●	★TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
PC205F		S15-S25	Универсальное сверление D<20мм										●	TiAlN	



Таблица соответствия обрабатываемых материалов

## Таблица сплавов KORLOY

Тип	ISO	марка сплава	Диапазон применения по ISO	Область применения	Точение	Фрезерование	Поверхность	Канавка	Резьба	Отрезка	Сверление	Монолитные сверла	Концевые фрезы	Покрытие	
Твердый сплав без покрытия	P	A30	P25-P35	Универсальное точение стали	●		●		●	●					
	K	H01	K05-K15	Чистовая обработка чугуна и цветного металла	●			●				●	●		
		H05	K05-K15	чистовая обработка чугуна	●	●									
		G10	K15-K25	Получистовая обработка чугуна и цветных металлов	●	●		●							
	N	H01	N05-K15	Чистовая обработка чугуна и цветного металла	●			●			●		●		
Кермет	P	CC105	P01-P10	Финишные высокоскоростные токарные операции при обработке стали	●										
		CC115	P10-P20	Высокоскоростное получистовое точение стали	●										
		CC125	P15-P25	Получистовое и черновое фрезерование стали	●										
		CN1000	P05-P15	Чистовое высокоскоростное точение стали	●										
		CN20	P15-P25	Универсальная обработка стали	●	●		●	●	●					
		CN2000	P10-P20	Получистовая и получерновая обработка стали	●	●		●		●					
	CN30	P20-P30	Черновое фрезерование стали	●											
K	CN1000	K05-K10	Чистовое высокоскоростное точение чугуна	●											
Кубический нитрид бора KHB cBN	H	KB410	H01-H10	Высокоскоростное точение материалов высокой твердости. Для непрерывного резания	●										
		KB420	H05-H15	Высокопроизводительное точение материалов высокой твердости	●										
		DBN210	H10-H20	Высокоскоростное точение материалов высокой твердости. Допускаются легкие удары во время обработки	●										
		KB425	H15-H25	Высокоскоростное точение материалов высокой твердости. Допускается прерывистое резание	●										
		KB320	H15-H25	Универсальное точение материалов высокой твердости	●										
		DBN350	H25-H35	Универсальное точение материалов высокой твердости. Допускается тяжелое прерывистое резание	●										
	K	KB350	K01-K10	Универсальное точение чугунов высокой твердости	●										
	KB370	K05-K15	Высокоскоростная обработка чугунов и высоколегированных сплавов	●	●										
Поликристаллический алмазПКА(РРСА)	N	DP90	N01-N10	Точение твердого сплава, керамики, алюминиевых сплавов с содержанием кремния Si > 12%, горные породы, камни. Размер PCD зерна 50мкм	●										
		DP150	N05-N15	Точение алюминиевых сплавов с содержанием кремния Si > 12%, медных сплавов, резина, дерева, графита. Размер PCD зерна 5мкм	●										
		DP200	N10-N20	Прецизионная обработка алюминиевых сплавов, пластика, дерева. Размер PCD зерна 0,5мкм	●										
Покрытие DLC	N	PD1000	N01-N20	Точение цветных металлов, алюминиевых сплавов с содержанием кремния 7% < Si < 13%	●										
		PD2000	N01-N20	Фрезерование цветных металлов, алюминиевых сплавов с содержанием кремния 7% < Si < 13%		●									
		PD3000	N01-N20	Концевое фрезерование цветных металлов, алюминиевых сплавов с содержанием кремния 7% < Si < 13%								●			
Алмазное покрытие	N	ND1000	N01-N20	Точение цветных металлов и графита	●										
		ND2000	N01-N20	Фрезерование цветных металлов и графита		●									
		ND3000	N01-N20	Концевое фрезерование цветных металлов и графита								●			



## Таблицы соответствия марок твердых сплавов для точения

### Твердый сплав без покрытия

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAECUTEC	NTK	DIJET									
Точение	P	ST50E ST10	ST10P ST20E	PW30	IC50M IC54	S1P SM30 S30T S6	TTX TTM TTR	K45 KM K420	TX10S TX20	ST10T ST120T	SRN5 WS20B	S1F	P10 P20											
		ST20 MA2 ST30 ST30A ST30N ST40E														A30	IC50M IC54	AT10 AT15 TTR	K2885 K2S	TX30	UT120T	EX35 EX40 EX45	VC6 VC5 VC56	P30 P40
		U10 U20 A40														U10E U2 A30 A40		H13A H10F		TU10 TU20 TU40	UTi20T	WAM10B EX35	VC27 VC28	M10 M20 M40
Точение	K	H02 H01 H05 H10 G10	H1	KW10H	IC4 IC20 IC28	H1P H10F	THM THR	K68 K8735	TH03 TH10 KS20	HTi10T HTi20T	WH05 W10 WH20	VC3 VC2 VC1	K10 K20 K20M K30											

### CVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAECUTEC	NTK	DIJET	
Точение	P	NC3010 NC3220*	AC810P AC820P	CA5505 CA5515 CA5525	IC8150 IC8250	GC4205 GC4215 GC4225	TP0500 TP1500 TP2500	KCP05 KCP10 KCP25	T9105 T9115 T9125	UE6105 UE6110 UE6020	HG8010 HG8025	VP5515 VP5525	WPP01 WPP05 WPP10 WPP20	TT8115 TT8125	CP5	JC110V JC215V
		NC3120 NC3030 NC5330*	AC830P	CA5535	IC8350	GC4235	TP3500	KU30 KCP40	T9135	UE6035	GM8035	VP5535	WPP30	TT8135		JC325V
		NC500H												TT7100		JC450
Точение	M	NC9020	AC610M	CA6515	IC8250	GC2015	TM2000	KCM15 KCM25 KCM35	T6020	US7020	GM25	VP8515	WAM10	TT9215 TT9225 TT9235		TT9215 TT9225 TT9235
		NC9025	AC630M	CA6525	IC8350	GC2025	TM4000		T6030	US735	GX30	VP8525	WAM20			
Точение	K	NC6205*	AC410K AC420K	CA4505 CA4515 CA4120	IC5005 IC5010	GC3205 GC3210 GC3215	TK1001 TK2001	KCK05 KCK15 KCK20	T5105 T5115 T5125	UC5105 UC5115	HG3505 HG3515	VP1505 VP1510 VP5515	WAK10 WAK20	TT1300 TT7310	CP2 CP5	JC105V JC110V JC215V

### PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAECUTEC	NTK	DIJET			
Точение	P	PC230	PR1005 PR915 PR1115 PR930 PR1025 PR630 PR660	IC507 IC808*	GC1025	CP200	KU10T KU25T	AH710	GH730	IP2000	VC907 VC927	WTA43	TT5030		JC5003			
		PC5300*		IC830*		CP250		AH330 AH740 AH120 GH330			IP3000					VC905	WTA41	JC5015
		PC3545		IC330*		CP500		VP15TF VP20MF										
Точение	M	PC8110*	AC510U EH510Z	PR915 PR930	IC907	GC1005 GC1105*	CP200 CP250	KC5010 KC5510*	AH330 GH330 AH120 GH730 AH140	VP05RT VP10RT	IP50S* IP100S*	VC929 VC927 VC902 VC901 VC905	TT5030	ZM3 QM3 VM1 TAS	JC5003 JC5015			
		PC5300*	AC520U EH520Z	PR1125 PR630 PR660	IC3028 IC830*	GC1020 GC1025 GC4125	CP500	KC5025 KC5525	VP15TF VP20MF									
Точение	K	PC5300*	EH510Z EH520Z		IC5100* IC810*	CP200 CP250 CP500		AH110 GH110 AH120		CY110H	VC929 VC903 VC927 VC902 VC901 VC907		TT5030					
		PC8110* PC5300*	AC510U AC520U	PR915 PC660	IC808*	GC1105 GC1025	TS2000* CP500 TS2500*	KC5010 KC5025	AH110 AH120	VP05RT VP10RT VP15TF				TT5030				

### PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAECUTEC	NTK	DIJET	
Точение	P	CN1000	T110A T2000Z*	PV30* TN30	IC20N IC520N	CT5015	CM C15M	HT2 KT125	NS520 GT530*	NX2525 NX3035	CH350 CZ25*	VC83	WTA43* WTA41*	PV3010* CT3000	T3N T15 N20	LN10 CX50 CX75
		CC115* CN2000 CN20	T1500A* T3000Z*	PV60* TN60 TN6020 TN90	IC30N IC530N	CT525 GC1525*	TP1020 TP1030*	HT5 KT175 KT195M	NC530 NC540 NC730	UP35N* AP25N* NX335	CH530 CH550 CH570				C30 N40	CX90 CX99
			T1500A*							NX2525						
Точение	K	CN1000	T110A T1500A*							NX2525			CT3000	T15	LN10 CX75	

★ : Кремет с покрытием PVD    ★ : Новые сплавы



Таблица соответствия обрабатываемых материалов



## Таблица соответствия марок твердого сплава для фрезерования

### CVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENNAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAE CUTEC	NTK	DIJET
Milling <b>P</b>	NC5330*	ACP100		IC5400	GC4220	MP1500						WQM15	TT7400		
	NCM325				GC4230	MP2500 T25M			FH7020			WKP25 WQM25			
	NCM335				GC4240	T350M		T3130	F7030		SM245	WKP35 WQM35	TT7800		
Milling <b>M</b>	NC5330*														
	MCM325 NCM335				GC2040	MP2500 GC2040		T3130	F7030			WQM25 WTP35			
Milling <b>K</b>	NC5330*	ACK200		IC5100	GC3220	MK1500 MK3000	KC992M	T1115 T1015	MC5020		V01 VN8	WAK15 WKP25 WKP35	TT6800		

### PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENNAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAE CUTEC	NTK	DIJET
Milling <b>P</b>	PC210F									ATH80D PCA08M ACS05E PCA12M PC20M JX1005 TB6005 JX1020 CY9020					
	PC3600 PC3500	ACZ310		IC903 IC908 IC950		MP3000*			AP20M GP20M						JC5003
		ACP200	PR730	IC903 IC908 IC950		F25M F30M	KC522M KUC20M	GH330			VC935		TT7070 TT7080 TT7030		JC5015
		ACZ330	PR830 PR630	IC1008	GC1025 GC1030		KC525M KUC30M	AH120	VP15TF					QM3 ZM3	JC5030 JC5040
	PC5300*	ACP300 ACZ350							UP20M	TB6045 CY250 PTH30E					
Milling <b>M</b>	PC3545		PR660	IC928	GC1030	F40M T60M	KC935M KC7140 KC720		VP30RT				TT8020		
			PR730	IC903			KC5510 KC7020			JX1020 CY9020 JX1015 TB6020 CY250				QM3 ZM3	JC5003
	PC5300*	ACP200	PR1025 PR630 PR660	IC900 IC250 IC928	GC1125 GC1025 GC2030 GC1030	F25M F30M	KC522M KC725M KC735M KC7030	AH120			VC928 VC902 VC901		TT9030		JC5015
	PC9530 PC3545	ACP300 ACZ350		IC928	GC1030	F30M	KC7030	AH140		JX1045 TB6045		WQM35	TT9080		JC5030 JC5040
Milling <b>K</b>	PC8110* PC6510		PR510 PR905	DT7150 IC900 IC910 IC950 IC350			KC510M KC915M		VP10MF VP15TF		VC903 VC928		TT6290		JC5003
	PC5300*						KC520M	AH120	VP20RT		VC902 VC901		TT6030 TT6060		JC5015
Milling <b>S</b>	PC5300*	AC520U	PC660	IC328	GC1025	TS2500	KC510M		VP15TF	ACS05E			TT9030		

### Кермет

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENNAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAE CUTEC	NTK	DIJET
Milling <b>P</b>	CN2000 CN20 CN30	T250A	TN100M TC60M	IC30N				NS540 NS740	NX2525 NX4545	CH550 CH570			CT3000 CT7000	C50	
		T250A				CT530									
									NX2525						

★ : Кермет с покрытием PVD    ★ : Новые сплавы



