



Техническая информация



Техническая информация

- L02 Таблица соответствия обрабатываемых материалов
- L06 Классификация обрабатываемых материалов
- L07 Международная система единиц
- L08 Таблица соответствия твердостей
- L09 Свойства сплавов KORLOY

Техническая информация

- L10 Точение
- L20 Фрезерование
- L24 Типы хвостовиков
- L27 Концевые фрезы
- L30 Сверла

Техническая информация

- L36 Классификация обрабатываемых материалов
- L37 Таблица сплавов KORLOY
- L40 Таблицы соответствия марок твердых сплавов для точения
- L41 Таблица соответствия марок твердого сплава для фрезерования



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	30 Г	
	SM35C	C35 C35E4 C35M2	S35C	1035	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	35 Г	
	SM40C	C40 C40E4 C40M2	S40C	1039 1040	080M40 C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	40 Г	
	SM43C	-	S43C	1042 1043	080A42	-	-	40 Г	
	SM45C	C45 C45E4 C45M2	S45C	1045 1046	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	45 Г	
	SM48C	-	S48C	-	080A47	-	-	45 Г	
	SM50C	C50 C50E4 C50M2	S50C	1049	080M50 C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	50 Г	
	SM53C	-	S53C	1050 1053	-	-	-	50 Г	
	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	60 Г	
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(20XHM)	
		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)	22Mn6(H)	SMn420(H)	1522(H)	150M19	-	-	-
		SMn433(H)	-	SMn433(H)	1534	150M36	-	-	30 Г 2 35 Г 2 35 Г 2 40 Г 2 40 Г 2 45 Г 2
		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				
	SKH53	HS6-5-3	SKH53	M3-2				
	SKH54	HS6-5-4	SKH54	M4	BM 35	S6/5/2/5	6-5-2-5	
	SKH55	HS6-5-2-5	SKH55	M 35				
	SKH56	-	SKH56	M36				
	SKH57	HS10-4-3-10	SKH57	-				
	SKH58	HS2-9-2	SKH58	M7				
	SKH59	HS2-9-1-8	SKH59	M42				
	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	-					
STS31	105WCr1	SKS31	-					
STS93	-	SKS93	-					
STS94	-	SKS94	-					
STS95	-	SKS95	-	BD3	X210Cr12	Z200C12		
STD1	210Cr12	SKD1	D3	BA2	X100CrMoV5 1	Z100CDV5		
STD11	-	SKD11	D2					
STD12	100CrMoV5	SKD12	A2	BH21	X30WCrV9 3	Z30WCV9		
STD4	-	SKD4	-					
STD5	X30WCrV9-3	SKD5	H21	BH13	X40CrMoV5 1	Z40CDV5		
STD6	X37CrMoV5-1	SKD6	H11					
STD61	X40CrMoV5-1	SKD61	H13					
STD62	X35CrWMoV5	SKD62	H12					
STD7	32CrMoV12-28	SKD7	H10	55NiCrMoV6	55NCDV7			
STD8	-	SKD8	H19					
STF3	-	SKT3	-					
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	Аустенитные 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			302S25			12X18H9
		STS301J1		SUS301J1						
		STS302		SUS302	S30200 302			X10CrNiS18-9	Z12CN18-09	
		STS302B	X12CrNiSi18-9-3	SUS302B	S30215 302B		303S21			12X18H10E
		STS303	X10CrNiS18-9	SUS303	S30300 303		303S41		Z8CNF18-09	
		STS303Se		SUS303Se	S30323 303Se			X5CrNi18-10		08X18H10
		STS303Cu		SUS303Cu			304S31			
		STS304	X5CrNi18-9	SUS304	S30400 304			X2CrNi19-11	Z7CN18-09	03X18H11
			X2CrNi18-9				304S11			
		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		
	STS316	X5CrNiMo17-12-2	SUS316	S31600 316			X2CrNiMo17-13-2	Z7CND17-12-02		
		X3CrNiMo17-12-3				316S11	X2CrNiMo17-14-3	Z6CND18-12-03	03X17H14M3	
	STS316L	X2CrNiMo17-12-2	SUS316L	S31603 316L				Z3CND17-12-02		
		X2CrNiMo17-12-3						Z3CND17-12-03		
		X2CrNiMo18-14-3								
	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	Z6CNNb18-10		
	STS384	X3NiCr18-16	SUS384	S38400 384		405S17		Z6CNNb18-16		
	Ферритные стали	STS405	X6CrAl13	SUS405	S40500 405			X6Cr17	Z8CA12	
		STS410L		SUS410L			430S17	X7CrS18	Z3C14	12X17
		STS429		SUS429	S42900 429			X6CrMo17-1		
		STS430	X6Cr17	SUS430	S43000 430		434S17		Z8C17	
STS430F		X7CrS17	SUS430F	S43020 430F				Z8CF17		
STS434		X6CrMo17-1	SUS434	S43400 434				Z8CD17-01		
STS444		X2CrMoTi18-2	SUS444	S44400 444			X10Cr13	Z3CDT18-02		
STSXM27		SUSXM27	S44627				Z1CD26-01			
Мартенситные стали	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			
Жаростойкие стали	STS630	X5CrNiCuNb16-4	SUS630	S17400 17400				Z6CNU17-04	09X17H7IO	
	STS631	X7CrNiAl17-7	SUS631	S17700 17700				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 Ft 15 D Ft 20 D Ft 25 D Ft 30 D Ft 35 D Ft 40 D	-
		GC150		FC150	No 25 B		GG 15		
		GC200		FC200	No 30 B		GG 20		
		GC250		FC250	No 35 B		GG 25		
		GC300		FC300	No 45 B		GG 30		
	GC350	FC350	No 50 B	GG 35					
			No 55 B	GG 40					
	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 SNG 500/7 SNG 600/3 SNG 700/2	GGG 40 GGG 40.3 GGG 50 GGG 60 GGG 70	FCS 400-12 FGS 370-17 FGS 500-7 FGS 600-3 FGS 700-2	B
		GCD500		FCD500	80-55-06				
		GCD600		FCD600	100-70-03				
		GCD700		FCD700					
	Термо-обработанные шаровидные чугуны	FCAD	-	FCAD	-	EN-GJS-	EN-GJS-	EN-GJS-	-
	Аустенитные чугуны	FCA-FCDA-	L-, S-	FCA-FCDA-	Тип 1, 2, Тип D-2, D-3A Класс 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	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	-	G(GK)-AlSi7MG	A-S7G	
		AC4CH	Al-Si7Mg	AC4CH	A356.0	LM-25	-	-	
		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	-	-	
		AC8B	-	AC8B	-	LM-26	-	-	
		AC8C	-	AC8C	-	-	-	-	
		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	SUN31	SUN31	S63008 S63017	331S42	X53CrMnNi21-9	Z35CNWS14-14	
		STR35		349S52		Z52CMN21-09-Az			
		STR36		349S54		Z55CMN21-09-Az			
		STR37		381S34					
		STR38							
		STR309		309S24		CrNi2520		Z15CN24-13	
		STR310		310S24				Z15CN25-20	
		STR330		S31000		309		Z12NCS935-16	
		STR660		N08330		310		Z6NCTV25-20	
		STR661		S66286		N08330			
	Ферритные стали	STR21	SUH21	R30155	409S19	X6CrTi12	Z6CT12		
		STR409	SUH409	S40900	409	X45CrSi9-3	Z3CT12		
		STR409L	SUH409L				Z12C25		
	STR446	SUH446							
	Мартенситные стали	STR1	SUH1	S44600	446	401S45	Z45CS9		
STR3		SUH3	S65007		443S65	Z40CSD10			
STR4		SUH4				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
	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
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	
	Жаростойкий стальной стержень		STR		
	Жаростойкий стальной лист		STR		
	Безуглеродистые стали	SUM			
	Безуглеродистые стали	STB			
Пружинные стали	SPS				



Таблица преобразований в СИ

Таблица преобразований основных единиц

■ Сила

N	кгс	дин
1	1.01972×10^{-1}	1×10^{-5}
9.80665	1	9.80665×10^5
1×10^{-5}	1.01972×10^{-6}	1

■ Напряжение

Па или Н/м ²	МПа или Н/мм ²	кгс/мм ²	кгс/см ²	кгс/м ²
1	1×10^{-6}	1.01972×10^{-7}	1.01972×10^{-5}	1.01972×10^{-1}
1×10^6	1	1.01972×10^{-1}	1.01972×10	1.01972×10^5
9.80665×10^6	9.80665	1	1×10^2	1×10^6
9.80665×10^4	9.80665×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^4
9.80665	9.80665×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-4}	1

■ Давление

Па	кПа	МПа	Бар	кгс/см ²
1	1×10^{-3}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1.01972×10^{-5}
1×10^3	1	1×10^{-3}	1×10^{-2}	1.01972×10^{-2}
1×10^6	1×10^3	1	1×10	1.01972×10
1×10^5	1×10^2	1×10^{-1}	1	1.01972
9.80665×10^4	9.80665×10	9.80665×10^{-2}	9.80665×10^{-1}	1

■ Работа, Энергия, Количество теплоты

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

■ Мощность

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

■ Удельная теплоемкость

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

■ Теплопроводность

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

■ Частота вращения

мин ⁻¹	с ⁻¹	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(т)
	Стандартный шарик d10 мм	Твердый 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(т)
	Стандартный шарик d10 мм	Твердый 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) 1МПа = 1N/mm²

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



Свойства сплавов KORLOY

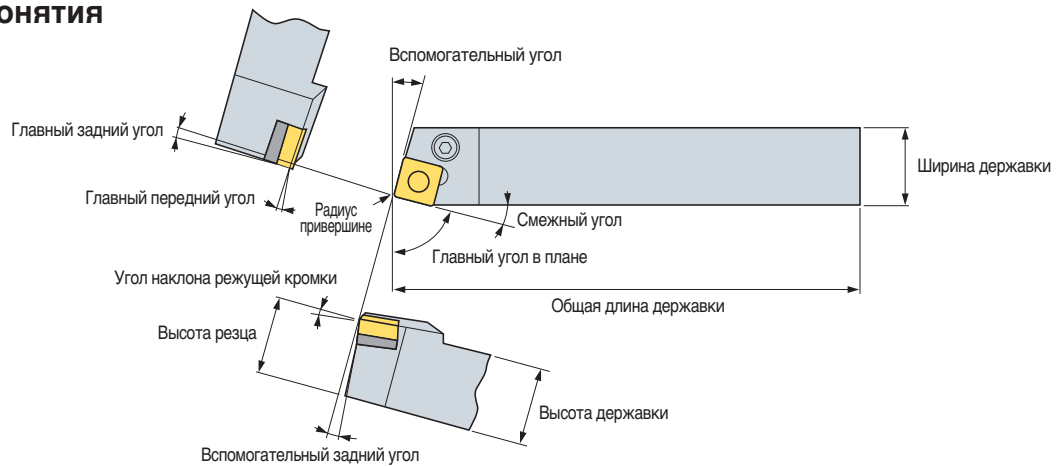
Физические характеристики марок сплавов

Применение	ISO	Сплав KORLOY	Плотность (г/см ³)	Твердость (HRA)	Предел прочности на растяжение (кгс/мм ²)	Предел прочности на сжатие (кгс/мм ²)	Модуль Юнга (упругости) (10 ³ кгс/мм ²)	Коэффициент расширения (10 ⁻⁶ /°C)	Теплопроводность (cal/cm·sec·°C)
Токарные, фрезерные сплавы	P	P01	ST05	10.6	92.7	140	440	-	-
		P10	ST10	10.0	92.1	175	460	48	6.2
		P20	ST20	11.8	91.9	200	480	56	5.2
		P30	ST30A	12.2	91.3	230	500	53	5.2
	M	M10	U10	12.9	92.4	170	500	47	-
		M20	U20	13.1	91.1	210	500	-	-
		M30	ST30A	12.2	91.3	230	500	53	5.2
		M40	U40	13.3	89.2	270	440	-	-
	K	K01	H02	14.8	93.2	185	-	61	4.4
		K10	H01	13.0	92.9	210	570	66	4.7
K20		G10	14.7	90.9	250	500	63	-	
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 ³)	Твердость (HV)	Модуль Юнга (упругости) (x 10 ³ кгс/мм ²)	Теплопроводность (Кал/см сек / °C)	Коэффициент расширения (x10 ⁻⁶ /°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 ₂ O ₃	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

Термины и понятия

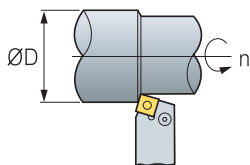


Влияние основных углов на процесс резания

Наименование угла	Терминология	На что влияют	Эффект
Передний угол	Вспомогательный передний угол Передний угол	• Силы резания, температура резания, Воздействие схода стружки на стойкость инструмента	<ul style="list-style-type: none"> • (+): Отличная обрабатываемость (уменьшение сил резания, слабая прочность режущей кромки) • (+): Применяется при обработке заготовок с хорошей обрабатываемостью или для обработки тонких деталей • (-): Когда требуется прочная режущая кромка при прерывистом резании или снятии окалины
Задний угол	Задний угол Вспомогательный задний угол	• Только на контакт режущей кромки с обрабатываемой поверхностью	<ul style="list-style-type: none"> • (-): Получается сильная режущая кромка, но при этом увеличивается износ что влияет на стойкость инструмента
Главный угол в плане	Главный угол в плане	• Влияет на стружкодробление и направление сил резания	<ul style="list-style-type: none"> • (+): Улучшает сход стружки так как увеличивает её толщину
	Угол при вершине	• Влияет на стружкодробление и направление сил резания	<ul style="list-style-type: none"> • (+): Сильная режущая кромка благодаря распределению сил резания, но плохой контроль схода стружки из-за её утоньшения • (-): Хороший контроль за сходом стружки
	Вспомогательный угол в плане	• Предотвращения трения между режущей кромкой и режущая поверхность	<ul style="list-style-type: none"> • (-): Режущая кромка является прочной, но имеет недолгий срок службы, оказывая негативное воздействие на износ задней поверхности реза

Расчет технологических параметров

Скорость резания



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

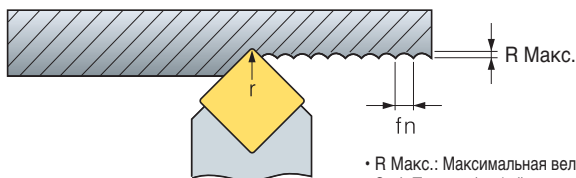
- v_c : Скорость резания (м/мин)
- D : Диаметр (мм)
- n : Число оборотов в минуту (мин⁻¹)
- π : Константа (3.14)

Подача

$$S_{об} = \frac{S_{мин}}{n} \text{ (мм/об)}$$

- $S_{об}$: Подача на оборот (мм/об)
- $S_{мин}$: Минутная подача, мм мин⁻¹
- n : Число оборотов в минуту (мин⁻¹)

Шероховатость поверхности



- $R_{Макс.}$: Максимальная величина микронеровностей (мкм)
- $S_{об}$: Подача (мм/об)
- r : Радиус при вершине

- Теоретический расчет значения шероховатости

$$R_{Макс.} = \frac{fn^2}{8r} \cdot 1000 (\mu\text{м})$$

- Практический расчет значения шероховатости

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

Мощность резания

$$P_{кв} = \frac{Q \times k_c}{60 \times 102 \times \eta} \quad P_{нр} = \frac{P_{кв}}{0.75} \quad Q = \frac{v_c \times S_{об} \times t}{1000}$$

- $P_{кв}$: Мощность резания (кВт)
- $P_{нр}$: Мощность резания (л.с)
- v_c : Скорость резания (м/мин)
- t : Глубина резания (мм)
- $S_{об}$: Подача на оборот (мм/об)
- k_c : Удельная сила резания (кг/мм²)
- η : КПД привода (0.7-0.8)

Производительность обработки

$$Q \text{ (см}^3\text{/мин)} = v_c \times t \times S_{об}$$

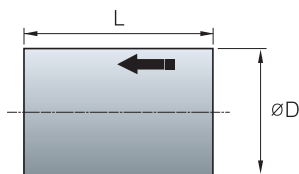
- Q : Производительность обработки (см³/мин)
- t : Глубина резания (мм)
- v_c : Скорость резания (м/мин)
- $S_{об}$: Подача на оборот (мм/об)

Удельная сила резания, k_c	
Низкоуглеродистая сталь	190
Среднеуглеродистая сталь	210
Высокоуглеродистая сталь	240
Низколегированная сталь	190
Высоколегированная сталь	245
Чугун	93
Отбеленный чугун	120
Бронза, латунь	70



● Расчет машинного времени

Продольное точение 1



Машинное время при постоянстве (n)

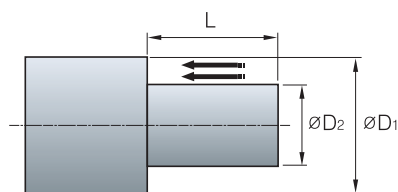
$$T = \frac{60 \times L}{S_{об} \times n}$$

Машинное время при постоянстве (vc)

$$T = \frac{60 \times \pi \times L \times D}{1000 \times S_{об} \times v_c}$$

T: Машинное время (с)
L: Длина прохода (мм)
S_{об}: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
D: Диаметр заготовки (мм)
v_c: Скорость резания (м/мин)

Многопроходное продольное точение 2



Машинное время при постоянстве (n)

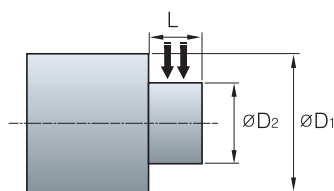
$$T = \frac{60 \times L}{S_{об} \times n} \times N$$

Машинное время при постоянстве (vc)

$$T = \frac{60 \times \pi \times L \times (D_1 + D_2)}{2 \times 1000 \times S_{об} \times v_c} \times N$$

T: Машинное время (с)
L: Длина прохода (мм)
S_{об}: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
D₁: Максимальный диаметр заготовки (мм)
D₂: Минимальный диаметр заготовки (мм)
v_c: Скорость резания (м/мин)
N: Число проходов = (D₁-D₂)/2t

Поперечное точение



Машинное время при постоянстве (n)

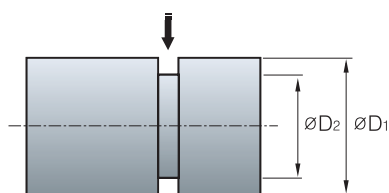
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times S_{об} \times n} \times N$$

Машинное время при постоянстве (vc)

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_2) \times (D_1 - D_2)}{4000 \times S_{об} \times v_c} \times N$$

T: Машинное время (с)
T₁: Machining time before the maximum rpm (sec)
L: Длина прохода (мм)
S_{об}: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
D₁: Максимальный диаметр заготовки (мм)
D₂: Минимальный диаметр заготовки (мм)
v_c: Скорость резания (м/мин)
N: Число проходов = (D₁-D₂)/2t

Обработка канавок



Машинное время при постоянстве (n)

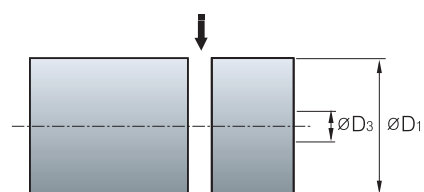
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times S_{об} \times n}$$

Машинное время при постоянстве (vc)

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_2) \times (D_1 - D_2)}{4000 \times S_{об} \times v_c}$$

T: Машинное время (с)
T₁: Machining time before the maximum rpm (sec)
L: Длина прохода (мм)
S_{об}: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
D₁: Максимальный диаметр заготовки (мм)
D₂: Минимальный диаметр заготовки (мм)
v_c: Скорость резания (м/мин)

Отрезка



Машинное время при постоянстве (n)

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

Машинное время при постоянстве (vc)

$$T_1 = \frac{60 \times \pi \times (D_1 + D_3) \times (D_1 - D_3)}{4000 \times S_{об} \times v_c}$$

$$T_3 = T_1 + \frac{60 \times D_3}{2 \times S_{об} \times n_{\text{Макс.}}}$$

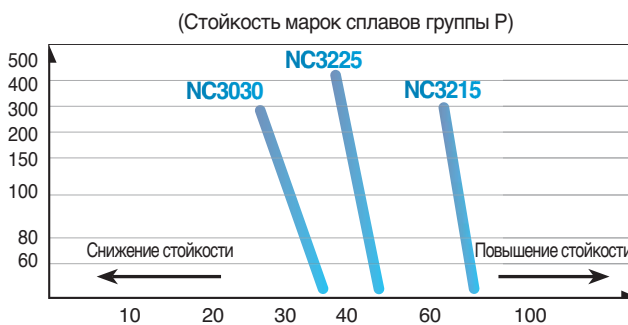
T: Машинное время (с)
T₁: Машинное время до макс. оборотов rpm (sec)
T₃: Время обработки до максимального оборота (сек.)
S_{об}: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
n_{Макс.}: Максимальный Число оборотов в минуту (min⁻¹)
D₁: Максимальный диаметр заготовки (мм)
D₃: Максимальный диаметр заготовки при птах (мм)
v_c: Скорость резания (м/мин)

➤ Оптимальный выбор режимов резания

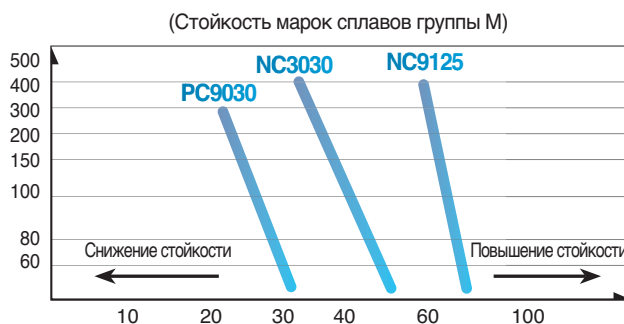
- Оптимальными режимами резания являются режимы, при которых обеспечивается максимальная производительность при сохранении высокой стойкости инструмента

➤ Рекомендации по выбору скорости резания

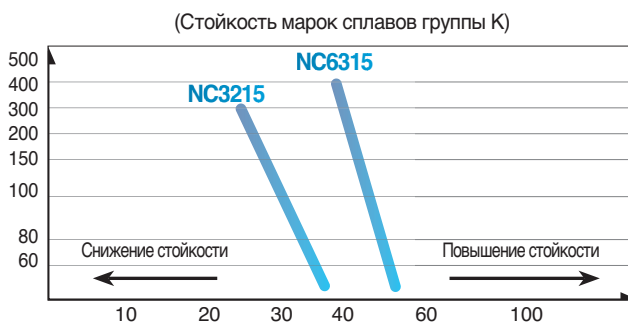
- Материал заготовки: SM45C (180HB)
- Критерий износа по зад. пов-ти: $VB = 0.2\text{мм}$
- t : 1.5мм
- $S_{об}$: 0.3мм/об
- Державка: PCLNR2525-M12
- СМП: CNMG120408
- Обработка без применения СОЖ



- Материал заготовки: STS304 (200HB)
- Критерий износа по зад. пов-ти: $VB = 0.2\text{мм}$
- t : 1.5мм
- $S_{об}$: 0.3мм/об
- Державка: PCLNR2525-M12
- СМП: CNMG120408
- Обработка без применения СОЖ



- Материал заготовки: GC300 (180HB)
- Критерий износа по зад. пов-ти: $VB = 0.2\text{мм}$
- t : 1.5мм
- $S_{об}$: 0.3мм/об
- Державка: PCLNR2525-M12
- СМП: CNMG120408
- Обработка без применения СОЖ



➤ Влияние скорости резания на стойкость инструмента

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



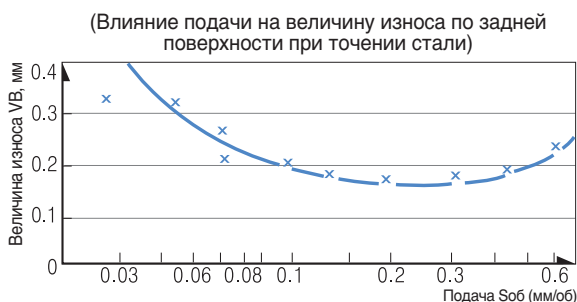
➤ Подача

- 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

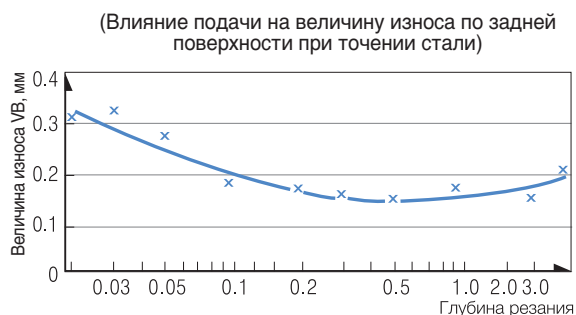
- Заготовка: SNCN431
- Тв.сплав: ST20E
- Скорость резания: 200м/мин
- Глубина резания: 1.0мм
- Длительность обработки: 10мин



➤ Глубина резания

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

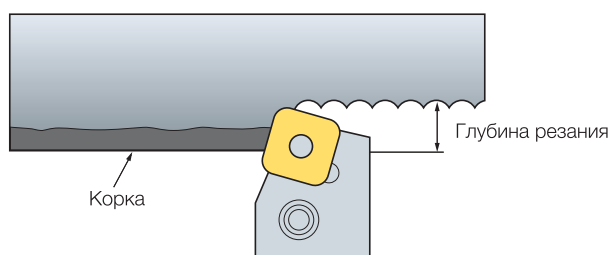
- Заготовка: SNCN431
- Тв.сплав: ST20E
- Скорость резания: 200м/мин
- Подача: 0.2мм/об
- Длительность обработки: 10мин



➤ 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 глубины резания на величину износа по задней поверхности при точении стали)



Влияние заднего угла

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

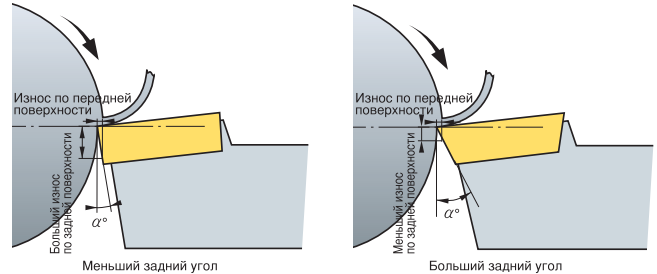
Влияние заднего угла на величину износа СМП в статической системе координат

Преимущества и недостатки

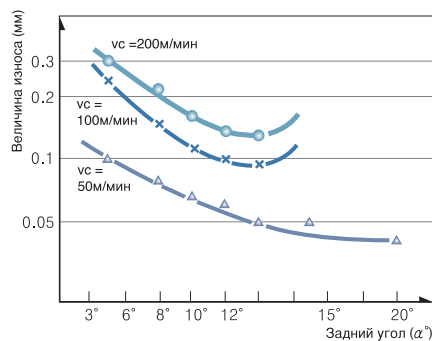
1. Чем больше задний угол, тем меньше износ по задней поверхности
2. Чем больше задний угол, тем больше ослабляется режущая кромка
3. Чем меньше задний угол, тем выше вибрация

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



- Заготовка: SNCM431 (HB200)
- Тв.сплав: P20
- t: 1мм
- Соб: 0.32мм/об
- T: 20мин



Влияние главного угла в плане

- Оптимальный выбор главного угла в плане обеспечивает высокую эффективность обработки, устойчивое стружкообразование 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.

$$t_1 = 0.97t, \quad W_1 = 1.04W$$

$$t_2 = 0.87t, \quad W_2 = 1.15W$$

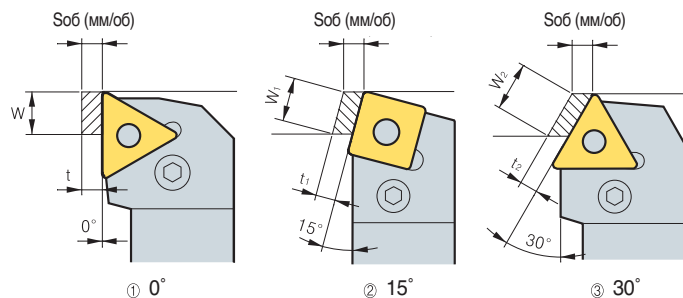


График зависимости сил резания от главного угла в плане

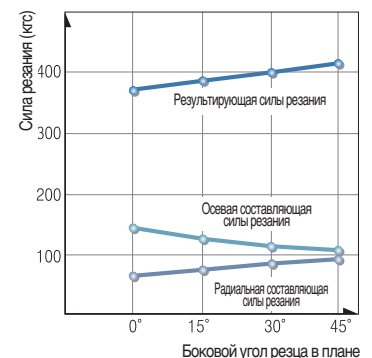
Преимущества и недостатки

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

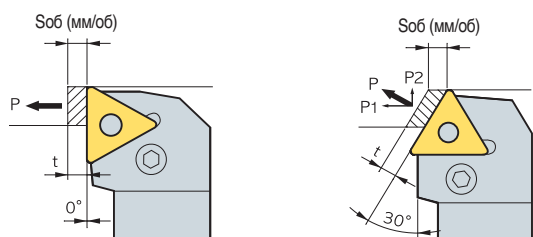
Рекомендации по выбору заднего угла

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

- Заготовка: 40X (HB250)
- СМП: TNGA220412
- vc = 100м/мин
- t = 4мм
- Соб = 0.45мм/об



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

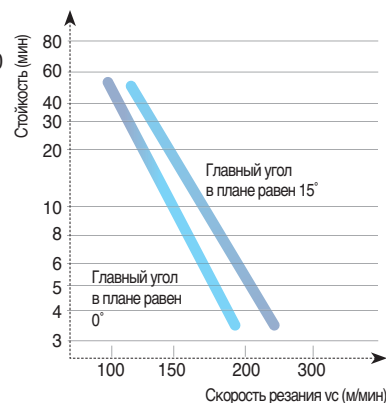


① P-результующая сила ② P-результующая сила составляющих P1 и P2

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

● **Влияние главного угла в плане на равнодействующую силу резания**

- Заготовка: SCM440
- Тв. сплав: P20
- t: 3мм
- Sob: 0.2мм/об



● **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

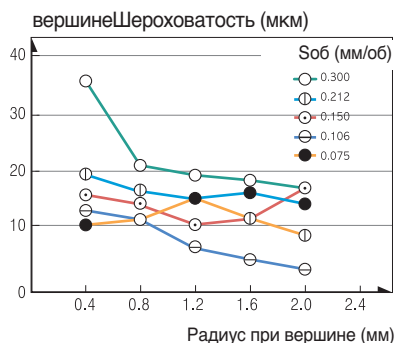
Преимущества и недостатки малого вспомогательного угла в плане

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**

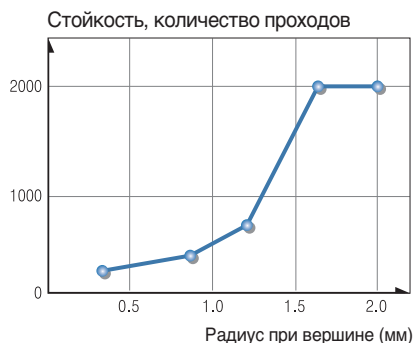
- Радиус при вершине влияет не только на шероховатость, но и на стойкость режущей кромки
- Желательно, чтобы величина радиуса при вершине была в 2-3 раза больше, чем величина подачи

● **Влияние радиуса при вершине на шероховатость поверхности**



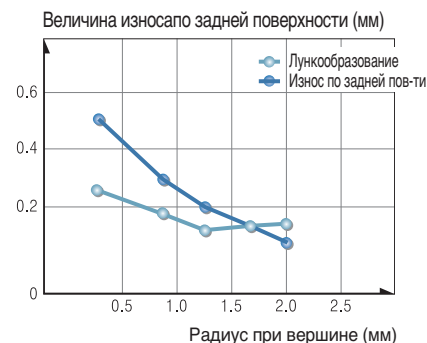
- Заготовка: SNCM439, HB200
- Тв. сплав: P20
- vc = 120м/мин, t = 0.5мм

● **Влияние радиуса при вершине на стойкость СМП при прерывистом резании**



- Заготовка: SCM440, HB280
- Тв. сплав: P10
- vc = 100м/мин, t = 0.5мм
- Sob = 0.3мм/об

● **Влияние радиуса при вершине на величину износа по задней поверхности**



- Заготовка: SNCM439, HB200
- Тв. сплав: P10
- vc = 140м/мин, t = 2мм
- Sob = 0.2мм/об, T = 10мин



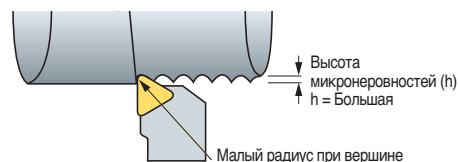
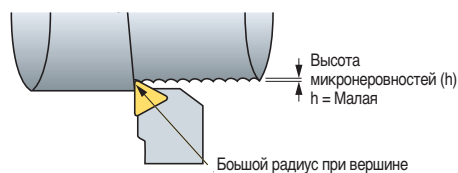
➤ Радиус при вершине

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

Подача (мм/об)	Радиус при вершине (мм)	0.4	0.8	1.2
0.15				
0.26				
0.46				

➤ Влияние переднего угла на процесс резания

● ПЕРЕДНИЙ (α)

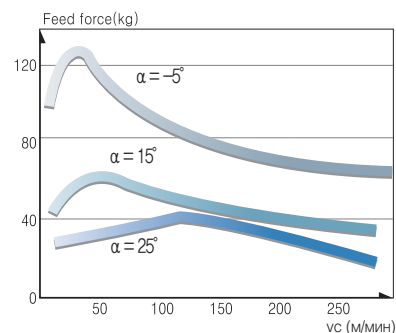
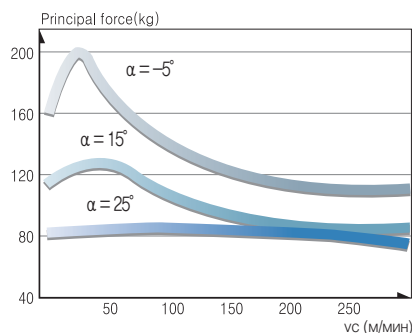
Зависимость силы резания от величины переднего угла

При увеличении переднего угла

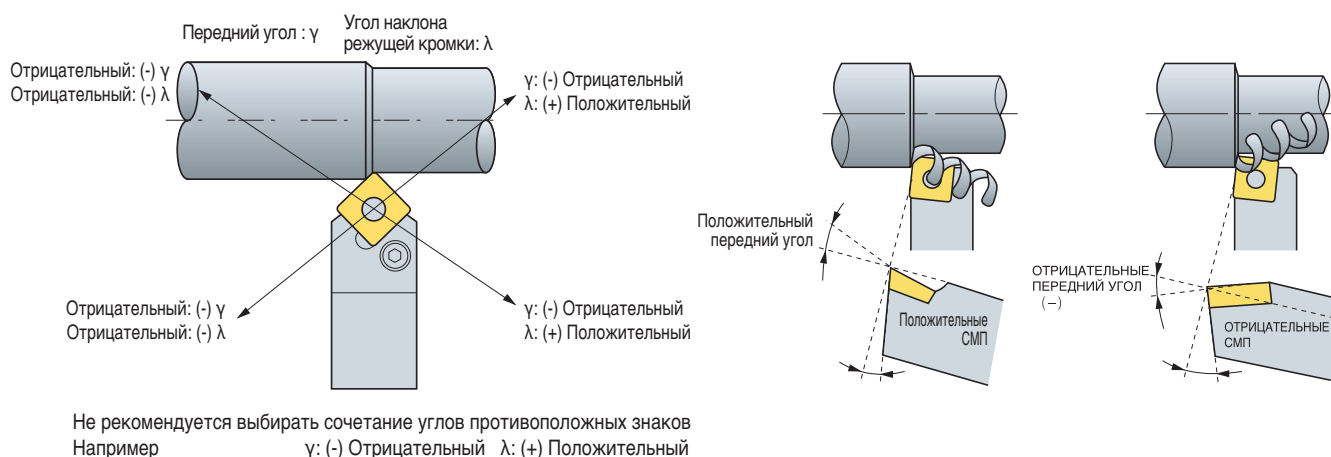
1. Снижается шероховатость обработанной поверхности
2. При увеличении на 1% снижается сила резания на 1%
3. Ослабляется режущая кромка

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: Выбирайте

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



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 твердую 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	Жесткость системы СПИД
Низкая точность обработки Нестабильность размера	Пластина пониженной точности													●					
	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 (B0813)

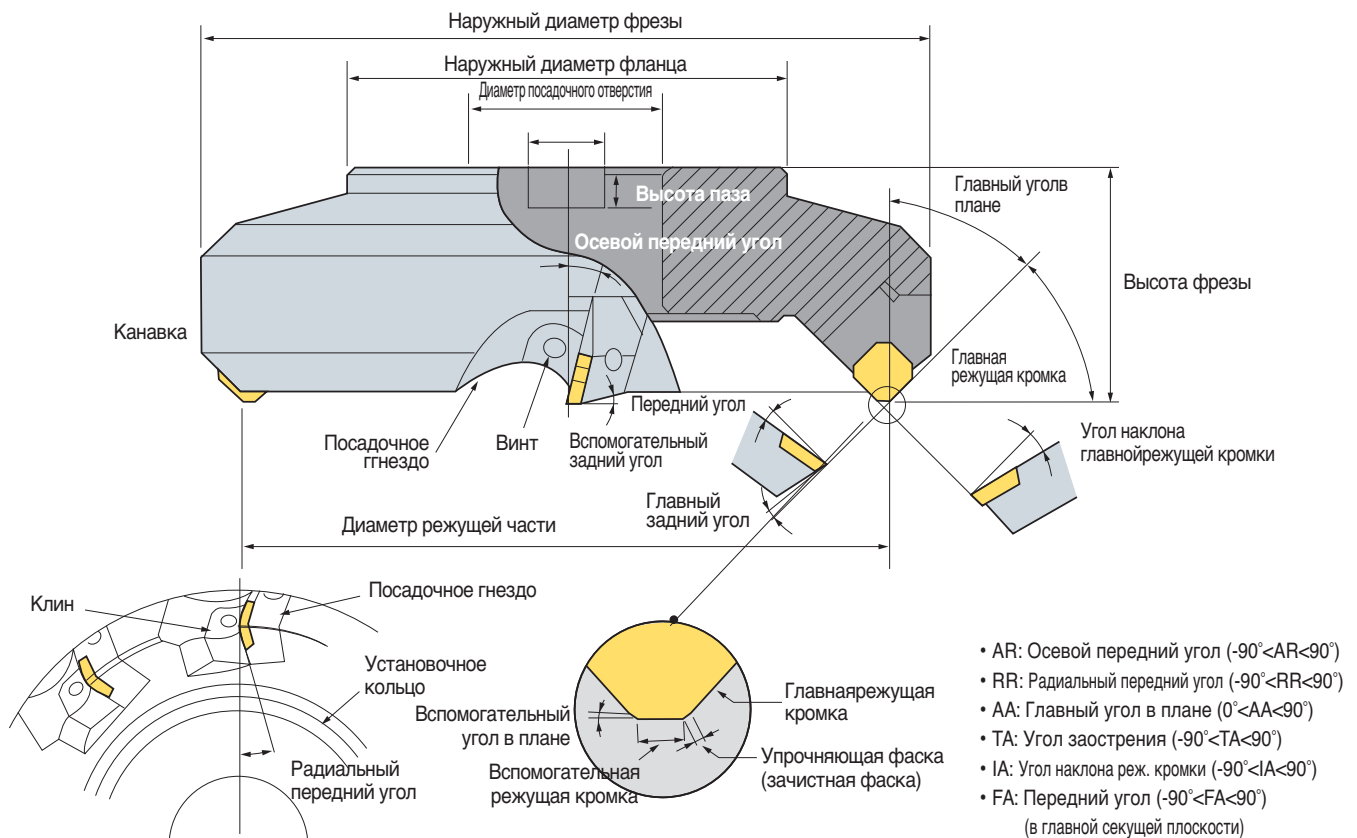
Допустимая величина по задней поверхности	0.2мм	Тонкое прецизионное точение. Чистовое точение цветных металлов
	0.4мм	Автоматные стали
	0.7мм	Универсальная обработка стали и чугунов
	1~1.25мм	Универсальная обработка стали и чугунов
Допустимая глубина лунки на передней п-ти	Для всех 0.05~0.1мм	

● ISO (B8688)

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



Термины и понятия



Назначение основных углов, определяющих геометрию фрезы

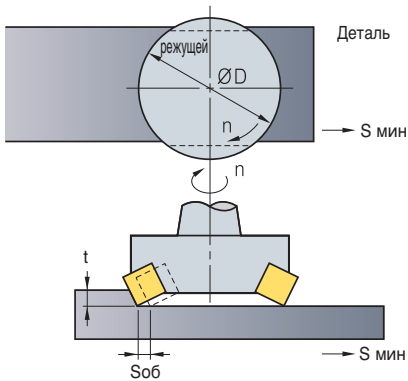
№	Определение	Обозначение	Назначение	Особенности
1	Аксиальный передний угол	A.R	Направление схода стружки	Положительный: Отличное качество резания, устранение образования нароста на режущей кромке
2	Радиальный передний угол	R.R	Влияет на осевую нагрузку	Отрицательный: Отличное удаление стружки
3	Главный угол в плане	A.A	Влияет на толщину снимаемой стружки, Определяет направление схода стружки	(+): Стружка становится более тонкой, снижает силы резания
4	Вспомогательный задний угол	T.A	Значимый угол наклона	(+): Улучшает процесс резания. Препятствует адгезии. Снижает прочность режущей кромки (-): Увеличивает прочность режущей кромки приводит к налипанию
5	Угол наклона режущей кромки	I.A	Определяет направление схода стружки	(+): Хорошее удаление стружки, снижает силы резания Снижает прочность режущей кромки
6	Главный задний угол	F.A	Влияет на прочность режущей кромки, срока службы инструмента и вибрации	Шероховатость поверхности увеличивается, по мере приближения F.A. угла наклона к 0



Геометрические особенности фрез

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

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⁻¹)
- π : Константа (3.14)

Подача

$$S_{\text{зуб}} = \frac{S_{\text{мин}}}{z \cdot n} \text{ (мм/зуб)}$$

- $S_{\text{зуб}}$: Подача на зуб (мм/зуб)
- $S_{\text{мин}}$: Подача (мм/мин)
- n : Частота вращения (мин⁻¹)
- z : Число зубьев фрезы

Производительность обработки

$$Q = \frac{L \times S_{\text{мин}} \times t}{1000} \text{ (см}^3\text{/мин)}$$

- Q : Производительность обработки (см³/мин)
- L : Ширина фрезерования (мм)
- $S_{\text{мин}}$: Подача (мм/мин)
- t : Глубина резания (мм)

Мощность резания

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

- $P_{\text{кв}}$: Мощность резания (кВт)
- N : Мощность резания (л.с.)
- Q : Производительность (см³/мин)
- k_c : Удельная сила резания (кгс/мм³)
- η : КПД привода (0.7-0.8)

Машинное время

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

- T : Машинное время (с)
- L_t : Общая длина обработки (мм) ($=L_w + D + 2R$)
- L_w : Длина заготовки (мм)
- D : Диаметр фрезы (мм)
- $S_{\text{мин}}$: 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 ²) 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-молибдено-никелевая сталь	94	200	180	168	160	150
Хромо-молибдено-никелевая сталь	HB352	210	190	176	170	153
Стальное литье	52	280	250	232	220	204
Чугун повышенной твердости	НнС46	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

Объем удаляемой стружки (см³/мин) на номинальную мощность (л.с.)

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

Измерение шероховатости поверхности

Параметры шероховатости	Обозначение	Определение	Схема шероховатости поверхности
Наибольшая высота неровностей профиля	R Макс.	• 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	R Макс.	0.8s	6.3s	25s	100s	Необрабатываемая поверхность
	Rz	0.8z	6.3z	25z	100z	
	Ra	0.2a	1.6a	6.3a	25a	

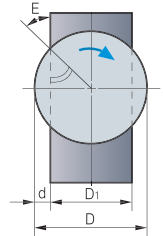
Рекомендации для серии MILL-MAX

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

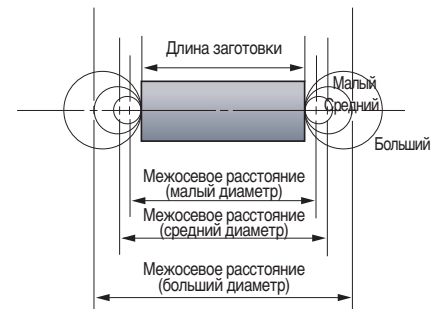
Обрабатываемый материал	E	δ
Сталь	+20°~10°	3 : 2
Чугун	ниже +50°	5 : 4
Алюминиевые сплавы	ниже +40°	5 : 3



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

Влияние диаметра фрезы на производительность обработки

Чем больше размер фрезы, тем дольше время обработки



Выбор оптимального числа зубьев для торцевых фрез

Обрабатываемый материал	Сталь	Чугун	Цветные сплавы
Число зубьев	D x (1~1.5)	D x (1~4)	D x 1+α

Пример) D=Ø100 ⇒ 4" x (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"> Неправильный выбор режимоврезания Неправильный выбор марки сплава Вибрация 	↓		↑			↑	↓		↑		↑
Лункообразованиена переднейповерхности	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор режимов резания Неправильный выбор марки сплава 	↓	↓	↓	●	↑	↑			↓		↑
Скалывание вершины	<ul style="list-style-type: none"> Недостаточная прочность марки сплава Большая подача на зуб Недостаточная прочность вершиныСМП 			↓		↓	↓	↓		↑	↑	
Наростообразование	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор режимоврезания Неправильный выбор марки сплава Неправильный выбор геометрии СМП 	↑	↓			↑				↓		
Вибрации	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор геометрии СМП Недостаточное число зубьев Плохой отвод стружки Недостаточная жесткость системыСПИД 		↓	↓	●	↑		↑	↓	↓		
Низкое качество обработанной поверхности	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор геометрии СМП Плохой отвод стружки Наростообразование Появление вибрации 	↑	↓	↓	●	↑			↓	↑		
Термотрещины	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор режимоврезания Неправильный выбор марки сплава 	↓	↓	↓	◎	↑				↑	↑	
Поломка	<ul style="list-style-type: none"> Неправильный выбор режимоврезания Недостаточная прочность вершиныСМП Плохой отвод стружки Появление вибрации Увеличение нагрузки на режущую кромку 		↓	↓	●						↑	

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

Основные характеристики фрезерных приводов

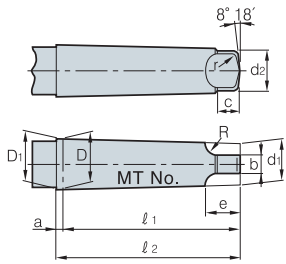
Рекомендации по выбору значения КПД (η) в зависимости от типа привода станка

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	-

Типы хвостовиков

(мм)

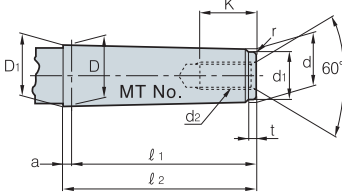
Конус Морзе (с лапкой)



MT No.	Конусность	Угол наклона(α)	D	a	D ₁	d ₁	l ₁	l ₂	d ₂	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

(мм)

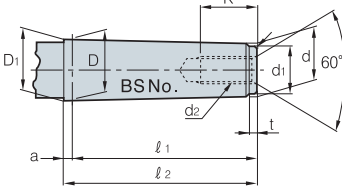
Конус Морзе (под винт)



MT No.	Конусность	Угол наклона(α)	D	a	D ₁	d	l ₁	l ₂	d ₁	d ₂	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

(мм)

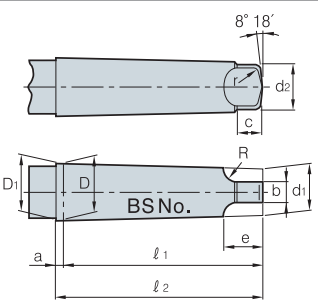
Укороченный конус «Brown sharp» (под винт)



B&S No.	D	a	D ₁	d	d ₁	l ₁	l ₂	t	r	d ₂	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(11/8)	60

(мм)

Укороченный конус «Brown sharp» (с лапкой)

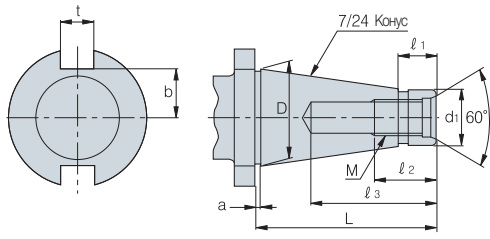


B&S No.	D	a	D ₁	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	b	c	e	R	r
4	10.221	2.4	10.321	8.458	8.1	42.1	44.5	5.5	8.7	14.4	7.9	1.3
5	13.286	2.4	13.386	10.962	10.7	55.6	58.0	6.3	9.5	16.2	7.9	1.5
6	15.229	2.4	15.330	12.167	11.7	73.0	75.4	7.1	11.1	18.0	7.9	1.5
7	18.424	2.4	18.524	14.675	14.2	89.7	92.1	7.9	11.9	20.3	9.5	1.8
8	22.828	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



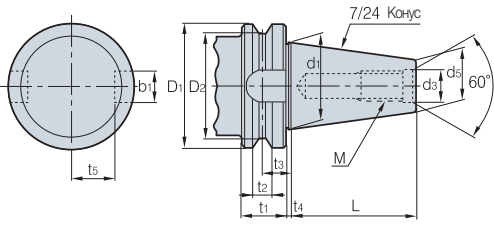


Стандартный конус американской фрезерного станка



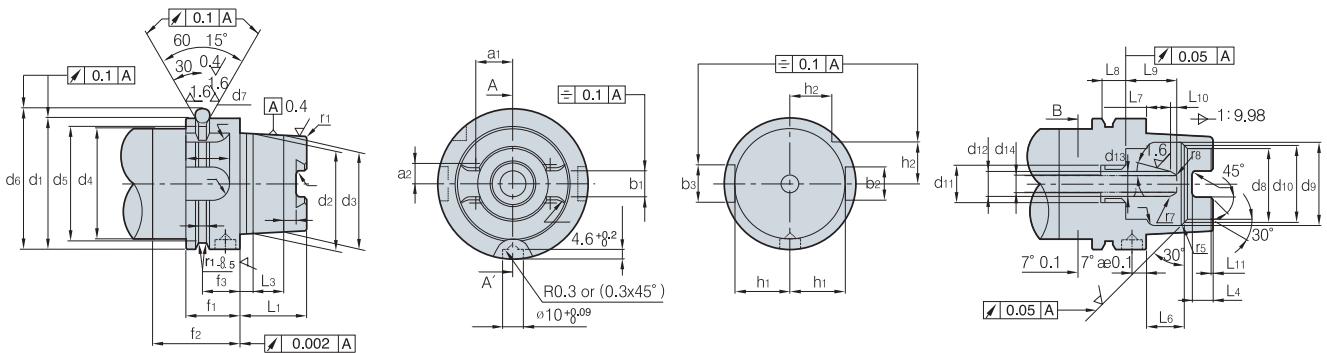
NT No.	Размеры	D	D ₁	L	l ₁	M	l ₂	l ₃	a	t	b
30	1 ¹ / ₄	31.750	17.40 ^{-0.29} _{0.36}	70	20	UNC 1/2"	24	50	1.6	15.9	6
40	1 ³ / ₄	44.450	25.32 ^{-0.30} _{-0.384}	95	25	UNC 5/8"	30	60	1.6	15.9	22.5
50	2 ³ / ₄	69.850	39.60 ^{-0.31} _{-0.41}	130	25	UNC 1"	45	90	3.2	25.4	35
60	4 ¹ / ₄	107.950	60.20 ^{-0.34} _{-0.46}	210	45	UNC 1 1/4"	56	110	3.2	25.4	60

Конус "Bottle grip"



BT No.	D ₁	D ₂	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	d ₁	d ₃	L	M	b ₁	t ₅	d ₅
35	53	43	22	10	14.6	2	38.1	13	56.5	M12x1.75	16.1	19.6	21.62
40	63	52	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16x2	16.1	22.6	25.3
45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20x2.5	19.3	29.1	33.1
50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24x3	25.7	35.4	40.1
60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30x3.5	25.7	60.1	60.7

HSK державки



HSK No.	b ₁	b ₂	b ₃	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	d ₉	d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	a ₁	a ₂
50	10.54	12	14	50	38	36.90	42	43	59.3	7	26	32	29	M16X1	10	6.8	6.8	13.997	7.648
63	12.5	16	14	63	48	46.53	53	55	72.3	7	34	40	37	M18X1	12	8	8.4	17.862	9.25
100	20	20	14	100	75	72.80	85	92	109.75	7	53	63	58	M24X1.5	16	12	12	27.329	15.00

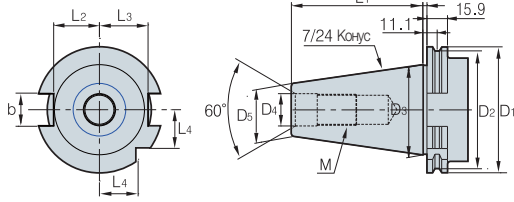
HSK No.	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	b ₁	b ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	L ₁₁	L ₁₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈
50	26	42	18	3.75	2	15.5	25	5	11	7.5	4.5	14.13	10	10	23	3	1	19	1	1.5	2.38	6	0.5	1	2	6
63	26	42	18	3.75	28.5	20	32	6.3	14.7	10	6	18.13	10	12	24.5	3	1	21	1.2	1.5	3	8	0.6	1.5	3	8
100	29	45	20	3.75	44	31.5	50	10	24	15	10	28.56	12.5	16	28	3	1.5	24	2	2	3	12	1	1.5	3	10



L Типы хвостовиков

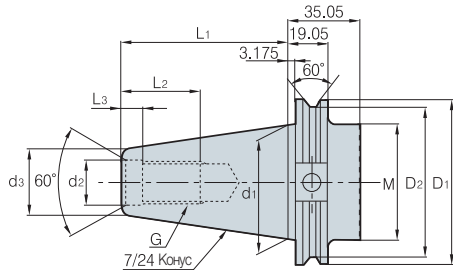
(мм)

DIN 69871



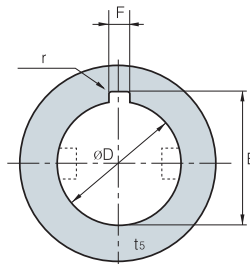
Диаметр	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	L ₁	L ₂	L ₃	L	b	M
30	50.0	44.3	31.75	13	17.8	47.8	16.4	19.0	33.5	16.0	M12x1.75
40	63.5	56.2	44.45	17	24.5	68.4	22.8	25.0	42.5	16.1	M16x2
45	82.5	57.2	57.15	21	33.0	82.7	29.1	31.3	52.5	19.3	M20x2.5
50	97.5	91.2	68.85	25	40.1	101.7	35.5	37.7	61.5	25.7	M24x3

Тип САТ



Диаметр	D ₁	D ₂	M	d ₁	d ₂	d ₃	L ₁	L ₂	L ₃	G
CAT40	63.5	56.36	M16x2	44.45	16.28	21.84	68.25	28.45	4.78	5/8-11
CAT45	82.55	75.41	M20x2.5	57.15	19.46	27.69	82.55	38.1	4.78	3/4-10
CAT50	98.43	91.29	M24x3	69.85	26.19	35.05	101.6	44.45	6.35	1-8

Посадочные кольца под оправку (KSB3203)



● Тип А

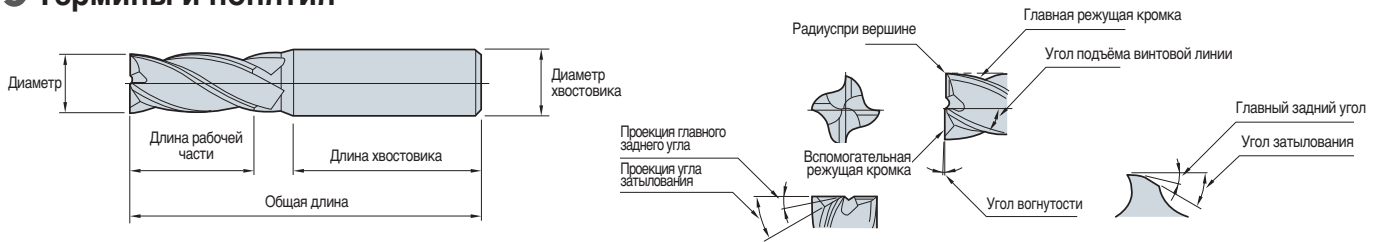
Диаметр	øDH ₇	E	F	r
8	8 ^{+0.015} ₀	8.9 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.16} _{+0.06}	0.4
10	10 ^{+0.015} ₀	11.5 ^{+0.25} ₀	3 ^{+0.16} _{+0.06}	0.4
13	13 ^{+0.018} ₀	14.6 ^{+0.25} ₀	3 ^{+0.16} _{+0.06}	0.6
16	16 ^{+0.018} ₀	17.7 ^{+0.25} ₀	4 ^{+0.19} _{+0.07}	0.6
19	19 ^{+0.021} ₀	21.1 ^{+0.25} ₀	5 ^{+0.19} _{+0.07}	1
22	22 ^{+0.021} ₀	24.1 ^{+0.25} ₀	6 ^{+0.19} _{+0.07}	1
27	27 ^{+0.021} ₀	29.8 ^{+0.25} ₀	7 ^{+0.23} _{+0.08}	1.2
32	32 ^{+0.025} ₀	34.8 ^{+0.25} ₀	8 ^{+0.23} _{+0.08}	1.2
40	40 ^{+0.025} ₀	43.5 ^{+0.3} ₀	10 ^{+0.23} _{+0.08}	1.2
50	50 ^{+0.025} ₀	53.5 ^{+0.3} ₀	12 ^{+0.23} _{+0.095}	1.6
60	60 ^{+0.030} ₀	64.2 ^{+0.3} ₀	14 ^{+0.275} _{+0.095}	1.6
70	70 ^{+0.030} ₀	75.0 ^{+0.3} ₀	16 ^{+0.275} _{+0.095}	2
80	80 ^{+0.030} ₀	85.5 ^{+0.3} ₀	18 ^{+0.275} _{+0.095}	2
100	100 ^{+0.035} ₀	107.0 ^{+0.3} ₀	24 ^{+0.32} _{+0.11}	2.5

● Тип В

Диаметр	øDH ₇	E	F	r
1/2	12.70 ^{+0.018} ₀	14.17 ^{+0.25} ₀	2.38 ^{+0.31} _{+0.13}	0.5
5/8	15.875 ^{+0.018} ₀	17.74 ^{+0.25} ₀	3.18 ^{+0.31} _{+0.13}	0.8
3/4	19.050 ^{+0.021} ₀	20.89 ^{+0.25} ₀	3.18 ^{+0.31} _{+0.13}	0.8
7/8	22.225 ^{+0.021} ₀	24.07 ^{+0.25} ₀	3.18 ^{+0.31} _{+0.13}	0.8
1	25.40 ^{+0.021} ₀	28.04 ^{+0.25} ₀	6.35 ^{+0.31} _{+0.13}	1.2
1 1/4	31.750 ^{+0.025} ₀	35.18 ^{+0.25} ₀	7.94 ^{+0.32} _{+0.14}	1.6
1 1/2	38.10 ^{+0.025} ₀	42.32 ^{+0.25} ₀	9.53 ^{+0.89} _{+0.25}	1.6
1 3/4	44.450 ^{+0.025} ₀	49.48 ^{+0.25} ₀	11.11 ^{+0.89} _{+0.25}	1.6
2	50.80 ^{+0.03} ₀	55.83 ^{+0.25} ₀	12.7 ^{+0.89} _{+0.25}	1.6
2 1/2	63.50 ^{+0.03} ₀	69.42 ^{+0.25} ₀	15.81 ^{+0.89} _{+0.25}	1.6
3	76.20 ^{+0.03} ₀	82.93 ^{+0.25} ₀	19.05 ^{+0.89} _{+0.25}	2.4
3 1/2	88.90 ^{+0.035} ₀	98.81 ^{+0.25} ₀	22.23 ^{+0.89} _{+0.25}	2.4
4	101.60 ^{+0.035} ₀	111.51 ^{+0.25} ₀	25.4 ^{+0.89} _{+0.25}	2.4
4 1/2	114.30 ^{+0.035} ₀	125.81 ^{+0.25} ₀	25.58 ^{+0.89} _{+0.25}	3.2
5	127.0 ^{+0.04} ₀	140.08 ^{+0.25} ₀	31.75 ^{+0.89} _{+0.25}	3.2



Термины и понятия



Сравнительные характеристики концевых фрез в зависимости от количества зубьев

Влияние количества зубьев на основные характеристики фрез

Ø10mm	2 зуба	3 зуба	4 зуба
Поперечное сечение фрез			
Площадь сечения	44мм²	46мм²	48мм²
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	Фрезерование уступов и пазов	Фрезерование уступов
	Универсальные	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

$$S_{\text{мин}} = n \times S_{\text{об}} \quad \text{or} \quad n \times S_{\text{зуб}} \times z$$

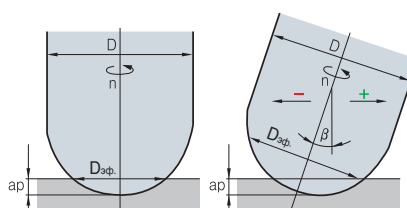
$$S_{\text{об}} = \frac{S_{\text{мин}}}{n} \quad S_{\text{зуб}} = \frac{S_{\text{об}}}{z} \quad \text{or} \quad \frac{S_{\text{мин}}}{n \times z}$$

vc: Скорость резания (м/мин) S мин: Минутная подача (мм/мин)
 π: Константа (3.141592) S об: Подача на оборот (мм/об)
 D: Диаметр фрезы (мм) S зуб: 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	$S_{\text{зуб}} = \frac{S_{\text{мин}}}{z \times n}$
Подача на оборот	$S_{\text{об}} = S_{\text{зуб}} \times z$
Минутная подача	$S_{\text{мин}} = S_{\text{зуб}} \times z \times n$
Производительность	$Q = ae \times t \times S_{\text{мин}}$

Эффективный диаметр фрезы при обработке концевыми фрезами со сферическим торцом



$$D_{\text{эф}} = 2 \times \sqrt{D \times t - t^2} \quad \text{Расчетная табл.}$$

$$D_{\text{эф}} = D \times \sin \left[\beta \pm \arccos \left(\frac{D - 2t}{D} \right) \right]$$

Влияние длины рабочей части (вылета фрезы)

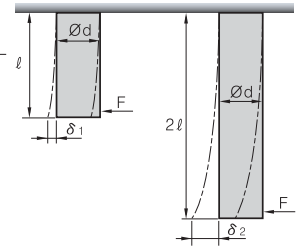
Относительная длина рабочей части фрезы

- 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

$$\delta = \frac{P\ell^3}{3EI}$$



δ = Относительная деформация ℓ = Длина рабочей части

• $\ell: 2\ell$

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

• $\delta_1: \delta_2 = 8\delta_1 = \delta_2$

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	238,720	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	12,443	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



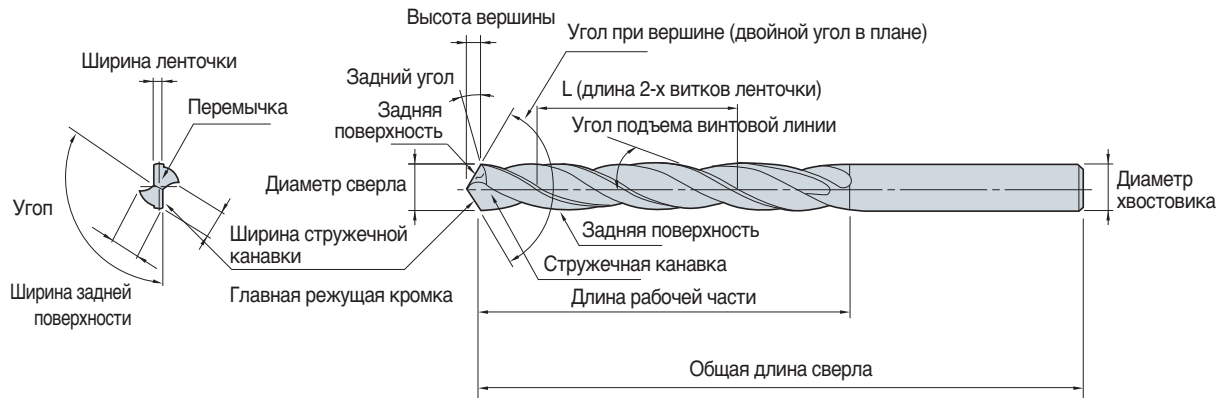
Рекомендации по увеличению стойкости концевых фрез

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 режимов резания Неправильный выбор геометрии фрезы	↑	↓			↓			↓	↑					↑	↓		↓	
Плохое стружкоудаление	Большие силы резания Недостаточный размер стружечной канавки Неправильный выбор режимов резания		↓	↓									↑						

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



Термины и понятия



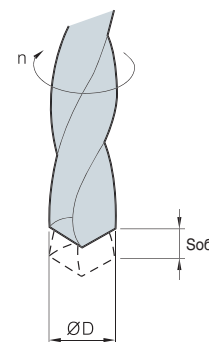
Влияние геометрии на процесс резания

Угол подъема винтовой канавки	<p>При увеличении угла подъема винтовой линии эффективная мощность уменьшается, однако при большом увеличении угла уменьшается жесткость сверла</p> <p>Уменьшение мощности сверления ◀ Меньше - Больше ▶ Улучшение отвода стружки (для некоторых материалов)</p> <p>Обработка заготовок с высокой твердостью ◀ Меньше - Больше ▶ Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п.</p>												
Длина рабочей части	<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>												
Угол при вершине сверла	<p>Оптимальный выбор угла зависит от свойств обрабатываемого материала и влияет на значение осевой силы резания</p> <p>Уменьшение осевой силы резания ◀ Меньше - Больше ▶ Увеличение сопротивления осевой силе резания</p> <p>Увеличение крутящего момента ◀ Меньше - Больше ▶ Увеличение вероятности образования заусенца</p> <p>Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п. ◀ Меньше - Больше ▶ Обработка заготовок с высокой твердостью</p>												
Ширина ленточки	<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 ◀ Меньше - Больше ▶ Уменьшение сил трения между сверлом и заготовкой</p> <p>Увеличение увода сверла ◀ Меньше - Больше ▶ Уменьшение увода сверла</p>												
Ширина перемычки	<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 ◀ Меньше - Больше ▶ Увеличение силы резания</p> <p>Уменьшение жесткости сверла ◀ Меньше - Больше ▶ Увеличение жесткости сверла</p> <p>Хороший отвод стружки ◀ Меньше - Больше ▶ Плохой отвод стружки</p> <p>Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п. ◀ Меньше - Больше ▶ Обработка заготовок с высокой твердостью</p>												
Обратный конус	<p>Диаметр сверла уменьшается от вершины к хвостовику для предотвращения трения между периферией сверла и заготовкой. Уменьшение диаметра составляет 0.04–0.1mm. на 100 мм срезающей части</p> <p>Для получения высокой производительности сверл и сверл отверстия усадки заготовки имеют большую заднюю свечку во время работы</p>												
Заточка	<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
$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (м/мин)}$ <ul style="list-style-type: none"> • v_c: Скорость резания (м/мин) • D: Диаметр сверла (мм) • n: Число оборотов (мин⁻¹) • π: Константа (3.14) 	$S_{об} = \frac{S_{мин}}{n} \text{ (мм/об)}$ <ul style="list-style-type: none"> • $S_{об}$: Подача (мм/об) • $S_{мин}$: Минутная подача (мм/мин) • n: Число оборотов (мин⁻¹) 	$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{\pi D}{L}\right)$ <ul style="list-style-type: none"> • δ: Угол наклона реж. кромки • D: Диаметр сверла (мм) • L: Длина 2-х витков ленточки (мм) • π: Константа (3.14) 	$T_{Маш} = \frac{l_d}{n \cdot S_{об}} \text{ (мин)}$ <ul style="list-style-type: none"> • t_c: Машинное время (мин) • n: Число оборотов (мин⁻¹) • l_d: Глубина сверления (мм) • $S_{об}$: Подача (мм/об)



Крутящий момент и осевое усилие	
$M_d = K D^2 \times (0.0631 + 1.686 \times f_n) \text{ (кг·см)}$ $T = 57.95 K D f_n^{0.85} \text{ (кг)}$	<ul style="list-style-type: none"> • M_d: Крутящий момент (кг·см) • T: Осевая сила резания (кг) • D: Диаметр сверла (мм) • $S_{об}$: Подача (мм/об) • K: Коэффициент

Обрабатываемый материал (SAE/AISI)	Предел текучести (кг/мм ²)	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	
$M_d = K_1 d^2 \cdot f_n^m$ $T = K_2 d \cdot f_n^n$	<ul style="list-style-type: none"> • M_d: Крутящий момент (кг·см) • T: Осевая сила резания (кг) • $S_{об}$: Подача (мм/об) • d: Диаметр сверла (мм) • K_1, K_2, m, n: Эмпирические коэффициенты

Обрабатываемый материал	K_1	m	K_2	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	↑	↓															
	Рекомендации по увеличению стойкости сверл	• 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

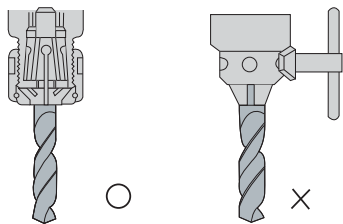
● Резьба с мелким шагом

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

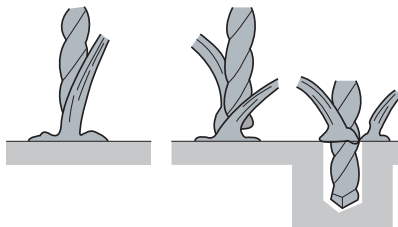
- Высокая точность обработки может обеспечиваться только при точном базировании и жестком закреплении сверла



Цанговый патрон Сверлильный патрон

Применение СОЖ

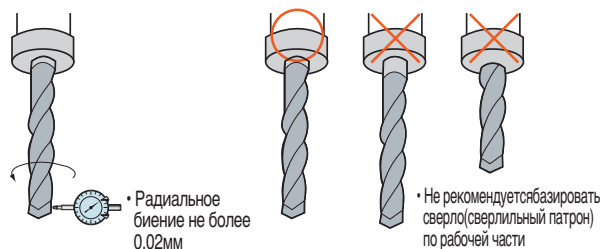
- Необходимо следить за достаточной подачей СОЖ в зону резания
- Нормальное давление: 3~5кг/см, расход СОЖ : 2~5л/мин



Подача СОЖ в зону обработки

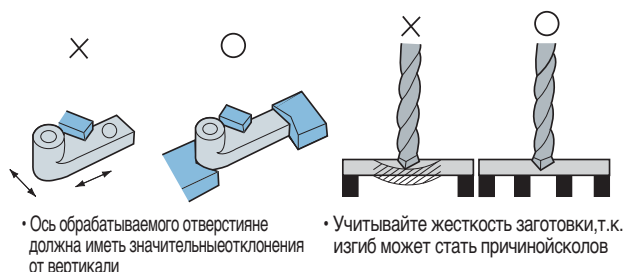
Установка сверл

- Для обеспечения высокой точности обработки и стойкости инструмента, допускается радиальное биение не более 0.02мм
- Рабочая часть не может быть базой крепления



Установка обрабатываемой детали

- Точность установки и жесткость закрепления заготовки обеспечивает высокую точность обработки

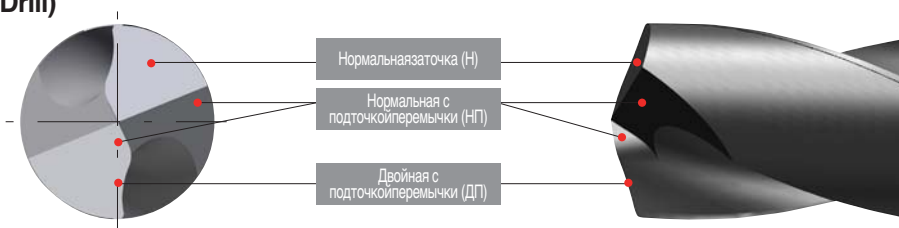


Примечание

- 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)



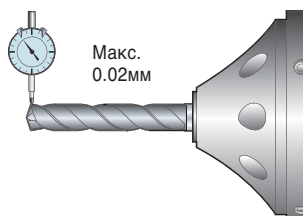
1) Подготовка

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



2) Операция заточки

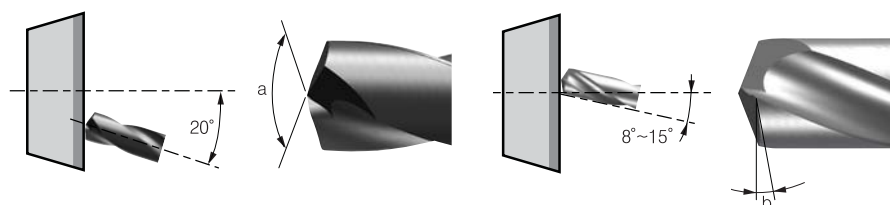
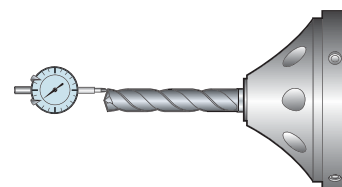
- Установить и закрепить заготовку в патрон. Биение патрона не должно превышать 0.02мм



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°

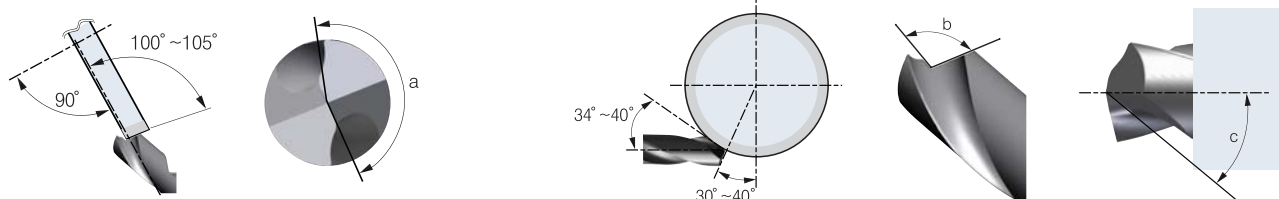


Максимальное различие
вершин реж.кромки - 0.02мм

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

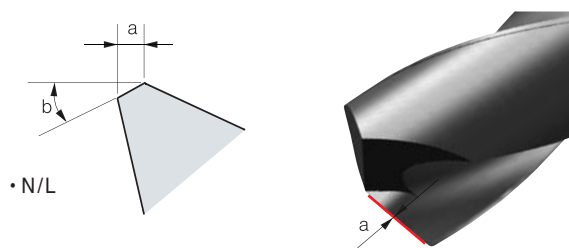
Угол разворота перемычки относительно линии режущей кромки(a): 155°~160°
Угол наклона винтовой линии(b): 100°~105°
Угол установки шлифовального круга относительно оси сверла(c): 34°~40°



5) Двойная с подточкой перемычки (ДП)

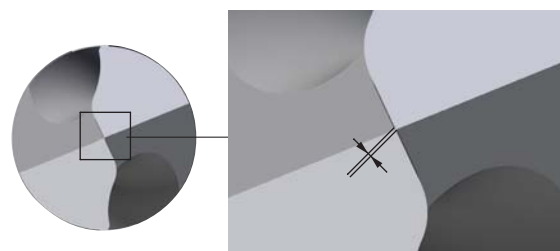
- Окончательная заточка производится алмазным надфилем
- Первоначально необходимо обработать плоскость по всей длине режущей кромки. Затем окончательно довести при помощи алмазной пасты

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



● TIP

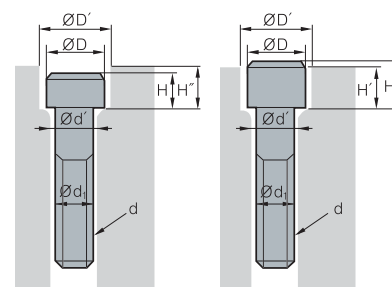
- Вершина сверла
 - При отсутствии перемычки допускается смещение вершины сверла не более 0.10мм
- Рекомендации для выбора размера зерна
 - Алмазный круг: 240~400 mesh
 - Алмазный надфиль: 400~600 mesh
 - Алмазная паста: 800~1500 mesh



➤ 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 _i	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



L Классификация обрабатываемых материалов II

Таблица соответствия стружколомов

Область применения			KORLOY	KYOCERA	TAEGUTEC	SUMITOMO	SANDVIK	KENNAMETAL	ISCAR	WLATER	MITSUBISHI	SECO	TUNGALLOY	
Отрицательная геометрия	P	Тонкая чистовая обработка	-	DP (G-класс)	-	FA	PMC	FF (G-класс)	SF	-	PK (G-класс), FY	FF1	TF	
			VL	GP	FA	FL, FB	QF	UF	PF	NF3	FH, FS, SY	FF2	NS, ZF	
		Чистовая обработка	VF	PP	FG	LU, FE	PF, XF	FN	NF, SM	NF4	FP		NM, NS, SS	
			VB	-	SF	SU	61	K	F3P	FP5	LP, SH, SA	MF2	TS, TSF	
		Получистовая или чистовая обработка	VQ, VC	HQ, CQ	MC	SE	HM	LF, CT	TF	NS6	C (кермет)		AS	
			LP	PQ, CJ	FC	SX	PMC	-	-	MP3	MV	MF5	ZM, AM	
	Получистовая обработка	VM, HM	HK, GS, HS, PS	MP, MT	GU (UG)	OM, SM	MP, MN	PP, TF	NM4, NP5	MA, MH	M3, M5	TQ, TM		
		MP	PG	PC	GE, UX	PM, XM	-	M3P	MP5	MP	-	DM, без стружколома		
	Черновая обработка	B25				-	RP, MR	GN	-	GM, без стружколома	M5	TH		
		GR	PT, GT, HT, PH	RT	MU, ME, MX	PR, WR	RN, без стружколома	R3P	RP5, NM9	GH, RP	MR5, MR6, MR7	THS		
Тяжелые режимы обработки	GH	PX	HB, RH, RX	HG, MP	PR, XMR	RH	NR, HT	RP7, NR4, NRF	HZ	R4, R5	CH			
	VH	-	HZ, EH	HP	QR	RM	HR	NRR, NR8	HX	R6, R7, R8, PR6	THS, TRS			
	VT	-	HT, HY, HD	HU, HW, HF	HR	MM	T3P	-	HV	PR9, R56, R57, R68	65, TUS			
Низкоуглерод. сталь	Мягкая сталь	VL	XF, XP, XP-T	SF	FL	LC	-	-	FY	-	-			
		-	XQ, XS	-	-	-	-	-	SY	-	-			
Высокие подачи	Зачистка	VW	WP, WF	WS	LUW, SEW	WF, WL	FW	WF	NF	SW	FF2, MF2	AFW, FW		
		LW	WQ, WE	WT	GUW	WM, WMX	MW	WG	NM	MW	MF5, M3	ASW, SW		
-	-	-	-	-	WR	RW	-	-	-	R4, R7	-			
Область применения	Вал (длинный прутки)	SH	CJ, ST	FS, VF, FX	HM	K	-	-	-	ES	UX	P, S		
		KNUX-	KNMX-	KNUX-	-	KNUX-71	-	-	-	KNMX-19	-	KNMX		
M	Нержав. сталь	Чист.обр.	VP2, MP	MQ, GU, SK	EA, SF	SU, EF	MF, XF	FP, FF	SF, VL, F3M	NF4, FM5	SH, LM	FF1, MF1	SS, SF, SA	
		Получист. резание	MM	HU, TK, MS	MP, EM	EX, EG, GU	MM, XM, QM, MMC	MP, UP, MS	PP, TF, M3M	NM4, NR4	MS, GM, MM	MF3, MF4	SM	
		Черн.обр.	RM	MU	ET	MU, HM, EM	MR, XMR, MRR	RP, P	MR, R3M	RM5, NRS	MA, ES	MF5, M5	S, SH	
K	Чугун	Чист.обр.	MP	без стружколома, C, KQ	MT	UZ	KF, PMC, XF	T-20, FN	TF	NM, MK5	LK, MA	M4	CF	
		Получист. резание	B25, MK	ZS, KG	RT, KT	UX, GZ	KM, XM	UN, RP	GN	NM5, RK5	MK, GK, без стружколома	M5	CM, без стружколома	
		Черн.обр.	-MA, RK	-MA, GC, KH	-MA	-MA	KR, XMR, KRR	MR, S-20, -MA	-MA, NR	-MA, RK7	RK, -MA	MR7	CH	
S	Жаропрочный сплав	Тонк. чист. обработка	VP1	MQ, SK	EA	EF	SF, SGF	FS (G-класс) LF (G-класс)	SF, PF	NF4	FJ (G-класс)	M1	SF	
		Чист.обр.	VP2	TK	ML	UP, EG	23.SR, XF, SMC	UP	PP	NFT	LS	MF1	HMM	
		Получист. резание	VP3	MS	EM	EX	SM, SMR, XM	MS, GP, P, UN	TF	NMS, NMT	MS	MF4, MR3	HRF	
		Черн.обр.	VP4	MU	ET	MU	XMR	RP	MR	NRS, NRT	RS, GJ	MR4	HRM	
N	Алюминиевый сплав	HA	AH	ML	AX	23	GP, MS	NF, PP	FN2, PF2, MN2, PM2	MJ	MF1	P		
Ительная геометрия	P M K	Область применения	Чист.обр.	VL	XP, PP	FA, FX	FC	PF, XF	11	PF	FP4	SMG (G-класс), FV	FF1	01
				VF	GP	-	FB, LU (FP, FK)	UF	UF	F3P	FK6	SV, FP	F1	PSF, PF
			Получист. резание	HMP	XQ	FG	LB, NF	PM, XM	LF, FP	14	MP4, FM2, FM4, MK4	LP	MF2	PSS
				MP	HQ, GK	PC, FM	SU, SC	UM, PMC	MP, T-20	SM	FP6, MM4, FM6, RK4	MV	F2, M3	PS
	Черн.обр.	C25	без стружколома	MT	MU	PR, UR, XR	MF, GM, -C	19	RP4, RM4, RK6	без стружколома, MP	M5	PM		
		-	WP	-	LUW	WL, WF	FW	WF	PM	SW	-	-		
-	-	-	WT	SDW	WM, WMX	MW	WG	-	MW	-	-			
M S	Нерж.сталь для жаропроч. сплавов	Чист.обр.	VP1	CF, GF, GQ	FG	FC, FM	MF, MM, MMC	11, UF, LF	PF	FM4, NM4	FJ (G-класс), FM, LM	F1, MF2	PSF, PSS	
		Получист. или чист. резание	VL	MQ, MF	SA	LB, SI	MR, XR, SMC	MF	SM, M3M	RM4	MM, без стружколома	M3, M5	PS, PM	
K	Чугун	Получист. резание	MP	HQ	PC	MU	KF, KM	LF	17	FK6	MK	M3	CM	
		Черн.обр.	C25	GK	MT	без стружколома	KR	MF, UF	19	MK4, RK6	без стружколома, -MW	M5	без стружколома	
N	Алюминиевый сплав	AK, AR	AH	FL	AW, AG, AY	AL	HP, LF	AS, AF	PM2	AZ, FS	AL	AL		
	Высотокоч. обточка прутков (класс допуска G&E)	KF, KM	FSF, USF, J, A3	GF, FF, GW	FY, FX, FZ	K, F, UM	GH	LF, RF, XL	-	F, SR, SS, SM	UX	JS, J10, JRP, JPP		



Таблица сплавов KORLOY

Тип	марка сплава	ISO						Точение	Инструмент для обработки канавок	Резьба	Фрезерование	Концевые фрезы	Сверление	Монолитные сверла	Напайной инструмент	Покрытие
		P	M	K	S	N	H									
Твердые сплавы с покрытием	CVD	NC3215	P10-P15						●							
	CVD	NC3225	P20-P25						●	●						
	CVD	NC3120	P20-P25						●	●						
	CVD	NC3030	P25-P35						●	●						
	PVD	PC3030T	P35-P45	M25-M35							●					
	CVD	NC6310 new			K01-K10				●							
	CVD	NC6315 new			K10-K20				●	●						
	PVD	PC8105		M05-M15		S01-S10			●							
	PVD	PC8110		M10-M20		S05-S15			●	●						
	PVD	PC8115		M15-M25		S10-S20			●							
	CVD	NC9115 new		M10-M20					●							
	CVD	NC9125 new		M20-M30		S10-S20			●							
	CVD	NC9135 new		M30-M40		S15-S25			●							
	PVD	PC9030		M25-M35					●	●						
	PVD	PC9070T		M25-M35							●					
	PVD	PC2005					H01-H10				●					
	PVD	PC2010					H05-H15				●					
	PVD	PC2015					H10-H20				●					
	PVD	PC2505 new					H01-H10				●					
	PVD	PC2510 new					H05-H15				●	●				
	PVD	PC210F					H10-H20				●					
	CVD	NCM325	P30-P40								●		●			
	CVD	NCM335	P35-P45								●					
	PVD	PC3600	P25-P35								●					
	PVD	PC3700	P25-P40								●		●			
	CVD	NC5330	P30-P35	M25-M35	K15-K25				●	●	●		●			
	CVD	NCM535 new	P30-P40		K20-K30						●		●			
	CVD	NCM545 new	P40-P50		K30-K40						●					

Классификация обрабатываемых материалов II

Таблица сплавов KORLOY

















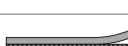

Тип	марка сплава	ISO						Точение	Инструмент для обработки канавок	Резьба	Фрезерование	Концевые фрезы	Сверление	Монолитные сверла	Напайной инструмент	Покрытие
		P	M	K	S	N	H									
Твердые сплавы с покрытием	PVD PC5300	P30-P40	M20-M30	K20-K30	S15-S25			●	●	●	●	●			 *New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
	PVD PC5335	P30-P40	M20-M30									●			 *Покрытие TiAlCN (Смазывающая)	
	PVD PC5400	P35-P45	M30-M40	K25-K35	S25-S35			●		●					 *Покрытие TiAlCN (Смазывающая)	
	PVD PC6510			K05-K15						●		●			 TiN TiAlN	
	PVD PC9530		M25-M35								●				 TiAlN	
	PVD PC9540		M35-M45		S30-S40						●				 Al ₂ O ₃ TiAlN	
Кермет	PVD CC1500 ^{new}	P10-P20		K05-K15				●							 *Покрытие TiAlCN (Смазывающая)	
	PVD CC2500 ^{new}	P20-P30		K10-K15				●							 *Покрытие TiAlCN (Смазывающая)	
	CN1500	P10-P20		K10-K20				●								
	CN2000	P20-P30						●	●		●					
	CN2500	P15-P30		K15-K25				●								
	CN30	P25-P35									●					
Твердые сплавы без покрытия	ST10	P10-P15								●				●		
	ST20	P15-P20							●					●		
	ST30A	P25-P35							●		●					
	U20		M25-M30											●		
	H01			K05-K10	S01-S10	N10-N20	H05-H10	●	●		●	●	●	●		
	H05			K10-K15	S05-S15	N15-N25		●			●					
	G10E				K15-K20			●			●			●		
Твердые сплавы с покрытием	PVD PC203F						H05-H15					●			 *New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
	PVD PC210C					N10-N20						●			 CrN	
	PVD PC215F	P20-P35										●			 *New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
	PVD PC215G	P15-P30		K15-K30									●		 TiAlN	
	PVD PC221F	P35-P45		K35-K45								●			 *New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
	PVD PC230F	P05-P15	M05-M15	K05-K15										●	 *New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)	
	PVD PC303S	P05-P15		K05-K15			H05-H15					●			 TiMeN TiAlN	
	PVD PC310U	P10-P20		K10-K20			H10-H20					●			 TiMeN TiAlN	
	PVD PC315E	P20-P35		K20-K35								●			 AlCrN	
	PVD PC315G	P15-P30		K15-K30									●		 TiAlCN	



Таблица сплавов KORLOY

Тип	марка сплава	ISO						Точение	Инструмент для обработки канавок	Резьба	Фрезерование	Концевые фрезы	Сверление	Монолитные сверла	Напайной инструмент	Покрытие
		P	M	K	S	N	H									
Твердые сплавы с покрытием	PVD PC320	P20-P35		K20-K35							●					
	PVD PC320S		M20-M30		S20-S30						●					
	PVD PC320U	P01-P10		K05-K10							●					
	PVD PC325T new				S20-S30								●			
	PVD PC325U	P20-P35	M20-M30	K20-K35										●		
Твердые сплавы без покрытия	H01					N10-N20					●					
	H05S					N10-N20					●					
	FCC			N15-N35							●					
	FG2	P05-P25				N05-N25							●			
	FA1	P05-P25				N05-N25								●		
КНБ (CBN) с покрытием Кубический Нитрид Бора КНБ (CBN) без покрытия	DBN500			K05-K15				●								
	DBN700A			K01-K10				●								
	DB7000	S01-S10						●								
	DB1000					H01-H10		●								
	DB2000					H05-H15		●								
	DBNX20					H15-H25		●								
	DBN250					H15-H25		●								
	DBN400					H15-H25		●								
	PVD DNC100 new					H01-H10		●								
	PVD DNC250					H05-H15		●								
PVD DNC350					H25-H35		●									
PVD DNC400 new					H15-H25		●									
Поликристаллический алмаз (PCD)	DP90					N01-N20				●						
	DP150					N05-N25				●						
	DP200					N10-N30				●						
Алмазное покрытие	CVD ND2100 new					N2.5-N7.5		●		●		●				
	CVD ND3000 new					N01-N05		●		●						
Покрытие DLC	PVD PD1005					N05-N10		●		●						
	PVD PD1010					N10-N15		●		●						

Таблицы соответствия марок твердых сплавов для точения

Твердый сплав без покрытия

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Точение	P	ST10	ST10P					TX10S	ST110T	SRN5	S1F		P10		
		ST20	ST20E			S1P		TX20	ST120T	WS20B			P20		
		ST30A	A30	PW30	IC50M	SM30	TTX	K45	TX30	UTi20T	EX35	VC6		P30	
		ST40E		IC54	S6	TTR	K420	TX40		EX40	VC5		P40		
										EX45	VC56				
	M	U20	U10E			AT10		TU10	UTi20T	WAM10B	VC27		M10		
		U2	A30		H13A	AT15	K2885	TU20		EX35	VC28		M20		
		A40			H10F	TTR	K2S	TU40					M40		
	K	H01	H1		H1P	THM	K68	TH03	HTi10T	WH05	VC3		K10		
		H05		IC4	H10F	THR	K8735	TH10	HTi20T	W10	VC1		K20		
		G10	G10E	IC20				KS20		WH20			K20M		
			KW10H	IC28									K30		

CVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET	
Точение	P	AC805P	CA5505			GC4305	KCP05	T9105	UE6105				TT8105			
		NC3215*	AC810P	CA515	IC8150	GC4315	TP0500	KCP10	T9115	UE6110	HG8010	VP5515	WPP10S	TT8110		
			AC700G	VP5115		GC4215	TP1500	KCP10B		MY5015			WKP13S	LC215P		
			AC900G	CA5515			TGP25							TT8115		
		AC820P	CA525	IC8250	GC4325	TP2500	KCP25	T9125	MC6025	HG8025	VP5525	WPP20S	TT8120		JC110V	
		AC2000	VP5125		GC4225	TP2501	KCP25B		UE6020			WKP23S	LC225P		JC215V	
		AC8025P	CA525			TGP35							TT8125			
		NC3030	CR9025	IC8350	GC4335	TP3500	KCP30	T9135	MC6035	GM8035	VP5535	WPP30S	TT5100		JC325V	
		NC5330	CA530		GC4235	TGP45	KCP30B		UE6035			WKP33S	TT8135		JC450	
			CA530				KCP40						TT7100			
							KCP40B			UH6400						
	M	NC9115*	AC610M	CA6515	IC6015	S05F	KCM15	T6120	MC7015		VP8515	WAM10	TT9215			
		NC9125*	AC620M	CA6515	IC6025	GC2015	KCM15M		MC7025	GM25	VP8525	WMP20S	TT9225			
			AC630M	CA6525		GC2220	KCM25	T6130	US7020	GX30		WAM20	TT9235			
		NC9135*	AC6030M	CA6525		GC2025	KCM25B		US735			WAM30				
			AC6030M				KCM35									
							KCM35B									
							KCK05									
							KCK05B									
	K	NC6310*	AC405K	CA4505	IC5005	GC3205	KCK15	T5105	MC5005	HG3505	VP1505	WKK10S	TT7005	CP2	JC105V	
			AC415K	CA4010		GC3210	KCK15	T5115	UC5105	HG3515	VP1510	WKK20S	TT7505	CP5	JC110V	
		NC6315	AC415K	CA4515	IC5015	GC3215	KCK15B		UC5115		VP1515		TT7015		JC215V	
			AC420K	CA4120		GC3225	KCK20	T5125				WAK30	TT6300			
							KCK20B									

PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET	
Точение	P	PC8105*						AH710			VC907					
		PC8110		PR1005	IC507		CP200	KU10T	GH730		VC927				JC5003	
				PR915	IC808		CP250	KU25T	AH330						JC5015	
		PC5300		PR1115	IC830	GC1025	CP500	AH740	VP15TF	IP2000	VC905	WTA43				
		PR1025	IC3028				AH120	VP20MF	IP3000		WTA41	TT5030				
		PR630	IC330	IC330	GC4125		GH330									
		PR660	IC808	IC808			AH330	MP9005								
	M	PC8105*	AC510U	PR915	IC907	GC1005	KC5010	AH330	VP10RT	IP50S	VC929	WSM10S	TT5030	ZM3	JC5003	
		PC8110	EH510Z	PR930	IC907	GC1105	KC5510	GH330	VP10RT	IP100S	VC927	WSM20S		QM3		
		PC8115*	AC520U		IC3028	GC1020		AH120			VC902	WSM30S		VM1	JC5015	
		PC5300*	EH520Z	PR1125	IC830	GC1025	KC5025	GH730	VP15TF		VC901	WSM40S		TAS		
		PC9030	AC530U	PR630	IC330	GC4125	KC5525	AH140	VP20MF		VC905		TT5030			
		PC5400*		PR660				AH630								
				PR660	IC330	GC2035		AH630	MP7035				TT8020			
								AH645								
	K	PC5300	EH510Z		IC5100			AH110		CY110H	VC929		TT5030			
			EH520Z		IC810			GH110			VC903					
					IC220			AH120			VC927					
					IC908	CP200					VC902					
					IC228	CP250					VC901					
						CP500					VC907					
	S	PC8105	AC510U	PR915	IC808	TS2000	KC5010	AH110	VP05RT			WSM10	TT5030			
		PC8110	AC520U	PR660	IC907	CP500	KC5025	AH120	VP10RT			WSM20				
		PC8115*		PR1325	IC3028	TS2500			VP15TF			WSM30				
		PC5300*			IC328				MP7035							
		PC5400*			IC328											

Кермет

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Точение	P	CC1500*	T110A	PV30*				NS520	NX2525	CH350			PV3010*	T3N	LN10
		CN1500*	T2000Z*	TN30	IC20N	CT5015	CM	HT2	GT530*	NX3035	CZ25*		CT3000	T15	CX50
			T1500A		IC520N		C15M	HT5	NS530	UP35N*	CH530			N20	CX75
			PV7020*	IC30N	CT525	TP1020	KT175	NS9530	AP25N*	CH550	VC83	WTA43*		C30	CX90
			TN60	IC530N	GC1525*	TP1030*	KT195M	GT9530*	NX335	CH570		WTA41*		N40	CX99
			TN6020					NS540	MP3025*						
			TN90					NS730							
			PV90*												
	M														
	K	CN1500*	T110A						NX2525				CT3000	T15	LN10
		CN2500*													CX75

* : Кермет с покрытием PVD * : Новые сплавы



Таблица соответствия марок твердого сплава для фрезерования

CVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET	
Фрезерование	P	NC5330	ACP100		IC5100 IC5400	GC4210 GC4220 GC4230							TT8515 TT7800			
		NCM325 NCM535★					MP1500 MS2500 MP2500 MS2500 T350M MM4500	KCPM20		FH7020 F7030		WKP25S				
		NCM335 NCM545★						KCMP30 KC927M	T3130			SM245 WKP35S WKP35G				
	M	NC5330 NC5340★					MP2500			T3130	F7030					
		NC5350★	ACP400			GC2040	MM4500									
	K	NC5330	ACK200		IC5100		MK1500	KC907M KCK15 KC914M	T1115	MC5020			WAK15 WKK25 WKP25S	TT7515 TT6800		
		NCM535★				GC3330	MK2000 MS2500 T350M MK3000	KCPK30 KC917M KC924M	T1015				WKP35S WKP35G			
		NCM545★				GC3040										

PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET	
Фрезерование	P	PC2005★ PC2010★ PC2015★			P20A											
		PC2505★ PC2510★			GC1010				AP20M GP20M				TT2510		DH102	
		PC3600 PC3700★	ACZ310		IC903 IC908 IC950		MP3000		GH330	MP6120	TB6045	VC935	WKP25		JC5003 JC5015	
		PC210F	ACP200	PR730	IC903 IC908 IC950	GC1025 GC1030	F25M F30M	KC522M KUC20M	AH120	VP15TF	CY250 PTH30E			TT7070 TT7080 TT7030	QM3 ZM3	JC5030 JC5040
		PC5300	ACP300 ACZ350	PR830 PR630	IC1008			KC525M KUC30M		UP20M	JP4160		WKP35			
		PC5400★		PR660	IC928	GC1030	F40M T60M	KC935M KC7140 KC720	AH3135	VP30RT	JM4160 PTH40H		WKP45	TT8020		
	M	PC210F PC5300	ACM100 ACP200	PR730	IC903			KC5510 KC7020	AH120		JX1020 CY9020 JX1015 TB6020 CY250			TT9030	QM3 ZM3	JC5003 JC5015
		PC9530	ACM300 ACP300 ACZ350	PR630 PR660 PR1535	IC900 IC250 IC928	GC1125 GC1025 GC2030 GC1030	F25M F30M	KC522M KC725M KC735M KC7030	AH140	MP7130	JX1045 TB6045	VC928 VC902 VC901	WQM35 WSM35S WSP45 WSM45S	TT9080 TT8020		JC5030 JC5040
		PC5400★ PC9540★		PR660	IC328		F40M	KC722	AH3135	MP7140	JX1060 TB6060					
		PC6510	PR510 PR905	DT7150 IC900 IC910 IC950 IC350			MK2050	KC510M KC915M		VP10MF VP15TF		VC903 VC928		TT6290		JC5003
		PC5300						KC520M	AH120	VP20RT		VC902 VC901		TT6030 TT6060		JC5015
		PC5300 PC5400★ PC9540★	AC520U	PR620 PR660 PR1535	IC328 IC408	GC1025 GC1040 S40T	F40M MS2050	KC510M KCU30M		VP15TF VP30RT MP9130	ACS05E		WSM35S WSM45S	TT9030 TT8020 TT8080		
	K			TN100M TC60M	IC30N			KT195M	NS540 NS740	NX2525 NX4545	CH550 CH570			CT3000 CT7000	C50	
			T250A				CT530									
										NX2525						

Кермет

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	mitsubishi	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Фрезерование	P	CN2000	T250A	TN100M				NS540 NS740	NX2525	CH550 CH570			CT3000	C50	
		CN30		TC60M	IC30N			KT195M	NX4545					CT7000	
	M		T250A			CT530									
K									NX2525						

★ : Кермет с покрытием PVD ★ : Новые сплавы

