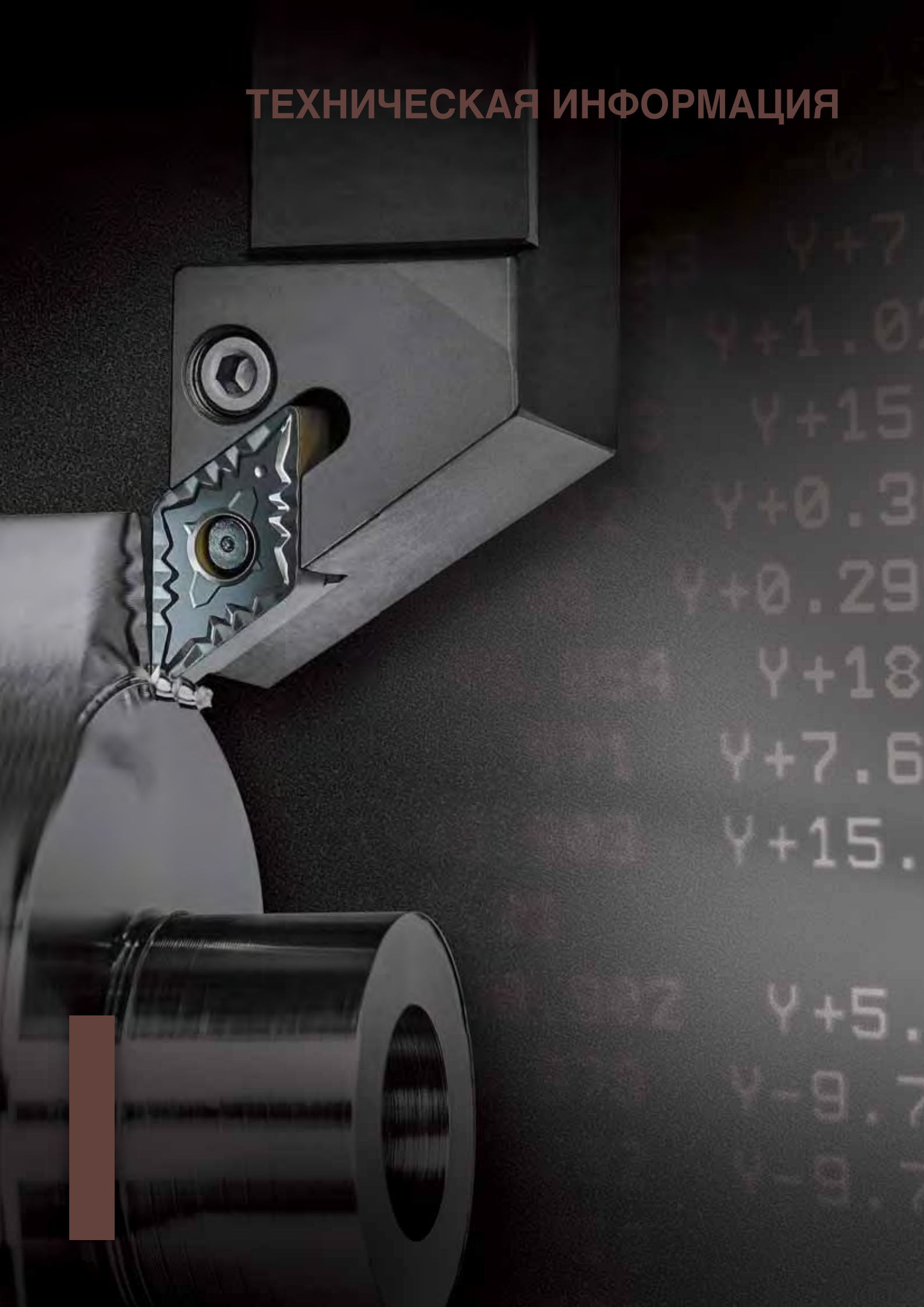


ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Техническая информация

- 02 Таблица соответствия обрабатываемых материалов
- 06 Классификация обрабатываемых материалов
- 07 Международная система единиц
- 08 Таблица соответствия твердостей
- 09 Свойства сплавов KORLOY

Техническая информация

- 10 Точение
- 20 Фрезерование
- 24 Типы хвостовиков
- 27 Концевые фрезы
- 30 Сверла

Техническая информация

- 36 Классификация обрабатываемых материалов
- 37 Таблица сплавов KORLOY
- 40 Таблицы соответствия марок твердых сплавов для точения/фрезерования

Классификация обрабатываемых материалов I

Углеродистые и легированные стали

Тип		Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия
		KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Углеродистые стали	SM10C	C10	S10C	1010	040A10 045A10 045M10	C10E C10R	XC10	-	
	SM15C	C15E4 C15M2	S15C	1015	055M15	C15E C15R	-	-	
	SM20C	-	S20C	1020	070M20 C22, C22E C22R	C22 C22E C22R	C22 C22E C22R	-	
	SM25C	C25 C25E4 C25M2	S25C	1025	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	-	
	SM30C	C30 C30E4 C30M2	S30C	1030	080A30 080M30 CC30 C30E C30R	C30 C30E C30R	C30 C30E C30R	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	-	-	-	-
SNC415(H)			-	SNC415(H)	-	-	-	-	-
SNC631(H)			-	SNC631(H)	-	-	-	-	30XH3A
SNC815(H)			-	SNC815(H)	-	655M13(655H13)	15NiCr13	-	-
SNC836			15NiCr13	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)	-	SMnC420(H)	-	-	-	-	-
		SMnC443(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					
	SKH3	-	SKH3	T4					
	SKH4	-	SKH4	T5					
	SKH10	-	SKH10	T15		BM 2	S6/5/2	Z 85 WDCV	
	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	-			S2/9/2		
	SKH58	HS2-9-2	SKH58	M7					
	SKH59	HS2-9-1-8	SKH59	M42					
Легированные инструментальные стали	STS11	-	SKS11	F2					
	STS2	-	SKS2	-					
	STS21	-	SKS21	-					
	STS5	-	SKS5	-					
	STS51	-	SKS51	L6					
	STS7	-	SKS7	-					
	STS8	-	SKS8	-					
	STS4	-	SKS4	-					
	STS41	-	SKS41	-					
	STS43	105V	SKS43	W2-9 1/ W2-8 1-2					
	STS44	-	SKS44	-					
	STS3	-	SKS3	-			105WCr6	105WC13	
	STS31	105WCr1	SKS31	-					
	STS93	-	SKS93	-					
	STS94	-	SKS94	-					
	STS95	-	SKS95	-		BD3	X210Cr12	Z200C12	
	STD1	210Cr12	SKD1	D3					
	STD11	-	SKD11	D2		BA2	X100CrMoV5 1	Z100CDV5	
	STD12	100CrMoV5	SKD12	A2					
	STD4	-	SKD4	-		BH21	X30WCrV9 3	Z30WCV9	
	STD5	X30WCrV9-3	SKD5	H21					
	STD6	X37CrMoV5-1	SKD6	H11		BH13	X40CrMoV5 1	Z40CDV5	
	STD61	X40CrMoV5-1	SKD61	H13					
	STD62	X35CrWMoV5	SKD62	H12					
	STD7	32CrMoV12-28	SKD7	H10					
	STD8	-	SKD8	H19					
	STF3	-	SKT3	-			55NiCrMoV6	55NCDV7	
	STF4	55NiCrMoV7	SKT4	L6					

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



Классификация обрабатываемых материалов I

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

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству

Нержавеющие стали

Тип		Корея	ISO	Япония	США		Великобритания	Германия	Франция	Россия
		KS	ISO	JIS	UNS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Нержавеющие стали	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						
		STS301J1		SUS301J1			302S25			12X18H9
		STS302		SUS302	S30200	302		X10CrNiS18-9	Z12CN18-09	
		STS302B	X12CrNiSi18-9-3	SUS302B	S30215	302B	303S21			
		STS303	X10CrNiS18-9	SUS303	S30300	303	303S41		Z8CNF18-09	12X18H10E
		STS303Se		SUS303Se	S30323	303Se		X5CrNi18-10		
		STS303Cu		SUS303Cu			304S31			08X18H10
		STS304	X5CrNi18-9	SUS304	S30400	304		X2CrNi19-11	Z7CN18-09	
			X2CrNi18-9				304S11			03X18H11
		STS304L	X2CrNi19-11	SUS304L	S30403	304L		X2CrNiN18-10	Z3CN19-11	
		STS304N1	X5CrNiN18-8	SUS304N1	S30451	304N			Z6CNI19-09Az	
		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		Z6CN18-16	
	Ферритные стали	STS405	X6CrAl13	SUS405	S40500	405			Z8CA12	
		STS410L		SUS410L				X6Cr17	Z3C14	
		STS429		SUS429	S42900	429	430S17	X7CrS18		12X17
		STS430	X6Cr17	SUS430	S43000	430		X6CrMo17-1	Z8C17	
		STS430F	X7CrS17	SUS430F	S43020	430F	434S17		Z8CF17	
		STS434	X6CrMo17-1	SUS434	S43400	434			Z8CD17-01	
		STS444	X2CrMoTi18-2	SUS444	S44400	444			Z3CDT18-02	
		STXMX27		SUSXM27	S44627			X10Cr13	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	S17400			Z6CNU17-04	09X17H7IO
		STS631	X7CrNiAl17-7	SUS631	S17700	S17700			Z9CNA17-07	
		STS631J1		SUS631J1						

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



Чугуны

Тип		Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия
		KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Чугуны	Серые чугуны	GC100 GC150 GC200 GC250 GC300 GC350	100,150, 200, 250, 300, 350	FC100 FC150 FC200 FC250 FC300 FC350	No 20 B No 25 B No 30 B No 35 B No 45 B No 50 B No 55 B	Grade 150 Grade 220 Grade 260 Grade 300 Grade 350 Grade 400	GG 10 GG 15 GG 20 GG 25 GG 30 GG 35 GG 40	Ft 10 D Ft 15 D Ft 20 D Ft 25 D Ft 30 D Ft 35 D Ft 40 D	
	Шаровидные чугуны	GCD400-15, GCD400-18 GCD450-10, GCD500-7 GCD600-3 GCD700-2	400-15, 400-18 450-10, 500-7 600-3 700-2	FCD400 FCD500 FCD600 FCD700	60-40-18 65-45-12 80-55-06 100-70-03	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	
	Термо-обработанные шаровидные чугуны	FCAD	-	FCAD	-	EN-GJS-	EN-GJS-	EN-GJS-	
	Аустенитные чугуны	FCA-FCDA-	L, S-	FCA-FCDA-	Type 1, 2, Type D-2, D-3A Class 1, 2	F1, F2, S2W, S5S	GGL-, GGG-	L-, S-	

Цветные сплавы

Тип		Корея	ISO	Япония	США	Великобритания	Германия	Франция	Россия
		KS	ISO	JIS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Алюминиевые сплавы	Алюминиевые сплавы в чушках	AC1B	Al-Cu4MgTi	AC1B	204.0	-	-	A-U5GT	
		AC2A	-	AC2A	-	-	-	-	
		AC2B	-	AC2B	319.0	-	-	-	
		AC3A	-	AC3A	-	LM-6	-	-	
		AC4A	-	AC4A	-	-	G(GK)-AlSi9Cu3	-	
		AC4B	-	AC4B	-	-	-	-	
		AC4C	Al-Si7Mg(Fe)	AC4C	356.0	LM-25	G(GK)-AlSi7Mg	A-S7G	
		AC4CH	Al-Si7Mg	AC4CH	A356.0	-	-	-	
		AC4D	Al-Si5Cu1Mg	AC4D	355.0	LM-16	-	-	
		AC5A	Al-Cu4Ni2Mg2	AC5A	242.0	-	G(GK)-AlMg5	A-U4NT	
		AC7A	-	AC7A	514.0	LM-5	-	-	
		AC8A	-	AC8A	-	LM-13	-	A-S12UNG	
		AC8B	-	AC8B	-	LM-26	-	A-S10UG	
		AC8C	-	AC8C	-	-	-	A-S10UG	
		AC9A	-	AC9A	-	LM-29	-	-	
		AC9B	-	AC9B	-	-	GD-AlSi12 (Cu)	A-S18UNG	
	Алюминиевые сплавы, литые под давлением	ALDC1	Al-Si12CuFe	ADC1	A413.0	LM20	GD-AlSi10Mg	A-S13	
		ALDC2	-	ADC3	A360.0	-	GD-AlMg9	A-S9G	
		ALDC3	-	ADC5	518.0	-	-	A-G6	
		ALDC4	-	ADC6	-	-	GD-AlSi9Cu3	A-G3T	
		ALDC7	Al-Si8Cu3Fe	ADC10	A380.0	-	GD-AlSi9Cu3	-	
		ALDC7Z	Al-Si8Cu3Fe	ADC10Z	A380.0	LM24	-	-	
		ALDC8	-	ADC12	383.0	LM2	-	-	
		ALDC8Z	-	ADC12Z	383.0	LM2	-	-	
	Алюминиевые сплавы штампованные или выдавленные	ALDC9	-	ADC14	B390.0	LM30	EN AW-5052	-	
		A5052S	-	A5052S	5052	EN AW-5052	EN AW-5454	EN AW-5052	
		A5454S	-	A5454S	5454	EN AW-5454	EN AW-5083	EN AW-5454	
		A5083S	AlMg4.5Mn0.7	A5083S	5083	EN AW-5083	EN AW-5086	EN AW-5083	
		A5086S	-	A5086S	5086	EN AW-5086	EN AW-6061	EN AW-5086	
		A6061S	AlMg1SiCu	A6061S	6061	EN AW-6061	EN AW-6063	EN AW-6061	
		A6063S	AlMg0.7Si	A6063S	6063	EN AW-6063	EN AW-7003	EN AW-6063	
		A7003S	-	A7003S	-	EN AW-7003	-	EN AW-7003	
		A7N01S	-	A7N01S	-	-	EN AW-7075	-	
		A7075S	AlZn5.5MgCu	A7075S	7075	EN AW-7075	-	EN AW-7075	

Жаропрочные стали

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

• Выше Легированная сталь может поставляться по внутреннему производству



Обозначение сталей и цветных металлов

Обозначение сталей и цветных металлов

Группа	Стандартное обозначение	Код	Группа	Стандартное обозначение	Код
Конструкционная сталь	Прокат для сварных конструкций	SWS	Стальные поковки	Стальные поковки	SF
	Прокат	SBR		Стальные хромомолибденовые поковки	SFCM
	Прокат универсального применения	SB		Стальные хромоникелемолибденовые поковки	SFNCM
	Низкоуглеродистые стали	SBC	Чугуны	Серые чугуны	GC
	Горячекатанные листы для автомобильной промышленности	SAPH		Чугуны с шаровидным графитом	GCD
Стальные листы	Холоднокатанные листы	SBC		Ковкие чугуны	BMC
	Горячекатанные листы	SHP		Белые чугуны	WMC
Стальные трубы	Углеродистые стали общего применения	SPP		Перлитные ковкие чугуны	PMC
	Углеродистые стали для трубопроводов и теплообменников	STH	Стальное литье	Литье из углеродистых сталей	SC
	Бесшовные трубы высокого давления	STHG		Литье из высокопрочных углеродистых сталей	HSC
	Углеродистые стали общего применения	SPS		Литье из нержавеющей сталей	SSC
	Углеродистые стали для деталей машин	STST		Литье из жаропрочных сталей	HRSC
	Легированные стали общего применения	STA		Литье из марганцовистых сталей	HMnSC
	Нержавеющие стали общего применения	STS-TK		Литье из жаростойких сталей	SCPH
	Углеродистые стали для труб квадратного сечения	SPSR	Литье	Латунь	BsC
	Легированные стали общего применения	SPA		Высокопрочная латунь	HBsC
	Углеродистые стали для труб высокого давления	SPPS		Бронза	BrC
	Углеродистые стали для высокотемпературных труб	SPSR		Фосфорная бронза	PCB
	Углеродистые стали для труб повышенного давления	SPPH		Сплавы бронзы и алюминия	AIBC
	Нержавеющие стали общего применения	STSxT		Легированный алюминий	ACxA
Чугун и сталь	Легированные стали общего применения	SMxxC, SMxxCK		Марганцовистые сплавы	MgC
	Хромомолибденоалюминиевые сплавы	SACM		Сплавы цинка	ZnDC
	Хромомолибденовые стали	SCM		Алюминиевые сплавы	Al DC
	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
	Углеродистые инструментальные стали	STC			
Специальные стали	Инструментальные стали	SKC			
	Высоколегированные инструментальные стали	STS, STD, STF			
	Быстрорежущие стали	SKH			
	Нержавеющие листы	STS			
	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

Н	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(1)
	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
400	379	379	70.8	-	40.8	56.0	55	1290
390	369	369	70.3	-	39.8	55.2	-	1240
380	360	360	69.8	(100.0)	38.8	54.4	52	1205
370	350	350	69.2	-	39.9	53.6	-	1170
360	341	341	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
350	331	331	68.1	-	35.5	51.9	-	1095
340	322	322	67.6	(108.0)	34.4	51.1	47	1070
330	313	313	67.0	-	33.3	50.2	-	1035

Виккерс 50kgf Hv	Бринелль, 3000kgf HB		Роквелл				Шор HS	Предел прочности на разрыв МПа(1)
	Стандартный шарик d10 мм	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

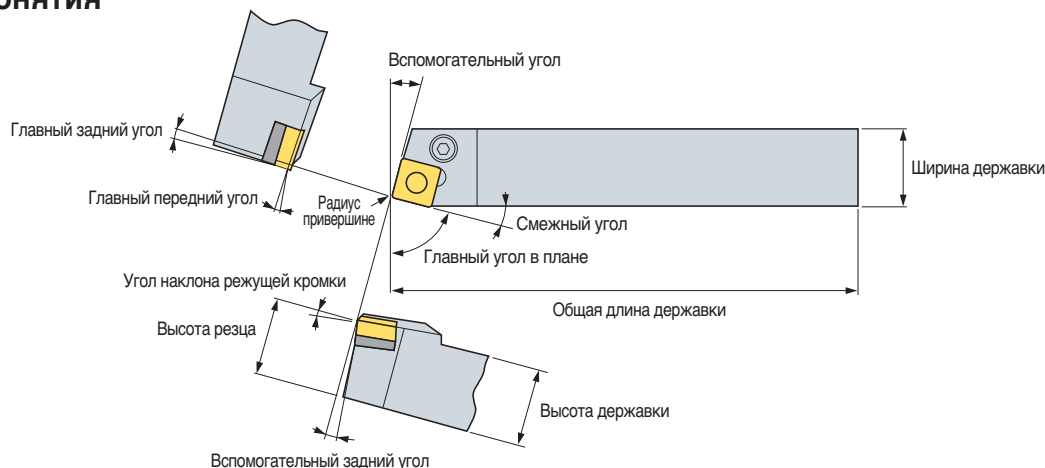
Физические характеристики марок сплавов

Применение	ISO	Сплав KORLOY	Плотность (г/см³)	Твердость (HRA)	Предел прочности на растяжение (кгс/мм²)	Предел прочности на сжатие (кгс/мм²)	Модуль Юнга (упругости) (103 кгс/мм²)	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	25
		P20 ST20	11.8	91.9	200	480	56	5.2	42
		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	-	-	88
		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	105
		K10 H01	13.0	92.9	210	570	66	4.7	109
		K20 G10	14.7	90.9	250	500	63	-	105
Ультрамелко зернистые сплавы	Z	Z10 FA1	14.1	91.4	290	-	58	5.7	-
		Z20 FCC	12.5	91.3	235	-	-	-	-
Коррозионностойкие сплавы	V	V1 D1	15.0	92.3	205	520	-	-	-
		V2 D2	14.8	90.9	250	150	-	-	-
		V3 D3	14.6	89.7	310	410	-	-	-
		V4 G5	14.3	89.0	320	380	-	-	-
		V5 G6	14.0	87.7	350	330	-	-	-
Горнобуровые сплавы	E	E1 GR10	14.8	90.9	220	-	-	-	-
		E2 GR20	14.8	90.3	240	-	-	-	-
		E3 GR30	14.8	89.0	270	-	-	-	-
		E4 GR35	14.8	88.2	270	-	-	-	-
		E5 GR50	14.5	87.0	300	-	-	-	-

Физические свойства химических элементов и соединений

Обозначение	Плотность (г/см³)	Твердость (HV)	Модуль Юнга (упругости) (× 10³ кгс/мм²)	Теплопроводность (Кал/см сек / °C)	Коэффициент расширения (× 10⁻⁶/°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
Al₂O₃	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

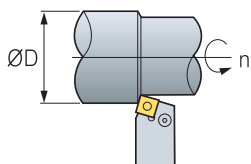


Влияние основных углов на процесс резания

Наименование угла	Терминология	На что влияют	Эффект
Передний угол	Вспомогательный передний угол Передний угол	• Силы резания, температура резания, Воздействие схода стружки на стойкость инструмента	(+): 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 окалина
Задний угол	Задний угол Вспомогательный задний угол	• Только на контакт режущей кромки с обрабатываемой поверхностью	(-): Получается сильная режущая кромка, но при этом увеличивается износ что влияет на стойкость инструмента
Главный угол в плане	Главный угол в плане	• Влияет на стружкообразование и направление сил резания	(+): Улучшает сход стружки так как увеличивает её толщину
	Угол при вершине	• Влияет на стружкообразование и направление сил резания	(+): 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	(-): Режущая кромка является прочной, но имеет недолгий срок службы, оказывая негативное воздействие на износ задней поверхности резца

Расчет технологических параметров

Скорость резания



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

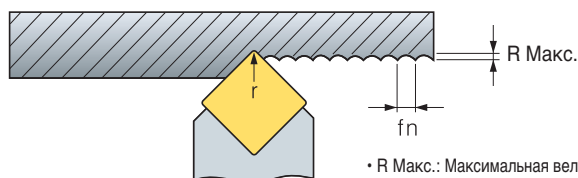
- v_c : Скорость резания (м/мин)
- D : Диаметр (мм)
- n : Число оборотов в минуту (мин^{-1})
- π : Константа (3.14)

Подача

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

- $S_{об}$: Подача на оборот (мм/об)
- $S_{мин}$: Минутная подача, мм/мин
- 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

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

- Практический расчет значения шероховатости

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

Мощность резания

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

- $P_{кв}$: Мощность резания (кВт)
- $P_{пр}$: 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

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

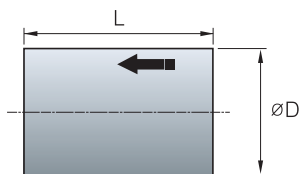
- Q : Производительность обработки ($\text{см}^3\text{/мин}$)
- t : Глубина резания (мм)
- v_c : Скорость резания (м/мин)
- $S_{об}$: Подача на оборот (мм/об)

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)

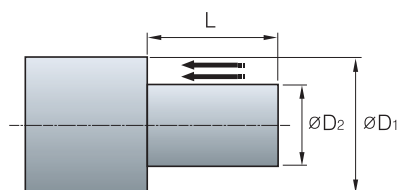
$$T = \frac{60 \times L}{\text{Соb} \times n}$$

Машинное время при постоянстве (vc)

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

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

Многопроходное продольное точение 2



Машинное время при постоянстве (n)

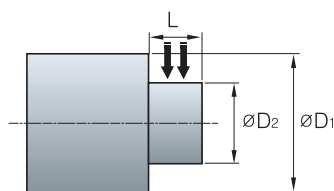
$$T = \frac{60 \times L}{\text{Соb} \times n} \times N$$

Машинное время при постоянстве (vc)

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

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

Поперечное точение



Машинное время при постоянстве (n)

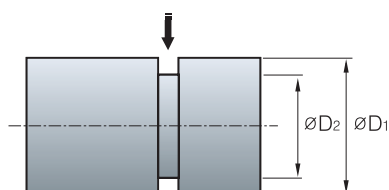
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times \text{Соb} \times n} \times N$$

Машинное время при постоянстве (vc)

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

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

Обработка канавок



Машинное время при постоянстве (n)

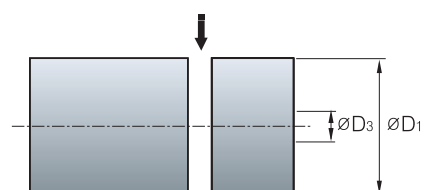
$$T = \frac{60 \times (D_1 - D_2)}{2 \times \text{Соb} \times n}$$

Машинное время при постоянстве (vc)

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

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

Отрезка



Машинное время при постоянстве (n)

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

Машинное время при постоянстве (vc)

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

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

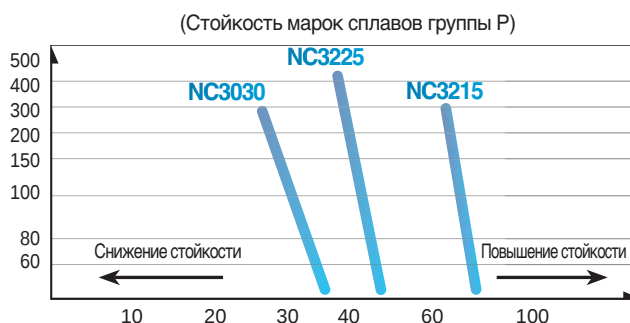
T: Машинное время (с)
T1: Машинное время до макс. оборотов rpm (sec)
T3: Время обработки до максимального оборота (сек.)
Соb: Подача (мм/об)
n: Частота вращения (мин⁻¹)
n Макс.: Максимальный Число оборотов в минуту (min⁻¹)
D1: Максимальный диаметр заготовки (мм)
D3: Максимальный диаметр заготовки при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

➤ Оптимальный выбор режимов резания

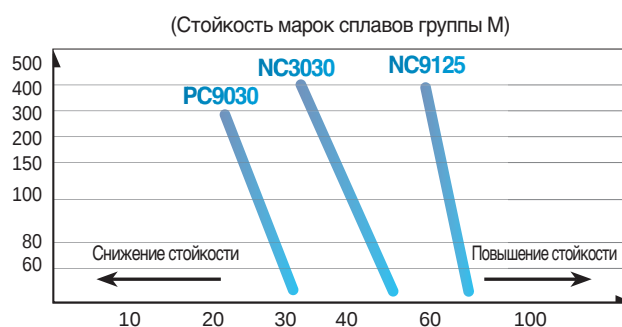
- Оптимальными режимами резания являются режимы, при которых обеспечивается максимальная производительность при сохранении высокой стойкости инструмента

➤ Рекомендации по выбору скорости резания

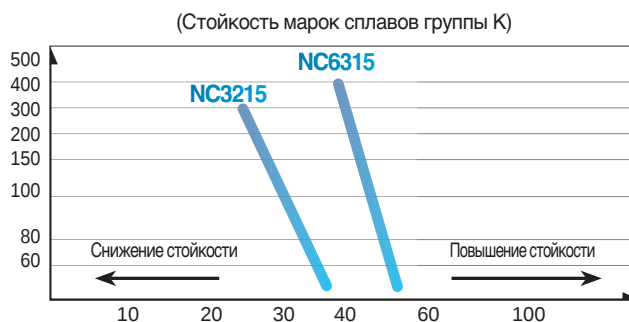
- **Материал заготовки:** SM45C (180HB)
- **Критерий износа по зад. пов-ти:** $VB = 0.2\text{мм}$
- **t:** 1.5мм
- **Soб:** 0.3мм/об
- **Державка:** PCLNR2525-M12
- **СМП:** CNMG120408
- Обработка без применения СОЖ



- **Материал заготовки:** STS304 (200HB)
- **Критерий износа по зад. пов-ти:** $VB = 0.2\text{мм}$
- **t:** 1.5мм
- **Soб:** 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
- **Soб:** 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



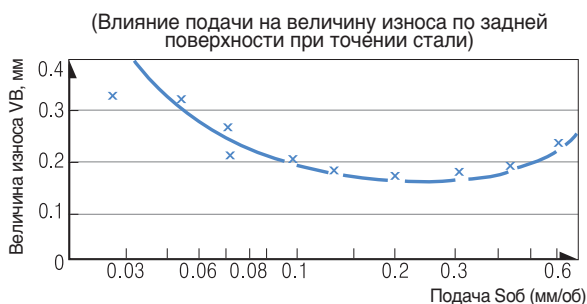
➤ Подача

- 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

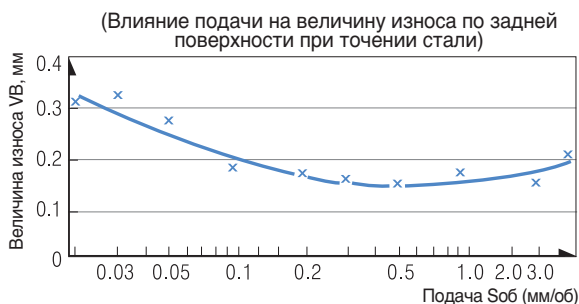
- **Заготовка:** SNCN431
- **Тв.сплав:** ST20E
- **Скорость резания:** 200м/мин
- **Глубина резания:** 1.0мм
- **Длительность обработки:** 10мин



➤ Глубина резания

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

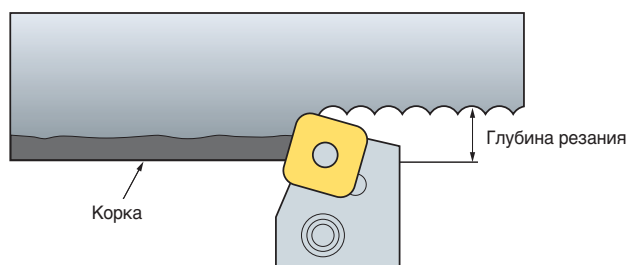
- **Заготовка:** SNCN431
- **Тв.сплав:** ST20E
- **Скорость резания:** 200м/мин
- **Подача:** 0.2мм/об
- **Длительность обработки:** 10мин



➤ 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

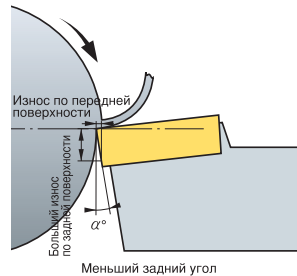
Влияние заднего угла на величину износа СМП в статической системе координат

Преимущества и недостатки

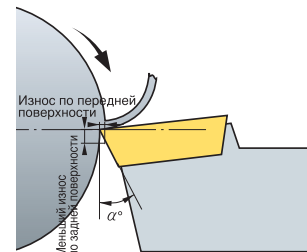
1. Чем больше задний угол, тем меньше износ по задней поверхности
2. Чем больше задний угол, тем больше ослабляется режущая кромка
3. Чем меньше задний угол, тем выше вибрация

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



Меньший задний угол



Большой задний угол

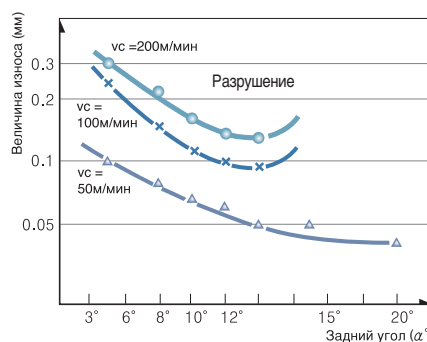
• **Заготовка:** SNCM431 (HB200)

• **Тв.сплав:** P20

• **t:** 1 мм

• **Soб:** 0.32 мм/об

• **T:** 20 мин



Влияние главного угла в плане

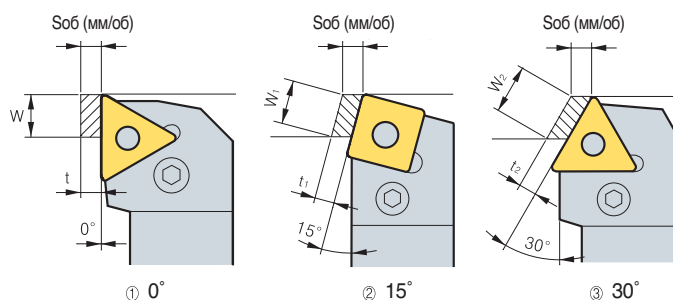
- Оптимальный выбор главного угла в плане обеспечивает высокую эффективность обработки, устойчивое стружкодробление при достижении высоких стойкостных показателей СМП

Влияние главного угла в плане на толщину срезаемого слоя

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

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

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



① 0°

② 15°

③ 30°

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

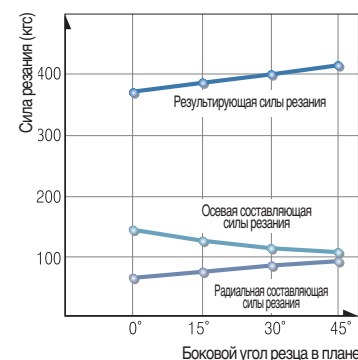
• **Заготовка:** 40X (HB250)

• **СМП:** TNGA220412

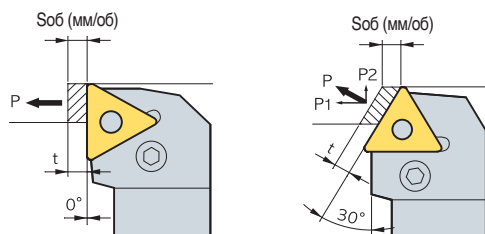
• **vc:** 100 м/мин

• **t:** 4 мм

• **Soб:** 0.45 мм/об



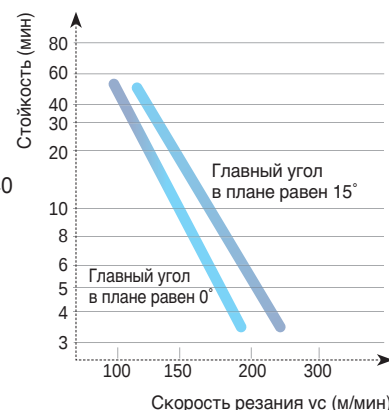
Изменение радиальной и осевой составляющих силы резания при изменении главного угла в плане



① Р-результатирующая сила ② Р-результатирующая 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
- Soб: 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

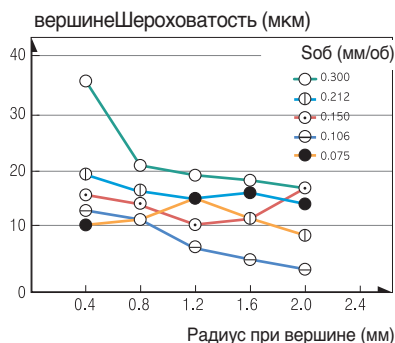
Преимущества и недостатки малого вспомогательного угла в плане

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

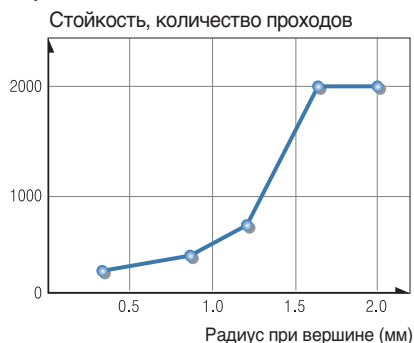
- Радиус при вершине влияет не только на шероховатость, но и на стойкость режущей кромки
- Желательно, чтобы величина радиуса при вершине была в 2-3 раза больше, чем величина подачи

Влияние радиуса при вершине на шероховатость поверхности



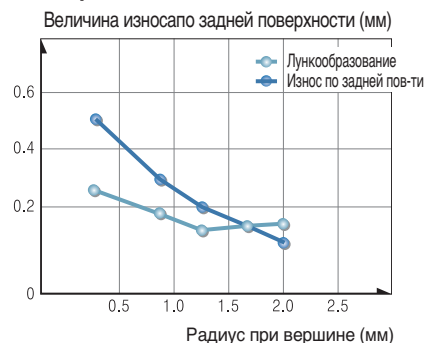
- Заготовка: SNCM439, HB200
- Тв.сплав: P20
- vc = 120м/мин
- t = 0.5мм

Влияние радиуса при вершине на стойкость СМП при прерывистом резании



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

Влияние радиуса при вершине на величину износа по задней поверхности



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

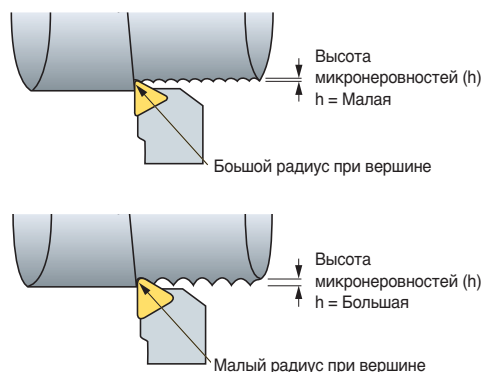
Радиус при вершине

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)

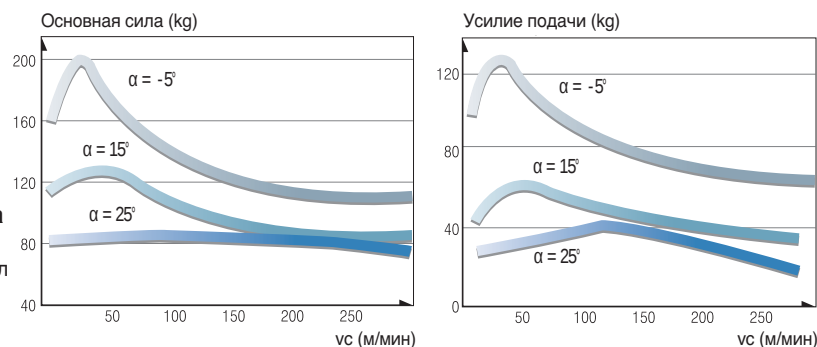
Зависимость силы резания от величины переднего угла

При увеличении переднего угла

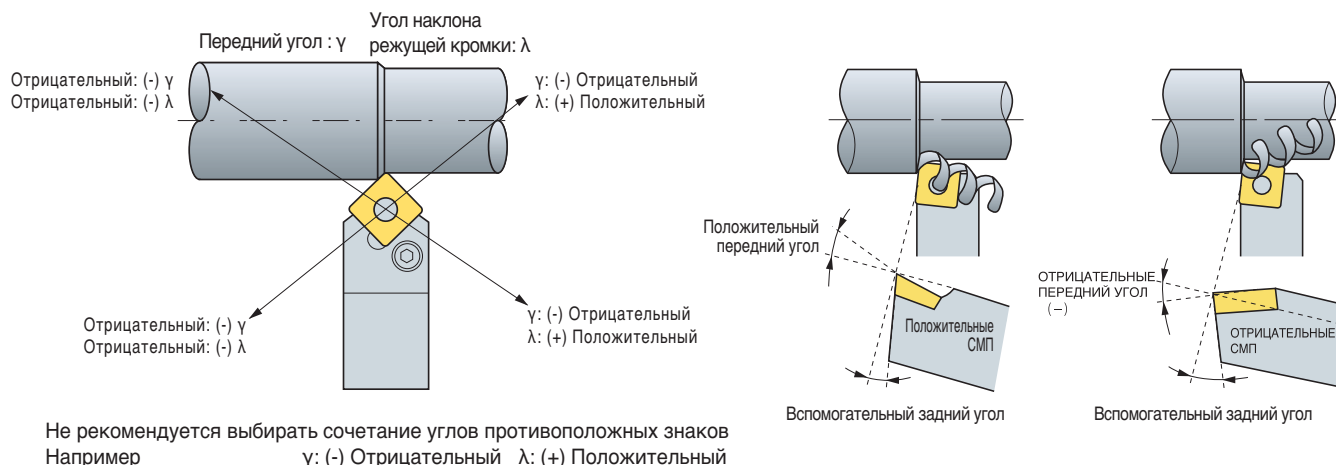
1. Снижается шероховатость обработанной поверхности
2. При увеличении на 1% снижается сила резания на 1%
3. Ослабляется режущая кромка

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

Инструмент с наименьшим углом в плане, учитывая условия обработки и геометрические особенности детали

Державку с наибольшей жесткостью, учитывая её вылет и поперечное сечение

Марку сплава СМП наибольшей твердости, учитывая её прочностные характеристики

Наибольший радиус при вершине, учитывая точность получаемого размера и шероховатость поверхности

СМП с наибольшим числом режущих граней

СМП наименьшего размера, учитывая режимы резания и условия обработки

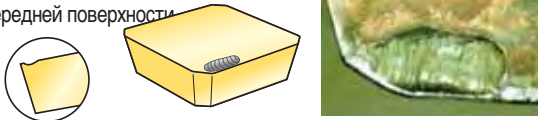
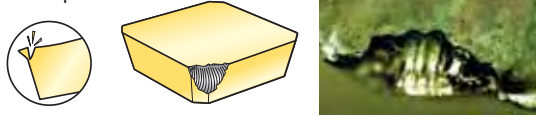
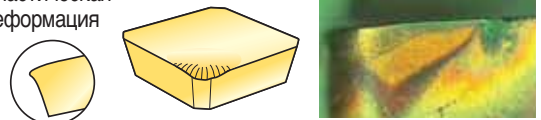
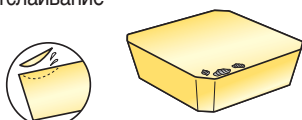
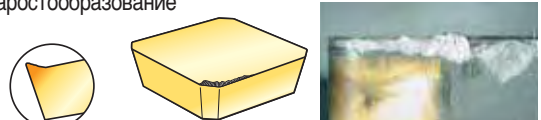
Наибольшую глубину резания согласно условий обработки и возможностей оборудования

Наибольшую подачу, учитывая условия обработки и возможности оборудования

Наименьшую скорость резания

Стружколом СМП, учитывая глубину резания и подачу

Виды износа

Вид износа	Причины	Рекомендации
Лункообразование на передней поверхности 	- Недостаточная твердость марки сплава - Нестабильная подача СОЖ	- Выбрать более твердую марку сплава - Отрегулировать подачу СОЖ в зону резания
Износ вершины СМП 	- Недостаточная прочность марки сплава - Увеличенная нагрузка на режущую кромку - Развитие усталостных трещин - Неправильно подобран размер СМП	- Выбрать более прочную марку сплава - Уменьшить подачу - Выбрать больший размер СМП с упрочняющей кромкой и большее сечение державки - Проверить геометрию передней поверхности
Пластическая деформация 	- Недостаточная твердость марки сплава - Нестабильная подача СОЖ - Высокая температура в зоне резания	- Выбрать более твердую марку сплава - Отрегулировать подачу СОЖ - Уменьшить скорость резания
Износ вершины по задней поверхности 	- Высокая скорость резания - Обрабатываемая поверхность имеет высокую твердость - Недостаточная твердость марки сплава - Недостаточно острый передний угол - Не высокая подача на проход	- Уменьшить скорость резания - Увеличить подачу - Выбрать СМП с положительной геометрией - Выбрать более твердую марку сплава
Термотрещины 	- Резкое колебание температуры в зоне резания - Нестабильная подача СОЖ (* данный вид износа характерен преимущественно для фрезерных операций)	- Отрегулировать подачу СОЖ в зону резания - Выбрать более прочную марку сплава
Местное выкрашивание режущей кромки 	- Недостаточная прочность марки сплава - Не высокая подача на проход - Недостаточная прочность режущей кромки - Нежесткость системы СПИД	- Выбрать более прочную марку сплава - Увеличить подачу - Увеличить скорость резания - Применить державку большего сечения
Насечки и бороздки на режущей кромке 	- Обрабатываемая поверхность имеет высокую твердость - Возникновение вибраций	- Выбрать более твердую марку сплава - Улучшить отвод стружки из зоны резания
Отслаивание 	- Несоответствующий стружколом - Возникновение вибраций - Недостаточный задний угол	- Выбрать более твердую марку сплава - Выбрать черновой тип стружколома - Увеличить задний угол
Полломка пластины 	- Недостаточная прочность марки сплава - Нежесткость системы СПИД - Неправильно подобран размер СМП	- Выбрать более прочную марку сплава - Уменьшить подачу - Изменить геометрию СМП - Выбрать СМП большего размера
Наростообразование 	- Низкая скорость резания - Недостаточный передний угол	- 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 термо-стойкую 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 И 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

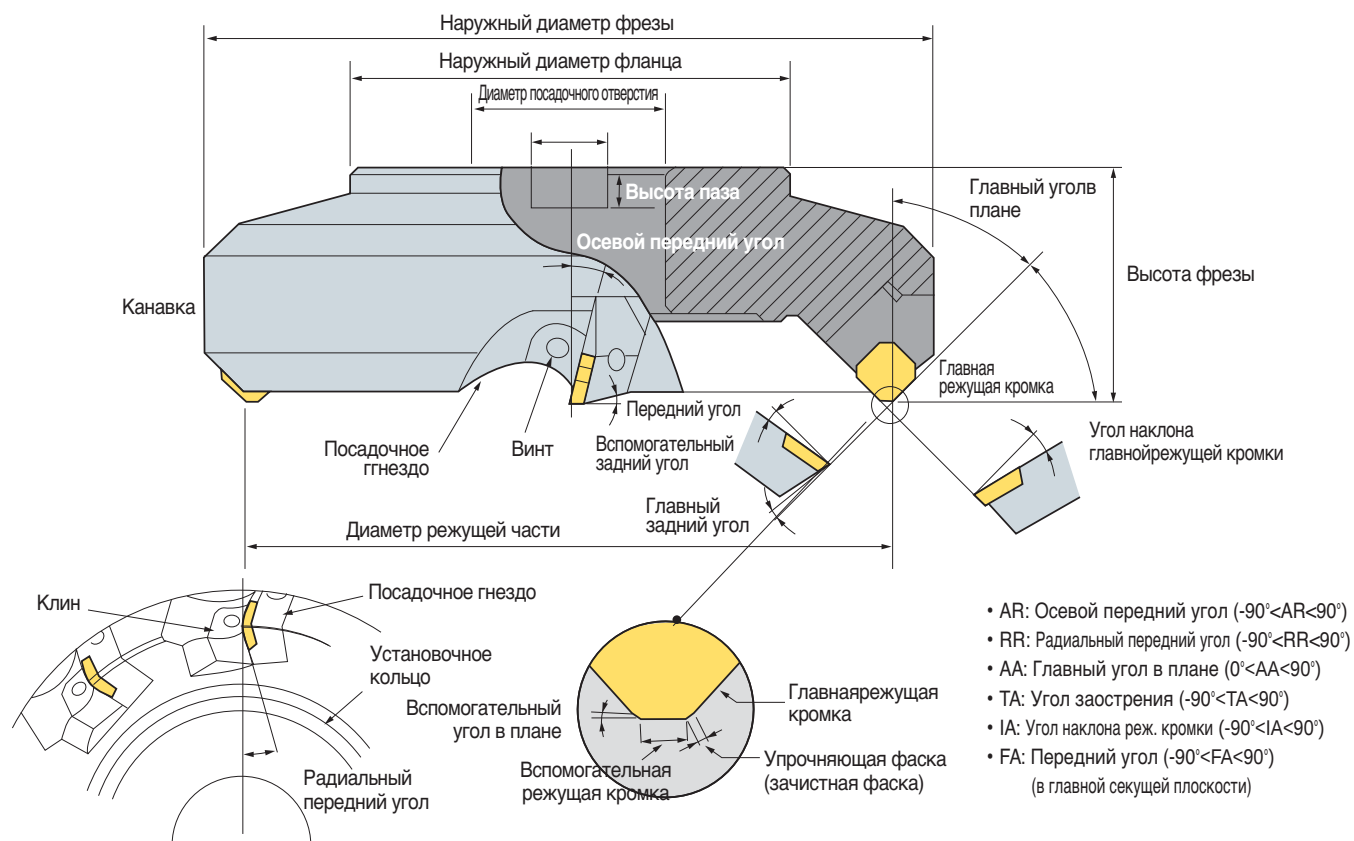
Характерные виды износа

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)

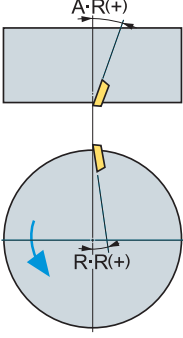
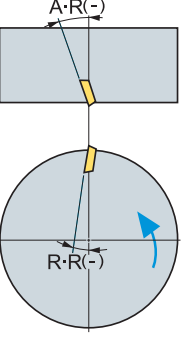
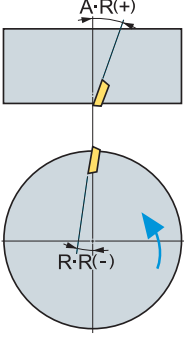
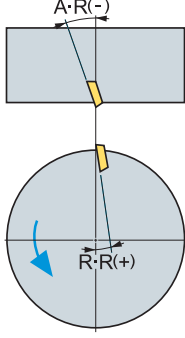
Характерные виды износа	Инструментальные материалы
Катастрофический износ	Быстрорежущие стали
Износ по задней поверхности, VB = 0.3мм	Керметы, керамика (неравномерный износ)
VBМакс. = 0.5мм	Твердый сплав (неравномерный износ)
Ширина лунки KT = 0.06+0.3So6 мм/об	Твердый сплав
Шероховатость A Ra = 1, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10	Все виды (чистовая обработка)



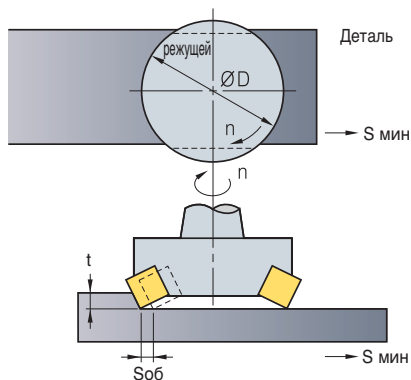
Назначение основных углов, определяющих геометрию фрезы

№	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

	Double positive angle	Double negative angle	Posi - Negative angle	Nega - Positive angle
Спецификация				
Применение	- Н изокуглеродистая сталь, чугун - Н нержавеющая сталь	- Прерывистое резание, тяжелые условия обработки - Обдирка чугунных и стальных заготовок	- Труднообрабатываемые материалы, нержавеющая и легированная сталь, чугун - Возможна обработка с большой глубиной резания	Материалы, образующие стружку надлома
Преимущества	- Снижение сил резания - Уменьшение вероятности наростообразования	- Усиленная режущая кромка - Возможность применения двухсторонних СМП - Возможность обработки грубых заготовок с включениями песка и др - Стабильный отвод стружки	- Высокое качество резания - Подходит для обработки труднообрабатываемых материалов	-
Недостатки	- Ослабленная режущая кромка - Повышенные требования к жесткости системы СПИД - Возможность применения только односторонних пластин	Повышенные требования к жесткости системы СПИД и увеличению силы резания	Возможность применения только односторонних пластин	- Пакетирование стружки при обработке вязких материалов - Возможно повреждение стружкой обработанной поверхности - Плохой контроль стружки

Расчет технологических параметров



Скорость резания

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

- vc: 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 зуб: Подача на зуб (мм/зуб)
- S 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 мин: Подача (мм/мин)
- t: Глубина резания (мм)

Мощность резания

$$P_{\text{кв}} = \frac{Q \times k_c}{60 \times 10^2 \times \eta} \quad P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{кв}}}{0.75}$$

- P_{кв}: Мощность резания (кВт)
- H: 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 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/мм²) и твердость	Удельная сила резания k_s (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	НсС46	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-магнийевый 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		90	195	440	780	1,110	1,500

Измерение шероховатости поверхности

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

Соответствие параметров шероховатости						
Обозначения на чертеже	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	

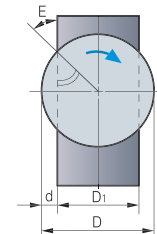
Рекомендации для серии MILL-MAX

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

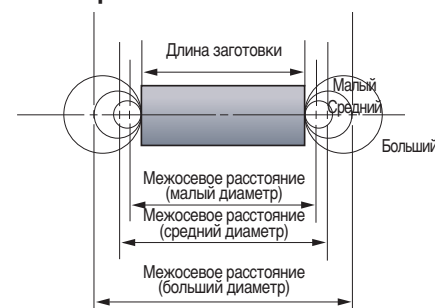
Обрабатываемый материал	E	δ
Сталь	+20°~10°	3 : 2
Чугун	ниже +50°	5 : 4
Алюминиевый сплав	ниже +40°	5 : 3



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	$D \times (1 \sim 1.5)$	$D \times (1 \sim 4)$	$D \times 1 + \alpha$

Пример) $D = \varnothing 100 \Rightarrow 4'' \times (1 \sim 1.5) = 4 \sim 6$

D - указывать диаметр фрезы в дюймах Макс.



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	- Неправильный выбор режимов резания - Неправильный выбор марки сплава - Вибрация	↓		↑			↑	↓		↑		↑
Лункообразование на передней поверхности	- Неправильный выбор режимов резания - Неправильный выбор марки сплава	↓	↓	↓	•	↑	↑			↓		↑
Скалывание вершины	- Недостаточная прочность марки сплава - Большая подача на зуб - Недостаточная прочность вершины СМП			↓		↓	↓	↓		↑	↑	
Наростообразование	- Неправильный выбор режимов резания - Неправильный выбор марки сплава - Неправильный выбор геометрии СМП	↑	↓			↑				↓		
Вибрации	- Неправильный выбор геометрии СМП - Недостаточное число зубьев - Плохой отвод стружки - Недостаточная жесткость системы СПИД		↓	↓	•	↑		↑	↓	↓		
Низкое качество обработанной поверхности	- Неправильный выбор геометрии СМП - Плохой отвод стружки - Наростообразование - Появление вибрации	↑	↓	↓	•	↑			↓	↑		
Термотрещины	- Неправильный выбор режимов резания - Неправильный выбор марки сплава	↓	↓	↓	●	↑				↑	↑	
Поломка	- Неправильный выбор режимов резания - Недостаточная прочность вершины СМП - Плохой отвод стружки - Появление вибрации - Увеличение нагрузки на режущую кромку		↓	↓	•						↑	

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

Основные характеристики фрезерных приводов

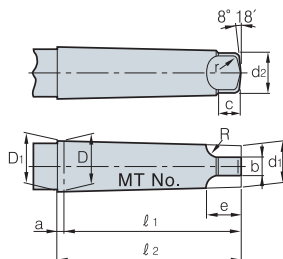
Рекомендации по выбору значения КПД (η) в зависимости от типа привода станка

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)

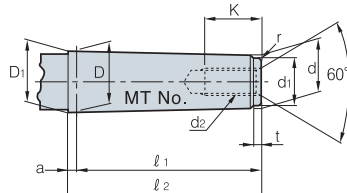
Конус Морзе (с лапкой)



MT No.	Конусность	Угол наклона(α)	D	a	D ₁	d ₁	l ₁	l ₂	d ₂	b	c	e	R	r
0	$\frac{1}{19.212}$	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	$\frac{1}{20.047}$	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	$\frac{1}{20.020}$	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.034	75.0	80.0	13.5	6.3	10	16	6	1.6
3	$\frac{1}{19.922}$	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.107	94.0	99.0	18.5	7.9	13	20	7	2
4	$\frac{1}{19.254}$	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	$\frac{1}{19.002}$	1°30'26"	44.399	6.5	4.741	36.531	149.5	156.0	35.7	15.9	19	29	10	3
6	$\frac{1}{19.180}$	1°29'36"	63.348	8	63.765	52.399	210.0	218.0	51.0	19.0	27	40	13	4
7	$\frac{1}{19.231}$	1°29'22"	83.058	10	83.578	68.186	286.0	296.0	66.8	28.6	35	54	19	5

(мм)

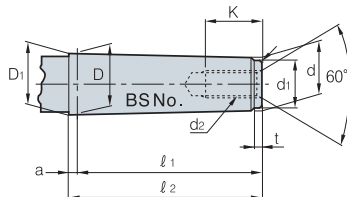
Конус Морзе (под винт)



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

(мм)

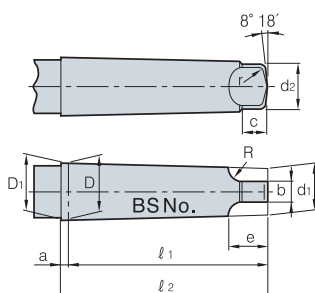
Укороченный конус «Brown sharp» (под винт)



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)

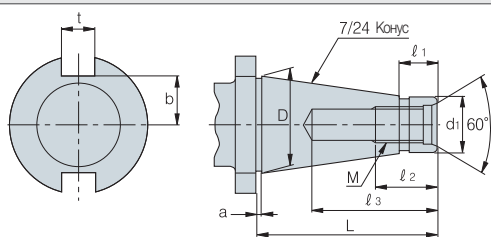
Укороченный конус «Brown sharp» (с лапкой)



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

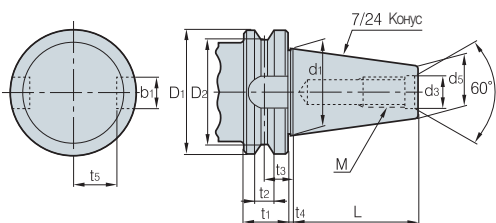


Стандартный конус американской фрезерного станка



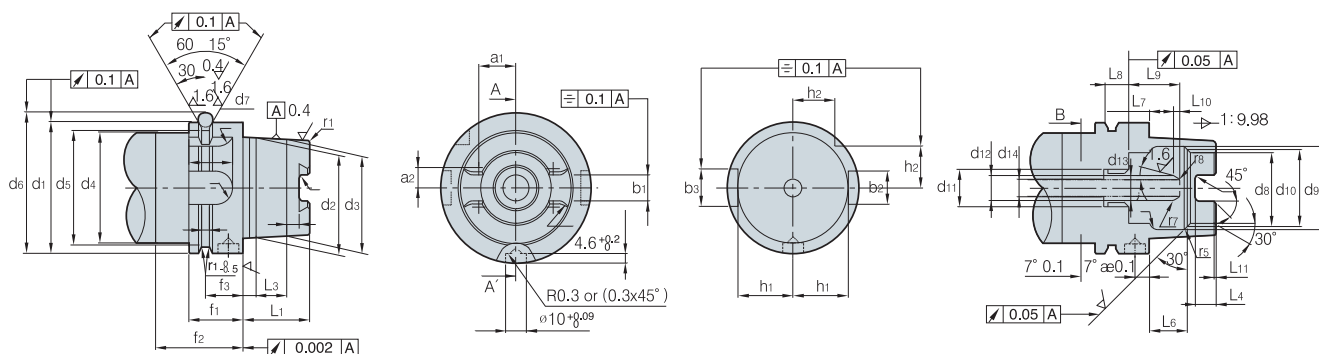
NT No.	Размеры	D	D ₁	L	l ₁	M	l ₂	l ₃	a	t	b
30	1 ¹ / ₄	31.750	17.40 ^{-0.29} _{0.36}	70	20	UNC 1/2"	24	50	1.6	15.9	6
40	1 ³ / ₄	44.450	25.32 ^{-0.30} _{-0.384}	95	25	UNC 5/8"	30	60	1.6	15.9	22.5
50	2 ³ / ₄	69.850	39.60 ^{-0.31} _{-0.41}	130	25	UNC 1"	45	90	3.2	25.4	35
60	4 ¹ / ₄	107.950	60.20 ^{-0.34}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

Конус "Bottle grip"



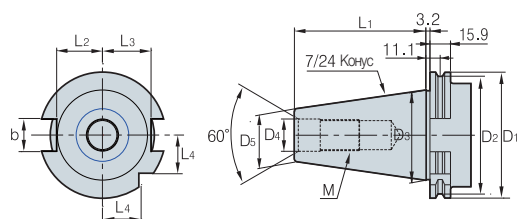
BT No.	D ₁	D ₂	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	d ₁	d ₃	L	M	b ₁	t _s	d ₅
35	53	43	22	10	14.6	2	38.1	13	56.5	M12×1.75	16.1	19.6	21.62
40	63	52	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16×2	16.1	22.6	25.3
45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20×2.5	19.3	29.1	33.1
50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24×3	25.7	35.4	40.1
60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30×3.5	25.7	60.1	60.7

HSK державки



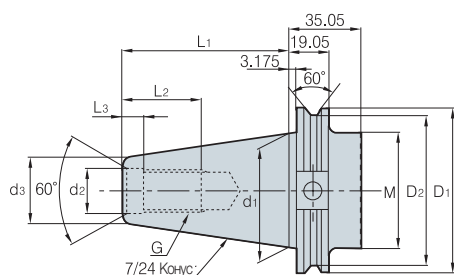
Типы хвостовиков

DIN 69871



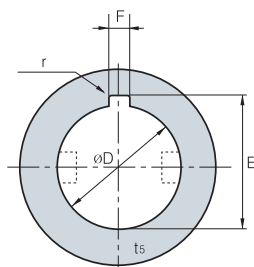
Shank No	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	L ₁	L ₂	L ₃	L	b	M
30	50.0	44.3	31.75	13	17.8	47.8	16.4	19.0	33.5	16.0	M12×1.75
40	63.5	56.2	44.45	17	24.5	68.4	22.8	25.0	42.5	16.1	M16×2
45	82.5	57.2	57.15	21	33.0	82.7	29.1	31.3	52.5	19.3	M20×2.5
50	97.5	91.2	68.85	25	40.1	101.7	35.5	37.7	61.5	25.7	M24×3

Тип CAT



Shank No	D ₁	D ₂	M	d ₁	d ₂	d ₃	L ₁	L ₂	L ₃	G
CAT40	63.5	56.36	M16×2	44.45	16.28	21.84	68.25	28.45	4.78	5/8-11
CAT45	82.55	75.41	M20×2.5	57.15	19.46	27.69	82.55	38.1	4.78	3/4-10
CAT50	98.43	91.29	M24×3	69.85	26.19	35.05	101.6	44.45	6.35	1-8

Посадочные кольца под оправку (KSB3203)



● Тип А

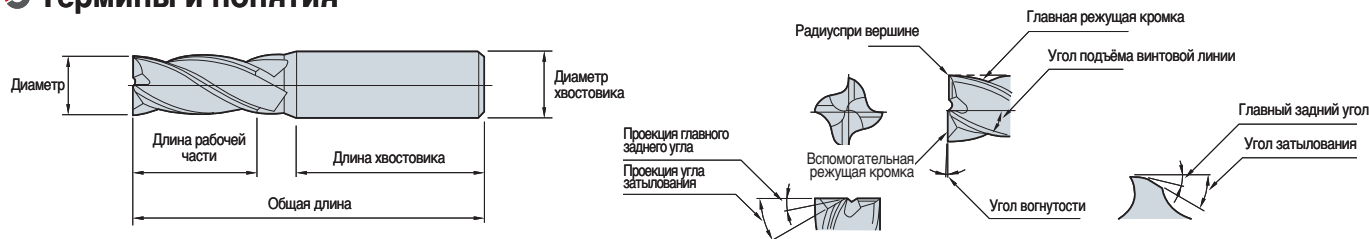
Диаметр	øDH ₇	E	F	r
8	8 ^{+0.015} ₀	8.9 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.16} _{+0.06}	0.4
10	10 ^{+0.015} ₀	11.5 ^{+0.25} ₀	3 ^{+0.16} _{+0.06}	0.4
13	13 ^{+0.018} ₀	14.6 ^{+0.25} ₀	3 ^{+0.16} _{+0.06}	0.6
16	16 ^{+0.018} ₀	17.7 ^{+0.25} ₀	4 ^{+0.19} _{+0.07}	0.6
19	19 ^{+0.021} ₀	21.1 ^{+0.25} ₀	5 ^{+0.19} _{+0.07}	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
$\frac{1}{2}$	12.70 ^{+0.018} ₀	14.17 ^{+0.25} ₀	2.38 ^{+0.31} _{+0.13}	0.5
$\frac{5}{8}$	15.875 ^{+0.018} ₀	17.74 ^{+0.25} ₀	3.18 ^{+0.31} _{+0.13}	0.8
$\frac{3}{4}$	19.050 ^{+0.021} ₀	20.89 ^{+0.25} ₀	3.18 ^{+0.31} _{+0.13}	0.8
$\frac{7}{8}$	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 $\frac{1}{4}$	31.750 ^{+0.025} ₀	35.18 ^{+0.25} ₀	7.94 ^{+0.32} _{+0.14}	1.6
1 $\frac{1}{2}$	38.10 ^{+0.025} ₀	42.32 ^{+0.25} ₀	9.53 ^{+0.89} _{+0.25}	1.6
1 $\frac{3}{4}$	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 $\frac{1}{2}$	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 $\frac{1}{2}$	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 $\frac{1}{2}$	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)
π: Константа (3.141592)
D: Диаметр фрезы (мм)
n: Число оборотов (мин⁻¹)
S мин: Минутная подача (мм/мин)
S об: Подача на оборот (мм/об)
S зуб: Подача на зуб (мм/зуб)
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 $D_{\text{эф}} = 2 \times \sqrt{D \times t - t^2}$ 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)

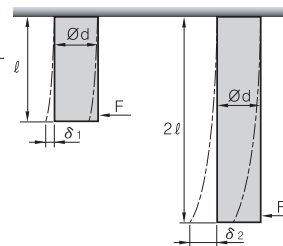
Относительная длина рабочей части фрезы

- 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
- Вел ичин а деформация 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

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI}$$



δ = Относительная деформация ℓ = Длина рабочей части

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

$\ell : 2\ell$

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

Расчет частоты вращения

vc 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	12,243	14,691
7	909	1,364	1,819	2,274	2,728	3,183	3,638	4,093	4,547	5,457	6,366	6,821	8,185	9,095	11,368	13,642
7.5	849	1,273	1,698	2,122	2,546	2,971	3,395	3,820	4,244	5,093	5,942	6,366	7,639	8,488	10,610	12,732
8	796	1,194	1,592	1,989	2,387	2,785	3,183	3,581	3,979	4,775	5,570	5,968	7,162	7,958	9,947	11,937
8.5	749	1,123	1,498	1,872	2,247	2,621	2,996	3,370	3,745	4,494	5,243	5,617	6,741	7,490	9,362	11,234
9	707	1,061	1,415	1,768	2,122	2,476	2,829	3,183	3,537	4,244	4,951	5,305	6,366	7,074	8,842	10,610
9.5	670	1,005	1,340	1,675	2,010	2,345	2,681	3,016	3,351	4,021	4,691	5,026	6,031	6,701	9,377	10,052
10	637	955	1,273	1,592	1,910	2,228	2,546	2,865	3,183	3,820	4,456	4,775	5,730	6,366	7,958	9,549
11	579	868	1,157	1,447	1,736	2,026	2,315	2,604	2,894	3,472	4,051	4,341	5,209	5,787	7,234	8,681
12	531	796	1,061	1,326	1,592	1,857	2,122	2,387	2,653	3,183	3,714	3,979	4,775	5,305	6,631	7,958
13	490	735	979	1,224	1,469	1,714	1,959	2,204	2,449	2,938	3,428	3,673	4,407	4,897	6,121	7,346
14	455	682	909	1,137	1,364	1,592	1,819	2,046	2,274	2,728	3,183	3,410	4,093	4,547	5,684	6,821
15	424	637	849	1,061	1,273	1,485	1,698	1,910	2,122	2,546	2,971	3,183	3,820	4,244	5,305	6,366
16	398	597	796	995	1,194	1,393	1,592	1,790	1,989	2,387	2,785	2,984	3,581	3,979	4,974	5,968
17	374	562	749	969	1,123	1,311	1,498	1,685	1,872	2,247	2,621	2,809	3,370	3,745	4,681	5,617
18	354	531	707	884	1,061	1,238	1,415	1,592	1,768	2,122	2,476	2,653	3,183	3,537	4,421	5,305
19	335	503	670	838	1,005	1,173	1,340	1,508	1,675	2,010	2,345	2,513	3,016	3,351	4,188	5,026
20	318	477	637	796	955	1,114	1,273	1,432	1,592	1,910	2,228	2,387	2,865	3,183	3,979	4,775
21	303	455	606	758	909	1,061	1,213	1,364	1,516	1,819	2,122	2,274	2,728	3,032	3,789	4,547
22	289	434	579	723	868	1,013	1,157	1,302	1,447	1,736	2,026	2,170	2,604	2,894	3,617	4,341
23	277	415	554	692	830	969	1,107	1,246	1,384	1,661	1,938	2,076	2,491	2,768	3,460	4,152
24	265	398	531	663	796	928	1,061	1,194	1,326	1,592	1,857	1,989	2,387	2,653	3,316	3,979
25	255	382	509	637	764	891	1,019	1,146	1,273	1,528	1,783	1,910	2,292	2,546	3,183	3,820

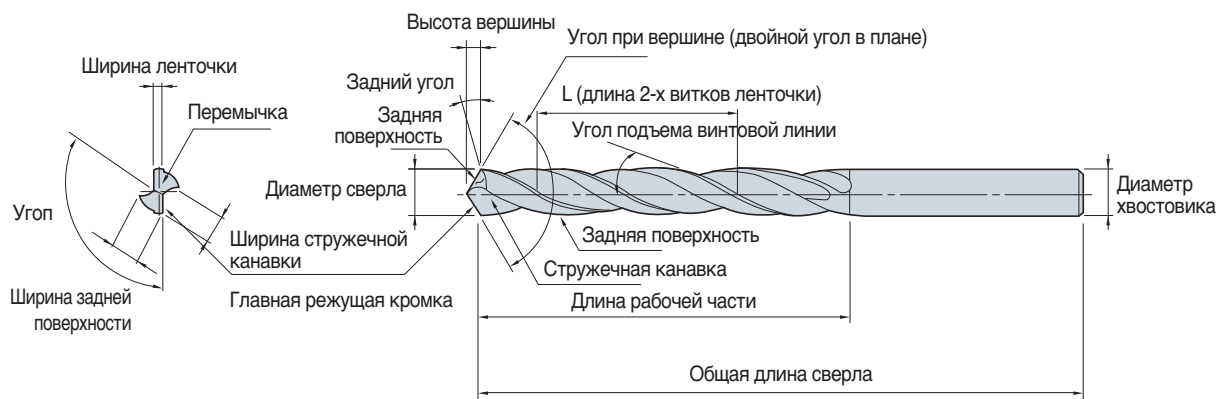


Рекомендации по увеличению стойкости концевых фрез

Проблемы		Причины	Факторы, влияющие на стойкость																
			Режимы резания					Геометрические параметры инструмента					Марка сплава		Другие				
			Cutting speed	Feed	Depth of cut	Coolant	Up cut-down cut	Relief angle	Lead angle	Length of flute	Number of flute	Honing	Chip pocket	Toughness	Hardness	Machine rigidity	Machine vibration	Workpiece fixing	Overhang
Виды износа режущих кромок	Быстрый износ режущих кромок	Неправильный выбор режимоврезания	↓	↑		●											↑		
	Выкрашивание	Неправильный выбор режимоврезания Наростообразование Недостаточная прочность рабочей частиНеправильный выбор марки сплава		↓			↓	↓				●		↑			↓	↑	↓
	Поломка	Неправильный выбор режимоврезанияБольшие силы резанияНедостаточная жесткость системыСПИД		↓	↓					↓			↑			↑		↑	↓
Низкое качество обработанной поверхности		Наростообразование	↑	↑		●			↑				●						
		Вибрации	↓				↓			↓						↑	↓	↑	↓
		Малая глубина резания		↓	↓		↑		↑	↓									↓
Неточность обработки		Неправильный выбор режимоврезания Неправильный выбор геометриифрезы	↑	↓			↓				↓	↑				↑	↓		↓
Плохое стружкоудаление		Большие силы резания Недостаточный размер стружечнойканавки Неправильный выбор режимоврезания		↓	↓							↓		↑					

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

Термины и понятия

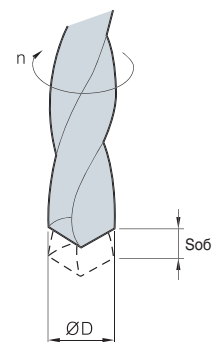


Влияние геометрии на процесс резания

Угол подъёма винтовой канавки	При увеличении угла подъёма винтовой линии эффективная мощность уменьшается, однако при большом увеличении угла уменьшается жесткость сверла Уменьшение мощности сверления Обработка заготовок с высокой твердостью	◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶	Улучшение отвода стружки (для некоторых материалов) Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п.	
Длина рабочей части	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			
Угол при вершине сверла	Оптимальный выбор угла зависит от свойств обрабатываемого материала и влияет на значение осевой силы резания Уменьшение осевой силы резания Увеличение крутящего момента Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п	◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶	Увеличение сопротивления осевой силе резания Увеличение вероятности образования заусенца Обработка заготовок с высокой твердостью	
Ширина ленточки	Ленточки сверл служат направляющими. Плавное сопряжение спинки зуба и ленточки снижает концентрацию напряжений, возникающих при сверлении Уменьшение сил трения между сверлом и заготовкой Увеличение увода сверла	◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶	Уменьшение сил трения между сверлом и заготовкой Уменьшение увода сверла	
Ширина перемычки	Жесткость сверла зависит от ширины перемычки. Для эффективного центрирования при сверлении необходима достаточная ширина перемычки. В тоже время широкая перемычка увеличивает силы резания Уменьшение силы резания Уменьшение жесткости сверла Хороший отвод стружки Обработка материала с низкой твердостью, алюминия и т.п	◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶ ◀ Меньше - Больше ▶	Увеличение силы резания Увеличение жесткости сверла Плохой отвод стружки Обработка заготовок с высокой твердостью	
Обратный конус	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 Для получения высокой производительности сверл и сверл отверстия усадки заготовки имеют большую заднюю свечку во время работы			
Заточка	Длина поперечной режущей кромки более, чем на 50% определяет осевую составляющую усилия резания Поэтому при подточке необходимо уменьшить длину поперечной кромки. При этом уменьшиться осевая сила резания и улучшиться отвод стружки, но если она будет слишком тонкой, то уменьшиться жесткость вершины			
	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
$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (м/мин)}$ v_c: Скорость резания (м/мин) D: Диаметр сверла (мм) n: Число оборотов (мин⁻¹) π: Константа (3.14)	$S_{об} = \frac{S_{мин}}{n} \text{ (мм/об)}$ $S_{об}$: Подача (мм/об) $S_{мин}$: Минутная подача (мм/мин) n: Число оборотов (мин⁻¹)	$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{\pi D}{L}\right)$ δ: Угол наклона реж. кромки D: Диаметр сверла (мм) L: Длина 2-х витков ленточки (мм) π: Константа (3.14)	$T_{Маш} = \frac{L_d}{n \cdot S_{об}} \text{ (мин)}$ 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			
$M_d = K D^2 \times (0.0631 + 1.686 \times f_n) \text{ (кг·см)}$ $T = 57.95 K D f_n^{0.85} \text{ (кг)}$	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/мм²)	Твердость (HВ)	Коэффициент К
Чугуны	Серые	21	177	1.00
	Ковкие	28	198	1.39
	Высокопрочные	35	224	1.88
Стали	1020 (Углеродистые стали С 0.2%)	55	160	2.22
	1112 (С 0.12, S 0.2%)	62	183	1.42
	1335 (Конструкционные стали, Mn 1.75%)	63	197	1.45
Хромо-никелевые стали	3115 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.5)	53	163	1.56
	3120 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.7)	69	174	2.02
	3140	88	241	2.32
Хромо-молибденовые стали	4115 (Cr 0.5, Mo 0.11, Mn 0.8)	63	167	1.62
	4130 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.5)	77	229	2.10
	4140 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.85)	94	269	2.41
Никеле-молибденовые стали	4615 (Ni 1.8, Mo 0.25, Mn 0.5)	75	212	2.12
	4820 (Ni 3.5, Mo 0.25, Mn 0.6)	140	390	3.44
Хромистые стали	5150 (Cr 0.8, Mn 0.8)	95	277	2.46
Хромо-ванадиевые стали	6115 (Cr 0.6, Mn 0.6, V 0.12)	58	174	2.08
	6120 (Cr 0.8, Mn 0.8, V 0.1)	80	255	2.22

Расчет крутящего момента и осевой силы резания			
$M_d = K_1 d^2 \cdot f_n^m$ $T = K_2 d \cdot f_n^n$	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

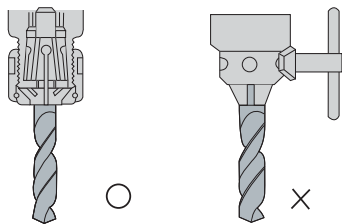
Обозначение резьбы	Диаметр сверла
M2.5 X 0.35	2.2
M3 X 0.35	2.7
M3.5 X 0.35	3.2
M4 X 0.5	3.5
M4.5 X 0.5	4
M5 X 0.5	4.5
M5.5 X 0.5	5
M6 X 0.75	5.3
M7 X 0.75	6.3
M8 X 1	7
M8 X 0.75	7.3
M9 X 1	8
M9 X 0.75	8.3
M10 X 1.25	8.8
M10 X 1	9
M10 X 0.75	9.3
M11 X 1	10
M11 X 0.75	10.3
M12 X 1.5	10.5
M12 X 1.25	10.8
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

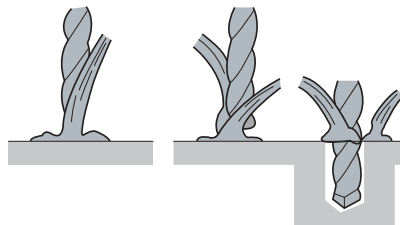


• Цанговый патрон

• Сверлильный патрон

Применение СОЖ

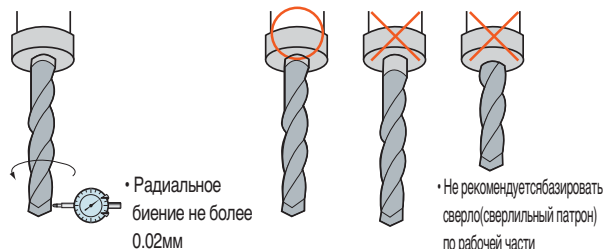
- Необходимо следить за достаточной подачей СОЖ в зону резания
- Нормальное давление: 3~5кг/см, расход СОЖ : 2~5л/мин



• 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

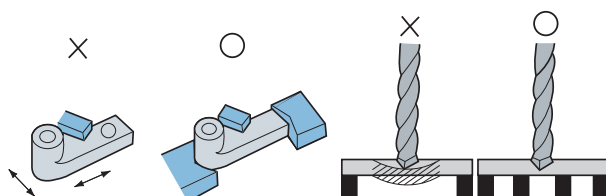


• Радиальное биение не более 0.02мм

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

Установка обрабатываемой детали

- Точность установки и жесткость закрепления заготовки обеспечивает высокую точность обработки



• Ось обрабатываемого отверстия не должна иметь значительные отклонения от вертикали

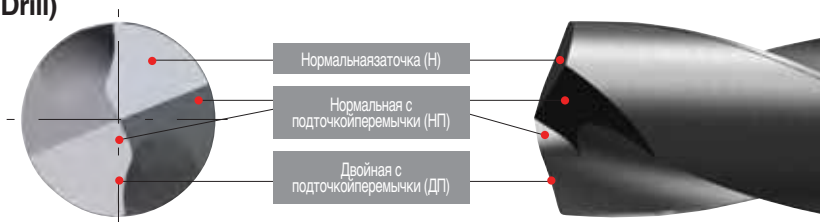
• Учитывайте жесткость заготовки, т.к. изгиб может стать причиной сколов от вертикали

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

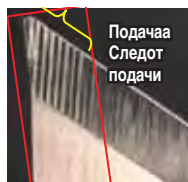
Процесс заточки сверл

Метод заточки (серия MACH Drill)



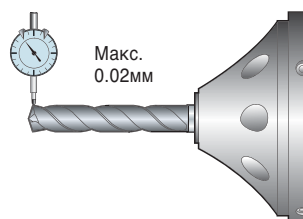
1) Подготовка

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



2) Операция заточки

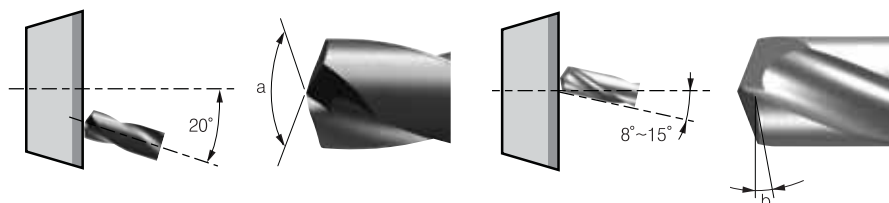
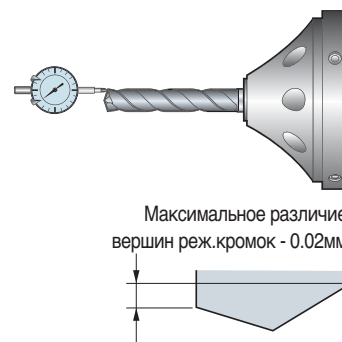
- Установить и закрепить заготовку в патрон. Биение патрона не должно превышать 0.02мм



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

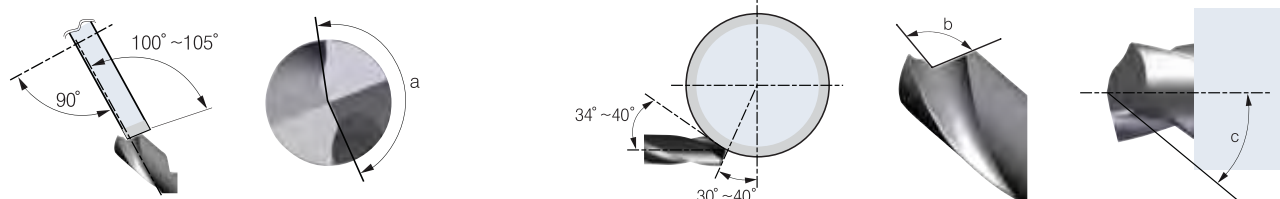
Угол при вершине(a): 140°
Вспомогательный угол(b): 8°~15°



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

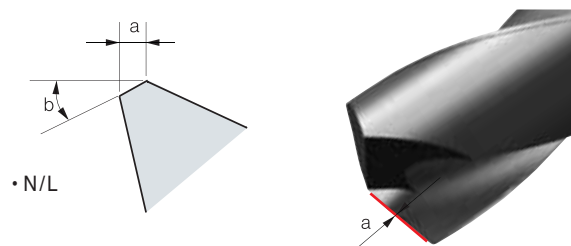
Угол разворота перемычки относительно линии режущей кромки(a): 155°~160°
Угол наклона винтовой линии(b): 100°~105°
Угол установки шлифовального круга относительно оси сверла(c): 34°~40°



5) Двойная с подточкой перемычки (ДП)

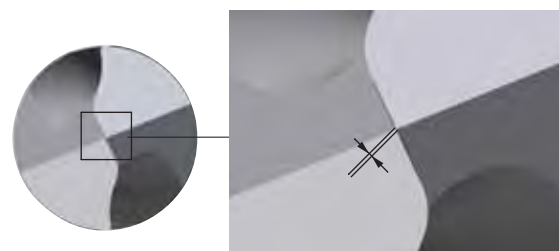
- Окончательная заточка производится алмазным надфилем
- Первоначально необходимо обработать плоскость по всей длине режущей кромки. Затем окончательно довести при помощи алмазной пасты

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



• TIP

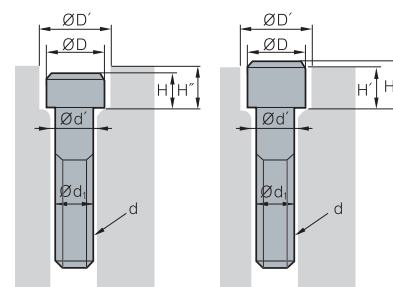
- Вершина сверла
 - При отсутствии перемычки допускается смещение вершины сверла не более 0.10мм
- Рекомендации для выбора размера зерна
 - Алмазный круг: 240~400 mesh
 - Алмазный надфиль: 400~600 mesh
 - Алмазная паста: 800~1500 mesh



➤ 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



Классификация обрабатываемых материалов II

Таблица соответствия стружколомов

Область применения				KORLOY	KYOCERA	TAEGUTEC	SUMITOMO	SANDVIK	KENNAMETAL	ISCAR	WLATER	MITSUBISHI	SECO	TUNGALLOY		
Отрицательная геометрия	Р	Область применения	Тонкая чистовая обработка	- VL	DP (G-класс) GP	- FA	FA FL, FB	PMC QF	FF (G-класс) UF	SF PF	- NF3	PK (G-класс), FY FH, FS, SY	FF1 FF2	TF NS, ZF		
			Чистовая обработка	VF, VB -	PP -	FG SF	LU, FE SU	PF, XF 61	FN K	NF, SM F3P	NF4 FP5	FP LP, SH, SA	MF2	NM, NS, SS TS, TSF		
			Получистовая или чистовая обработка	VC LP, CP	HQ, CQ PQ, CJ	MC FC	SE SX	HM PMC	LF, CT -	TF -	NS6 MP3	C(кермет) MV	MF5	AS ZM, AM		
			Получистовая обработка	VM, HM MP	HK, GS, HS, PS PG	MP, MT PC	GU(UG) GE, UX	QM, SM PM, XM	MP, MN -	PP, TF M3P	NM4, NP5 MP5	MA, MH MP	M3, M5 -	TQ, TM DM, без стружколома		
			Черновая обработка	B25 GR	PT, GT, HT, PH			- PR, WR	RP, MR RV, без стружколома	GN R3P	- RP5, NM9	GM, без стружколома GH, RP	M5 MR5, MR6, MR7	TH THS		
			Тяжелые режимы обработки	GH VH VT	PX - -	HB, RH, RX HZ, EH HT, HY, HD	HG, MP HP HU, HW, HF	PR, XMR QR HR	RH RM MM	NR, HT HR T3P	RP7, NR4, NRF NRR, NR8 -	HZ HX HV	R4, R5 R6, R7, R8, PR6 PR9, R56, R57, R68	CH THS, TRS 65, TUS		
			Низкоуглерод. сталь	Мягкая сталь	VL -	XF, XP, XP-T XQ, XS	SF -	FL -	LC -	- -	- -	- -	FY SY	- -	- -	
			Высокие подачи	Зачистка	VW LW -	WP, WF WQ, WE -	WS WT -	LUW, SEW GUW -	WF, WL WM, WMX WR	FW MW RW	WF WG -	NF NM -	SW MW -	FF2, MF2 MF5, M3 R4, R7	AFW, FW ASW, SW -	
			Область применения	Вал (длинный прутки)	SH KNUX-	CJ, ST KNMX-	FS, VF, FX KNUX-	HM -	K KNUX-71	- -	- -	- -	ES KNMX-19	UX -	P, S KNMX	
			М	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
	К	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			
Игательная геометрия	РМК	Область применения	Чист. обр.	FP VL, VF	XP, PP GP	FA, FX -	FC FB, LU(FP, FK)	PF, XF UF	11 UF	PF F3P	FP4 FK6	SMG (G-класс), FV SV, FP	FF1 F1	O1 PSF, PF		
			Получист. резание	HMP MP	XQ HQ, GK	FG PC, FM	LB, NF SU, SC	PM, XM UM, PMC	LF, FP MP, T-20	14 SM	MP4, FM2, FM4, MK4 FP6, MM4, FM6, RK4	LP MV	MF2 F2, M3	PSS PS		
			Черн. обр.	C25	без стружколома	MT	MU	PR, UR, XR	MF, GM, -C	19	RP4, RM4, RK6	без стружколома, MP	M5	PM		
			Зачистка	- -	WP -	- WT	LUW SDW	WL, WF WM, WMX	FW MW	WF WG	PM -	SW MW	- -	- -		
			MS	Нерж.сталь для жаропроч.сплавов	Чист. обр.	FS, MS, 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	FP, VL, LU	MQ	SA	LB, SI	MR, XR	MF	SM	RM4	MM	M3	PS
	Получист. резание	MU			MF	-	-	SMC	-	M3M	-	MM, без стружколома	M5	CM		
	К	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, -MM	M5	без стружколома		
	N	Aluminium alloy		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							•						
	PVD PC3035	P30-P40							•							
	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			•								
	PVD PC8120				S15-S25			•								
	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 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							•					

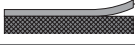
Классификация обрабатываемых материалов II

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				•								★ New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
	PVD CC2500 ^{new}	P20-P30		K10-K15				•								★ New TiAlN слой (Высокая износостойкость / Сопротивление окислению)
	CN1500	P10-P20		K10-K20				•								
	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		•			•					
	G10				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										•		TiAlCrN
	PVD PC320	P20-P35		K20-K35								•				TiAlN



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 PC320S		M20-M30		S20-S30							•				
	PVD PC320U	P01-P10		K05-K10								•				
	PVD SL				S25-S35							•				
	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					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 ST20	ST10 ST20		S1P SM30			TX10S TX20	ST10T ST20T	SRN5 WS20B	S1F		P10 P20		
		ST30A	ST30A ST40E	PW30	S30T S6	TTX TTM TTR	K45 KM K420	TX30 TX40	UTi20T	EX35 EX40 EX45	VC6 VC5 VC56		P30 P40		
	M	U20	U10E U20 ST30A A40		H13A H10F	AT10 AT15 TTR	K2885 K2S	TU10 TU20 TU40	UTi20T	WAM10B EX35	VC27 VC28		M10 M20 M40		
	K	H01 H05 G10	H1 G10	KW10H	IC4 IC20 IC28	H1P H10F	THM THR	K68 K8735	TH03 TH10 KS20	HTi10T HTi20T	WH05 W10 WH20	VC3 VC2 VC1	K10 K20 K20M K30		

CVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Точение	P	NC3215	AC805P CA510 AC810P AC700G AC900G	CA5505 CA510 CA515 VP5115 CA5515	IC8150	GC4305 GC4205 GC4315 GC4215	TP0500 TP0501 TP1500 TP1501 TGP25	KCP05 KCP05B KCP10 KCP10B	T9105 T9115	UE6105 UE6110 MY5015	HG8010	VP5515	WPP10S WKP13S	TT8105 TT8110 LC215P TT8115	
		NC3225 NC3120	AC820P AC2000 AC8025P	CA525 VP5125 CA5525	IC8250	GC4325 GC4225	TP2500 TP2501 TGP35 TP3501	KCP25 KCP25B	T9125	MC6025 UE6020	HG8025	VP5525	WPP20S WKP23S	TT8120 LC225P TT8125	CP5
		NC3030 NC5330	AC830P	CR9025 CA5535 CA530	IC8350	GC4335 GC4235	TP3500 TGP45	KCP30 KCP30B KCP40 KCP40B	T9135	MC6035 UE6035 UH6400	GM8035	VP5535	WPP30S WKP33S	TT5100 TT8135 TT7100	JC110V JC215V JC325V JC450
	M	NC9115 NC9125 NC9135	AC610M AC630M AC6030M	CA6515 CA6525	IC6015 IC6025	S05F GC2015 GC2220 GC2025	TM2000 TM4000	KCM15 KCM15M KCM25 KCM25B KCM35 KCM35B	T6120 T6130	MC7015 MC7025 US7020 US735	GM25 GX30	VP8515 VP8525	WAM10 WMP20S WAM20 WAM30	TT9215 TT9225 TT9235	
	K	NC6310 NC6315	AC405K AC415K AC420K	CA4505 CA4010 CA4515 CA4115 CA4120	IC5005 IC5015	GC3205 GC3210 GC3215 GC3225	TK1001 TK2001 TKG1500	KCK05 KCK05B KCK15 KCK15B KCK20 KCK20B	T5105 T5115 T5125	MC5005 UC5105 MC5015 UC5115	HG3505 HG3515	VP1505 VP1510 VP1515	WKK10S WKK20S WAK30	TT7005 TT7505 TT7310 TT7015 TT7025	CP2 CP5 JC105V JC110V JC215V

PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Точение	P	PC8105 PC8110 PC8115 PC3035 PC5300		PR1005 PR915 PR1115 IC830 IC908 IC3028 PR1025 PR630 PR660	IC507 IC808 IC830 IC3028	GC1025 GC4125	CP200 CP250 CP500	KU10T KU25T	AH710 GH730 AH330 AH740 AH120 GH330	VP15TF VP20MF	IP2000 IP3000	VC907 VC927 VC905	WTA43 WTA41	TT5030	JC5003 JC5015
		PC8105 PC8110 PC8115 PC8120 PC5300	AC510U EH510Z AC520U EH520Z AC530U	PR915 PR930 PR1125 PR630 PR660	IC808 IC907 IC3028 IC830	GC1005 GC1105 GC1020 GC1025 GC4125	CP200 CP250 CP500	KC5010 KC5510 KC5025 KC5525	AH330 GH330 AH120 GH730 AH140 AH630	MP9005 VP10RT VP15TF VP20MF	IP50S IP100S	VC929 VC927 VC902 VC901 VC905	WSM10S WSM20S WSM30S WSM40S	TT5030	ZM3 QM3 VM1 TAS
		PC9030 PC5400			IC330	GC2035			AH645	MP7035				TT8020	JC5015
	K	PC5300	EH510Z EH520Z		IC5100 IC810 IC220 IC908 IC228		CP200 CP250 CP500		AH110 GH110 AH120		CY110H	VC929 VC903 VC927 VC902 VC901 VC907		TT5030	
	S	PC8105 PC8110 PC8115 PC8120 PC5300 PC5400	AC510U AC520U	PR915 PR660 PR1325	IC808 IC907 IC3028 IC328	GC1105 GC1025 GC2035	TS2000 CP500 TS2500	KC5010 KC5025	AH110 AH120	VP05RT VP10RT VP15TF MP7035		WSM10 WSM20 WSM30	TT5030		

Кермет

ISO		KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGUTEC	NTK	DIJET
Точение	P	CC1500 CN1500	T110A T2000Z T1500A	PV30 TN30	IC20N IC520N	CT5015	CM C15M	HT2 KT125 HT5 KT175 KT195M	NS520 GT530 NS530 NS9530 GT9530 NS540 NS730	NX2525 NX3035 UP35N AP25N NX335 MP3025	CH350 CZ25 CH530 CH550 CH570	VC83	WTA43 WTA41	PV3010 CT3000	T3N T15 N20 C30 N40	LN10 CX50 CX75 CX90 CX99
		CC2500 CN2000 CN2500	T3000Z	PV7020 TN60 TN620 TN6020 TN90 PV90	IC30N IC530N	CT525 GC1525	TP1020 TP1030									
	M															
	K	CN1500 CN2500	T110A							NX2525				CT3000	T15	LN10 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	TAEGLITEC	NTK	DIJET
Фрезерование	P	ACP100		IC5100	GC4210	MP1500 MS2500 MP2500 MS2500 T350M MM4500	KCPM20		FH7020			WKP25S			
		NC5330 NCM325 NCM535		IC5400	GC4220 GC4230		KCMP30	T3130	F7030		SM245	WKP25S WKP35S WKP35G	TT8525 TT7800		
		NCM335 NCM545					KC927M								
Фрезерование	M	NC5330 NC5340 NC5350	ACP400		GC2040	MP2500 MS2500 MM4500		T3130	F7030						
Фрезерование	K	ACK200		IC5100		MK1500 MK2000 MS2500 T350M MK3000	KC907M KCK15 KC914M KCPK30 KC917M KC924M	T1115 T1015	MC5020			WAK15 WKK25 WKP25S WKP35S WKP35G	TT7515 TT6800		
		NC5330 NCM535			GC3330 GC3040										
		NCM545													

PVD покрытие

ISO	KORLOY	SUMITOMO	KYOCERA	ISCAR	SANDVIK	SECO	KENAMETAL	TOSHIBA	MITSUBISHI	HITACHI	VALENITE	WALTER	TAEGLITEC	NTK	DIJET
Фрезерование	P	PC2005 PC2010 PC2015			P20A					ATH80D PCA08M ACS05E PCA12M PC20M JX1005 TB6005 JX1020 CY9020					
		PC2505 PC2510			GC1010				AP20M GP20M				TT2510		DH102
		PC3600 PC3700	ACZ310	PR730	IC903 IC908 IC950	MP3000	KC522M KUC20M	GH330	MP6120	TB6045	VC935	WKP25			JC5003 JC5015
Фрезерование	M	PC210F	ACP200	PR830 PR630	GC1025 GC1030	F25M F30M	KC525M KUC30M	AH120	VP15TF UP20M	CY250 PTH30E		WKP35	TT7070 TT7080 TT7030	QM3 ZM3	JC5030 JC5040
		PC5300	ACP300 ACZ350						MP6130	JP4160		WKP45	TT8020		
		PC5400		PR660	IC928	GC1030	F40M T60M	AH3135	VP30RT	JM4160 PTH40H					
Фрезерование	K	PC210F PC5300	ACM100 ACP200	PR730	IC903		KC5510 KC7020	AH120		JX1020 CY9020 JX1015 TB6020 CY250					JC5003
		PC9530	ACM300 ACP300 ACZ350	PR1025 PR630 PR660 PR1535	IC900 IC250 IC928	GC1125 GC1025 GC2030 GC1030	F25M F30M	KC522M KC725M KC735M KC7030	MP7130	JX1045 TB6045	VC928 VC902 VC901	WQM35 WSM35S WSP45 WSM45S	TT9030 TT9080 TT8020	QM3 ZM3	JC5015 JC5030 JC5040
		PC5400 PC9540		PR660	IC328		F40M	KC722	AH3135	MP7140	JX1060 TB6060				
Фрезерование	S	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	KC510M KCU30M		VP15TF VP30RT MP9130	ACS05E		WSM35S WSM45S	TT9030 TT8020 TT8080		

Кермет

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

★ : Кермет с покрытием PVD ★ : Новые сплавы

