

ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ



Фрезерный инструмент

Система обозначения фрез	186
Обзор фрезерного инструмента	188
Фрезы серии SD	193
Фрезы серии SN	198
Фрезы серии ZA	202
Фрезы серии ZP	211
Фрезы серии SO	219
Фрезы серии WN	224
Фрезы серии XD	227
Фрезы серии AP	232
Фрезы серии RO	237
Фрезы серии SP	245
Фрезы серии TP	248
Фрезы серии LN	251
Фрезы для обработки фасок серии SP	257
СМП для фрезерной обработки	261
Техническая информация	282



Система обозначения фрез

F	R	A	S	-	80	N	27	-	R	6	ZP	15	-	-
F	R	B	T	-	160	N	40	-	R	10	LN	19	-	-
P	U	J	A	-	40	W	32	-	R	3	XD	13	-	160
F	U	A	L	-	63	N	27	-	R	4	ZP	15	/56	-
B	U	D	S	-	20	W	20	-	R	3	SP	09	/45	-
1	2	3	4		5	6	7		8	9	10	11	12	13

1	Тип обработки	2	Вид обработки
F	Фрезерование плоскостей и уступов	U	Универсальная
T	Фрезерование пазов и отрезка	F	Чистовая
C	Профильное фрезерование	R	Черновая
P	Плунжерная обработка	H	Обдирочная
B	Обработка фасок		


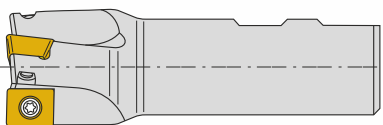
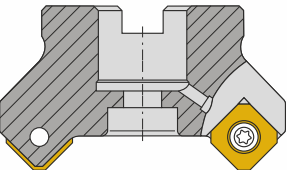
3	Угол в плане	4	Применение
A	90°	S	Фрезы общего применения
B	75°	L	Длиннокромочные фрезы
D	45°	D	Фрезы с возможностью сверления
E	60°	A	Фрезы с возможностью осевого плунжерения
G	91°	T	Фрезы с тангенциальным креплением пластин
J	10°	X	Обдирочные фрезы
K	15°	C	Фрезы для обработки цветных металлов
R	00°	W	Фрезы с креплением пластин клином
H	88°		
X	30°		

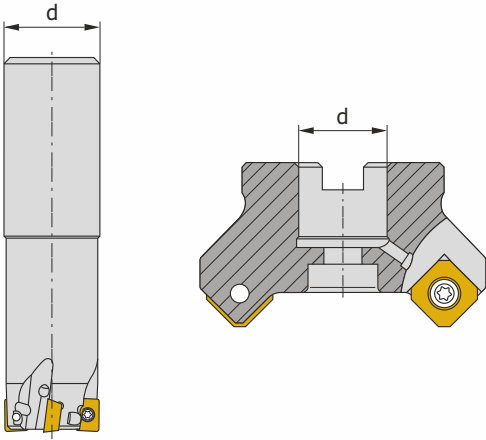
5	Диаметры фрезы

Примеры обозначения:

FRAS-80N27-R6ZP15 - фреза торцевая насадная, общего применения, с рабочим диаметром 80мм, с углом в плане 90°, диаметром посадочного отверстия 27мм, с внутренним подводом СОЖ, правая, 6 зубьев, под пластину ZP.-1506..

FRBT-160N40-R10LN19 - фреза торцевая насадная, с рабочим диаметром 160мм, с углом в плане 75°, диаметром посадочного отверстия 40мм, без внутреннего подвода СОЖ, правая, 10 зубьев, с тангенсальным креплением пластин LN.-1919..

6	Вид посадки
A	Цилиндр 
W	«Weldon» 
N	Насадная 

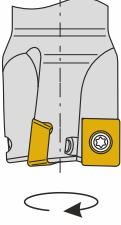
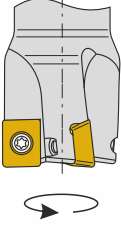
7	Диаметр посадки
	

9	Количество зубьев
10	Форма пластины
11	Длина режущей кромки
12	Суммарная длина режущей кромки
13	Дополнительные сведения

P Фрезы с креплением токарных пластин «тип P»

D Фрезы с креплением токарных пластин «тип D»

*Для концевых фрез удлиненной серии указывается общая длина инструмента



















8	Направление обработки
R	Правое 
L	Левое 

Примеры обозначения:





















PUJA-40W32-R3XD13-160 - фреза концевая для работы с большими подачами, с возможностью осевого плунжерения, чистовая, с рабочим диаметром 40мм, с углом в плане 10°, хвостовик «Weldon» ø32мм, с внутренним подводом СОЖ, правая, 3 зуба, удлиненная, под пластины XD.-1304..

FUAL-63N27-R4ZP15/56 - фреза насадная длиннокрюмочная, с рабочим диаметром 63мм, с углом в плане 90°, с посадочным диаметром 27мм, с внутренним подводом СОЖ, правая, 4 зуба, под пластины ZP.-1506.., суммарная длина режущей кромки 56мм.




























Обзор торцевых насадных фрез

Тип	Серия	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования										Страница	
							Плоскости	Уступы	Пазы	С высокими подечами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плужерение	Профильное	С врезанием под угол			
Торцевые насадные фрезы	SD	FUDS		45°	50-160	SDHT  197	◆											194
	SN	FUDS		45°	50-160	SNMX  201	◆											199
	ZA	FRAS		90°	50-100	ZAHT  210	◆	◆	◆								◆	203
	ZA	FUGA		91°	50-100	ZAHT  210	◆	◆	◆		◆	◆	◆				◆	206
	ZP	FRAS		90°	50-160	ZPHT  218	◆	◆	◆								◆	212
	ZP	FUGA		91°	50-125	ZPHT  218	◆	◆	◆		◆	◆	◆				◆	214
	ZP	FUAL		90°	50-125	ZPHT  218		◆	◆									216
	ZP	FRBS		75°	50-160	ZPHT  218	◆											217
	SO	FUAS		90°	50-125	SOHT  223	◆	◆	◆									220

Обзор торцевых насадных фрез

Тип	Серия	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования										Страница
							Плоскости	Уступы	Пазы	С высокими подачами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плужнение	Профильное	С врезанием под угол		
Торцевые насадные фрезы	WN	FRAS		90°	50-125	WNGX  226	◆	◆	◆		◆	◆	◆		◆	225	
	XD	PUJA		10°	50-125	XDHT  231	◆				◆	◆		◆		228	
	AP	FUAC		90°	50-125	APKT  236	◆	◆	◆						◆	233	
	RO	CURS		-	50-125	ROGT, ROGW  243	◆				◆	◆	◆	◆	◆	238	
	SP	FRBH		75°	80-315	SP...N  247	◆									246	
	TP	FRAH		90°	80-315	TPGR, TP...N  250	◆	◆								249	
	LN	FRBT		75°	125-400	LNMX  256	◆									252	
	LN	FRDT		45°	125-400	LNMX  256	◆									253	
	LN	FRET		60°	125-400	LNMX  256	◆									254	
	LN	FRHT		88°	125-400	LNMX  256	◆									255	

Обзор концевых фрез

Тип	Серия	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования										Страница		
							Плоскости	Уступы	Пазы	С высокими подечами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плужерение	Профильное	С врезанием под угол				
Концевые фрезы	SD	FUDS		45°	32-40	SDHT  	◆											195	
	ZA	FRAS		90°	25-40	ZAHT  	◆	◆	◆								◆	204	
	ZA	FUGA		91°	25-40	ZAHT  	◆	◆	◆		◆	◆	◆				◆	207	
	ZA	FUAL		90°	25-40	ZAHT  		◆	◆										209
	ZP	FRAS		90°	40-50	ZPHT  	◆	◆	◆									◆	213
	ZP	FUGA		91°	40-50	ZPHT  	◆	◆	◆		◆	◆	◆					◆	215
	SO	FUAS		90°	32-40	SOHT, SOHW  	◆	◆	◆										221
	XD	PUJA		10°	32-40	XDHT  	◆		◆	◆		◆							229
	AP	FUAC		90°	32-50	APKT  	◆	◆	◆									◆	234















Обзор концевых фрез

Тип	Серия	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования								Страница		
							Плоскости	Уступы	Пазы	С высокими подачами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плунжерное	Профильное		С врезанием под угол	
Концевые фрезы	RO	CURS		-	32-40	ROGT, ROGW  243	◆					◆	◆	◆	◆	◆	240

Обзор фрез для обработки фасок

Тип	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования								Страница			
						Плоскости	Фаски	Пазы	С высокими подачами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плунжерное	Профильное		С врезанием под угол		
Концевые фрезы для обработки фасок	BUXS BUDS BUES		30° 45° 60°	17-25	SPGT  260	◆	◆										258
	BUXS BUDS BUES		30° 45° 60°	12	SPGT  260	◆	◆										259

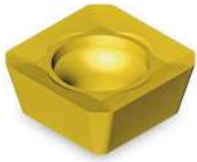
Обзор фрез с винтовым хвостовиком

Тип	Серия	Наименование	Модель	Угол в плане	Диаметр фрезы	Применяемая пластина	Вид фрезерования										Страница		
							Плоскости	Уступы	Пазы	С высокими подечами	С винтовой интерполяцией	С круговой интерполяцией	Осевое плужерение	Профильное	С врезанием под угол				
Фрезы с винтовым хвостовиком	SD	FUDS		45°	32-40	SDHT  197	◆											196	
	ZA	FRAS		90°	25-40	ZAHT  210	◆	◆	◆								◆	205	
	ZA	FUGA		91°	25-40	ZAHT  210	◆	◆	◆		◆	◆	◆				◆	208	
	SO	FUAS		90°	32-40	SOHT, SOHW  223	◆	◆	◆										222
	XD	PUJA		10°	32-40	XDHT  231	◆				◆	◆		◆					230
	AP	FUAC		90°	32-40	APKT  236	◆	◆	◆									◆	235
	RO	CURS		-	32-40	ROGT, ROGW  243	◆					◆	◆	◆	◆	◆			242

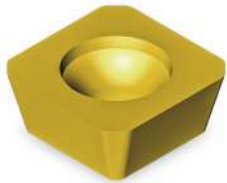
Фрезы общего назначения

Серия SD

SDHT-1305...



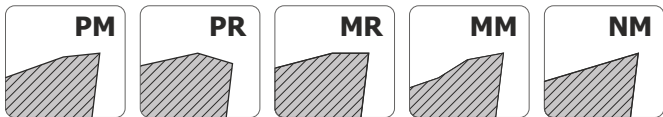
SDHW-1305...



Область применения по ISO



Формы стружколомов



Корпуса фрез



Торцевая насадная

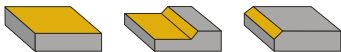


Концевая



С винтовым
хвостовиком

Технические возможности



Крупный шаг



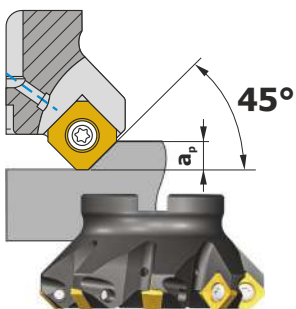
Мелкий шаг



Главный угол в плане

FUDS

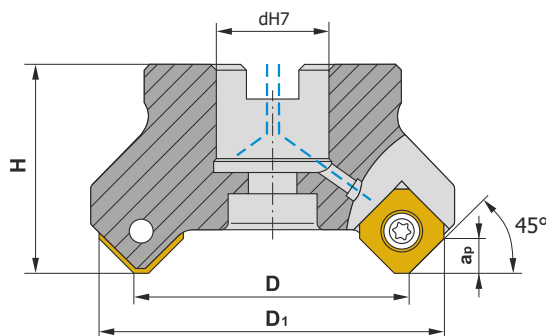
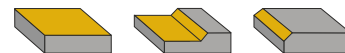
Глубина резания (a_p)
до 6,8 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия SD

FUDS

Φ:45°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FUDS-50N22-R4SD13	4	50	64	40	22	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-50N22-R5SD13	5	50	64	40	22	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-63N22-R4SD13	4	63	77	40	22	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-63N22-R6SD13	6	63	77	40	22	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-80N27-R5SD13	5	80	94	50	27	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-80N27-R8SD13	8	80	94	50	27	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-100N32-R6SD13	6	100	114	50	32	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-100N32-R8SD13	8	100	114	50	32	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-125N40-R7SD13	7	125	139	63	40	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-125N40-R10SD13	10	125	139	63	40	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-160N40-R7SD13	7	160	174	63	40	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-160N40-R10SD13	10	160	174	63	40	6,8	A	SD..-1305..

* Типы соединений - стр. 301

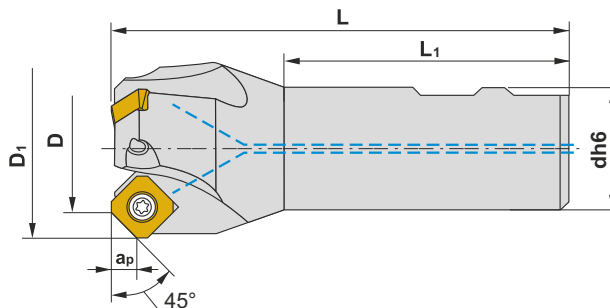
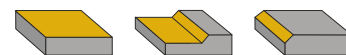
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 160	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия SD

FUDS

Ф:45°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	a _p		
FUDS-32W32-R3SD13	3	32	46,5	32	125	60	6,8	W	SD..-1305..
FUDS-32A32-R3SD13	3	32	46,5	32	125	60	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-40W32-R4SD13	4	40	54,5	32	125	60	6,8	W	SD..-1305..
FUDS-40A32-R4SD13	4	40	54,5	32	125	60	6,8	A	SD..-1305..

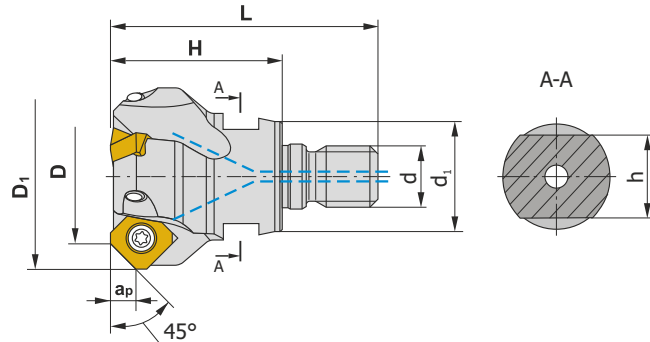
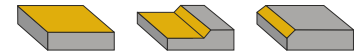
Удлинённая серия

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	a _p		
FUDS-32W32-R3SD13-160	3	32	46,5	32	160	60	6,8	W	SD..-1305..
FUDS-32A32-R3SD13-160	3	32	46,5	32	160	60	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-32A32-R3SD13-220	3	32	46,5	32	220	60	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-40W32-R4SD13-160	4	40	54,5	32	160	60	6,8	W	SD..-1305..
FUDS-40A32-R4SD13-160	4	40	54,5	32	160	60	6,8	A	SD..-1305..
FUDS-40A32-R4SD13-220	4	40	54,5	32	220	60	6,8	A	SD..-1305..

Основные комплектующие

Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия SD

FUDS $\Phi:45^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

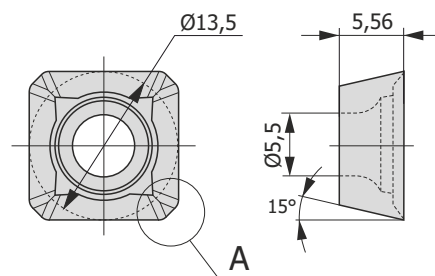
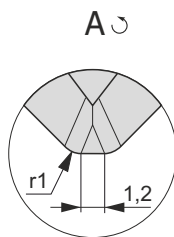
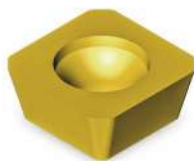
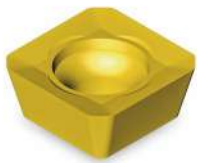
Обозначение	Размеры, мм									Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	d ₁	L	H	h	a _p	
FUDS-32M16-R3SD13	3	32	46,5	M16	28	70	45	22	6,8	SD..-1305..
FUDS-40M16-R4SD13	4	40	54,5	M16	28	70	45	27	6,8	SD..-1305..

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

SDHT-1305...

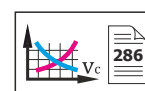
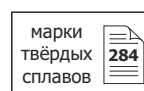
SDHW-1305...



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Глубина резания, мм <i>a_p</i>	Подача, мм/зуб <i>f_z</i>	Толщина стружки, мм <i>h</i>	
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30				
Получистовая обработка														
SDHT-1305AD PM												1,2-4,0	0,14-0,25	0,11-0,18
SDHT-1305AD MM												1,2-4,0	0,14-0,25	0,11-0,18
SDHW-1305AD EK												1,2-4,0	0,14-0,25	0,11-0,18
SDHT-1305AD NM												1,2-4,0	0,14-0,25	0,11-0,18
Черновая обработка														
SDHT-1305AD PR												1,2-6,8	0,2-0,35	0,14-0,25
SDHT-1305AD MR												1,2-6,8	0,2-0,35	0,14-0,25
SDHW-1305AD SK												1,2-6,8	0,2-0,35	0,14-0,25
P Сталь	●	●	●											
M Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○							
K Чугун		○		●	●	○	●							
N Алюминий								●	●					
S Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●				
H Закалённая сталь				○			●							

- - Основное применение
- - Возможное применение



Фрезы общего назначения

Серия SN

SNMX-1206...



SNMX-1807...



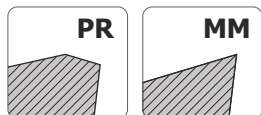
Область применения по ISO



Технические возможности



Формы стружколомов



Крупный шаг



Мелкий шаг



Корпуса фрез

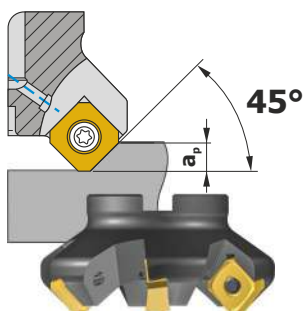


Торцевая насадная

Главный угол в плане

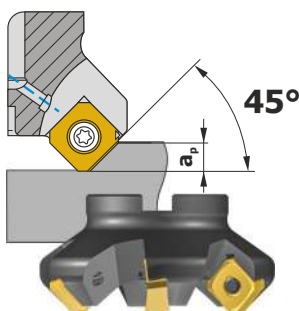
FUDS

Глубина резания пластины SNMX-12... (a_p) до 6,3 мм

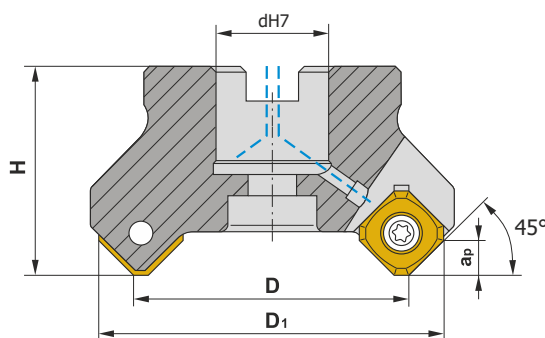


FUDS

Глубина резания пластины SNMX-18... (a_p) до 8,2 мм



FUDS

 $\Phi:45^\circ$


Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	H	a _p		
FUDS-50N22-R4SN12	4	50	64	22	40	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-50N22-R6SN12	6	50	64	22	40	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-63N22-R5SN12	5	63	77	22	40	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-63N22-R7SN12	7	63	77	22	40	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-80N27-R6SN12	6	80	94	27	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-80N27-R8SN12	8	80	94	27	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-80N27-R10SN12	10	80	94	27	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-100N32-R6SN12	6	100	114	32	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-100N32-R10SN12	10	100	114	32	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-100N32-R12SN12	12	100	114	32	50	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-125N32-R8SN12	8	125	139	40	63	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-125N32-R12SN12	12	125	139	40	63	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-125N32-R16SN12	16	125	139	40	63	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-160N40-R10SN12	10	160	174	40	63	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-160N40-R14SN12	14	160	174	40	63	6,3	A	SNMX-1206...
FUDS-160N40-R18SN12	18	160	174	40	63	6,3	A	SNMX-1206...

* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 160	SM5x12-T	T20

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	H	a _p		
FUDS-50N22-R4SN18	4	50	70	22	40	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-50N22-R5SN18	5	50	70	22	40	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-63N22-R4SN18	4	63	83	22	40	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-63N22-R6SN18	6	63	83	22	40	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-80N27-R5SN18	5	80	100	27	50	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-80N27-R6SN18	6	80	100	27	50	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-80N27-R7SN18	7	80	100	27	50	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-100N32-R6SN18	6	100	120	32	50	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-100N32-R8SN18	8	100	120	32	50	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-100N32-R10SN18	10	100	120	32	50	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-125N32-R8SN18	8	125	145	40	63	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-125N32-R10SN18	10	125	145	40	63	8,2	A	SNMX-1807...
FUDS-125N32-R12SN18	12	125	145	40	63	8,2	A	SNMX-1807..
FUDS-160N40-R8SN18	8	160	180	40	63	8,2	C	SNMX-1807...
FUDS-160N40-R10SN18	10	160	180	40	63	8,2	C	SNMX-1807..
FUDS-160N40-R14SN18	14	160	180	40	63	8,2	C	SNMX-1807...
FUDS-200N60-R10SN18	10	200	220	60	63	8,2	C	SNMX-1807..
FUDS-200N60-R14SN18	14	200	220	60	63	8,2	C	SNMX-1807...
FUDS-200N60-R16SN18	16	200	220	60	63	8,2	C	SNMX-1807..
FUDS-250N60-R10SN18	10	250	270	60	63	8,2	C	SNMX-1807...
FUDS-250N60-R14SN18	14	250	270	60	63	8,2	C	SNMX-1807..
FUDS-250N60-R18SN18	18	250	270	60	63	8,2	C	SNMX-1807...

Основные комплектующие

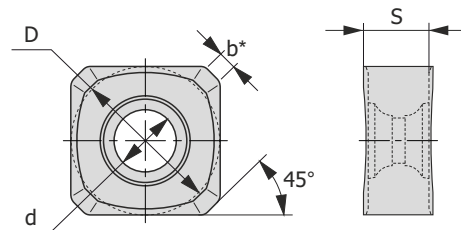
		
Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 50 - 160	SM5x12-T	T20

SNMX



Размеры пластин

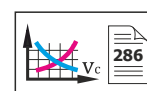
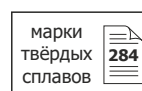
Пластина	D	S	d	b
SNMX-1206..	12,7	6,35	4,4	2*
SNMX-1807..	18	7,65	5,5	2,8*



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Глубина резания, мм a_p	Подача, мм/зуб f_z	Толщина стружки, мм h	
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30				
Получистовая обработка														
SNMX-1206ANN EM												0,5-6,0	0,1-0,3	0,07-0,21
SNMX-1807ANN EM												0,5-8,5	0,1-0,3	0,07-0,21
Черновая обработка														
SNMX-1206ANN PR												1,0-6,0	0,15-0,3	0,1-0,21
SNMX-1807ANN PR												1,0-6,0	0,15-0,3	0,1-0,21
P	Сталь	●	●	●										
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○						
K	Чугун		○		●	●	○	●						
N	Алюминий										●	●		
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●			
H	Закалённая сталь				○		●							

- - Основное применение
- - Возможное применение



Фрезы общего назначения

Серия ZA

ZAHT-1104...



Корпуса фрез



Торцевая насадная



Концевая

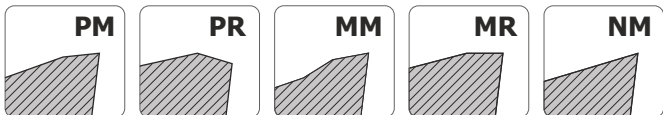


С винтовым хвостовиком

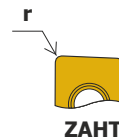
Область применения по ISO



Формы стружколомов

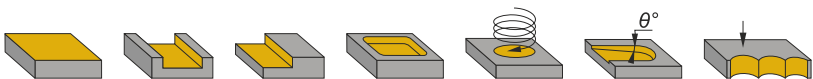


Радиус при вершине



04 / 08 / 12
16 / 24 / 31

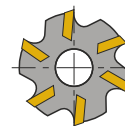
Технические возможности



Крупный шаг



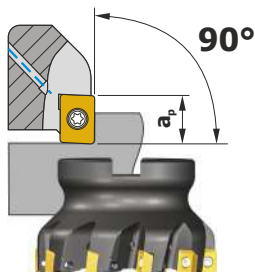
Мелкий шаг



Главный угол в плане

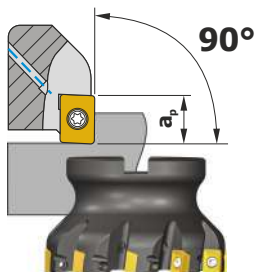
FRAS

Глубина резания (a_p)
до 10,4 мм



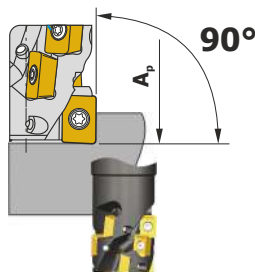
FUGA

Глубина резания (a_p)
до 10,4 мм



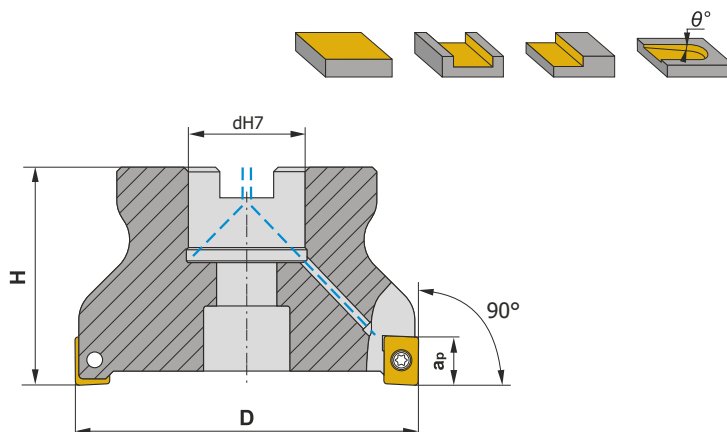
FUAL

Глубина резания (A_p)
до 20 - 40 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия ZA

FRAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a_p	θ°		
FRAS-50N22-R4ZA11	4	50	22	40	10,4	1,4	A	ZA..-1104.. R
FRAS-50N22-R7ZA11	7	50	22	40	10,4	1,4	A	ZA..-1104.. R
FRAS-63N22-R5ZA11	5	63	22	40	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R
FRAS-63N22-R8ZA11	8	63	22	40	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R
FRAS-80N27-R6ZA11	6	80	27	50	10,4	1	A	ZA..-1104.. R
FRAS-80N27-R10ZA11	10	80	27	50	10,4	1	A	ZA..-1104.. R
FRAS-100N32-R8ZA11	8	100	32	50	10,4	0,7	A	ZA..-1104.. R
FRAS-100N32-R12ZA11	12	100	32	50	10,4	0,7	A	ZA..-1104.. R

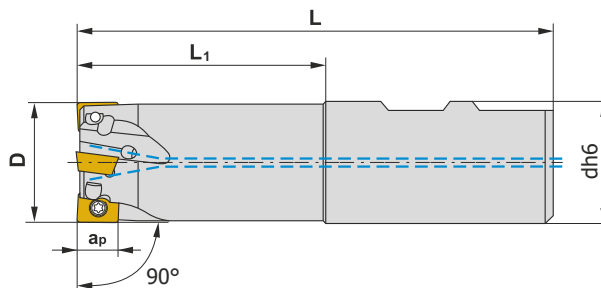
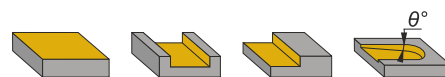
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 100	SM3x10-T	T10

Фрезы концевые: Серия ZA

FRAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FRAS-25W25-R3ZA11	3	25	25	115	56	10,4	3,3	W	ZA..-1104.. R
FRAS-25A25-R3ZA11	3	25	25	115	56	10,4	3,3	A	ZA..-1104.. R
FRAS-32W32-R4ZA11	4	32	32	125	60	10,4	2,1	W	ZA..-1104.. R
FRAS-32A32-R4ZA11	4	32	32	125	60	10,4	2,1	A	ZA..-1104.. R
FRAS-40W32-R5ZA11	5	40	32	125	60	10,4	1,4	W	ZA..-1104.. R
FRAS-40A32-R5ZA11	5	40	32	125	60	10,4	1,4	A	ZA..-1104.. R

Основные размеры корпусов фрез

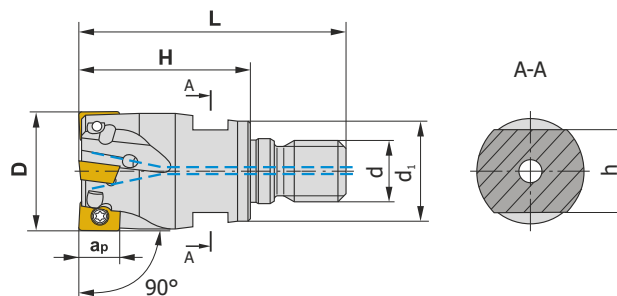
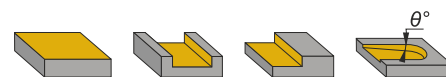
Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FRAS-25W25-R3ZA11-150	3	25	25	150	56	10,4	3,3	W	ZA..-1104.. R
FRAS-25A25-R3ZA11-150	3	25	25	150	56	10,4	3,3	A	ZA..-1104.. R
FRAS-25A25-R3ZA11-200	3	25	25	200	56	10,4	3,3	A	ZA..-1104.. R
FRAS-32W32-R4ZA11-160	4	32	32	160	60	10,4	2,1	W	ZA..-1104.. R
FRAS-32A32-R4ZA11-160	4	32	32	160	60	10,4	2,1	A	ZA..-1104.. R
FRAS-32A32-R4ZA11-220	4	32	32	220	60	10,4	2,1	A	ZA..-1104.. R
FRAS-40W32-R5ZA11-160	5	40	32	160	60	10,4	1,4	W	ZA..-1104.. R
FRAS-40A32-R5ZA11-160	5	40	32	160	60	10,4	1,4	A	ZA..-1104.. R
FRAS-40A32-R5ZA11-220	5	40	32	220	60	10,4	1,4	A	ZA..-1104.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 25 - 32	SM3x8-T	T10
Ø 40	SM3x10-T	T10

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия ZA

FRAS

 $\Phi = 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм									Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	d _i	L	H	h	a _p	θ°	
FRAS-25M12-R3ZA11	3	25	M12	20	57	35	17	10	3,3	ZA..-1104.. R
FRAS-32M16-R4ZA11	4	32	M16	28	70	45	22	10	2,1	ZA..-1104.. R
FRAS-40M16-R5ZA11	5	40	M16	28	70	45	27	10	1,4	ZA..-1104.. R

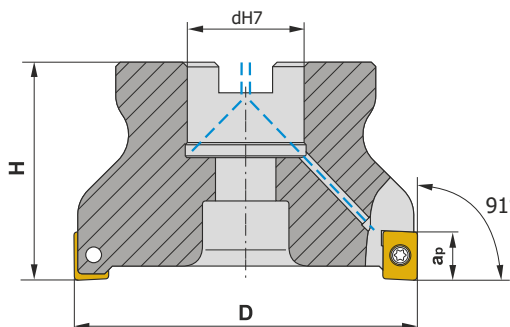
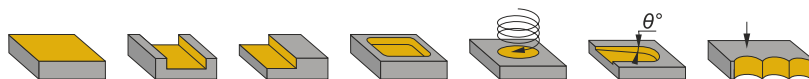
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 25 - 32	SM3x8-T	T10
Ø 40	SM3x10-T	T10

Фрезы торцевые насадные: Серия ZA

FUGA

Φ:91°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p	θ°		
FUGA-50N22-R4ZA11	4	50	22	40	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R
FUGA-50N22-R7ZA11	7	50	22	40	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R
FUGA-63N22-R5ZA11	5	63	22	40	10,4	1	A	ZA..-1104.. R
FUGA-63N22-R8ZA11	8	63	22	40	10,4	1	A	ZA..-1104.. R
FUGA-80N27-R6ZA11	6	80	27	50	10,4	0,8	A	ZA..-1104.. R
FUGA-80N27-R10ZA11	10	80	27	50	10,4	0,8	A	ZA..-1104.. R
FUGA-100N32-R8ZA11	8	100	32	50	10,4	0,5	A	ZA..-1104.. R
FUGA-100N32-R12ZA11	12	100	32	50	10,4	0,5	A	ZA..-1104.. R

* Типы соединений - стр. 301

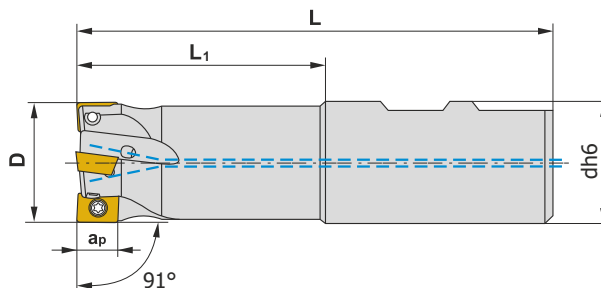
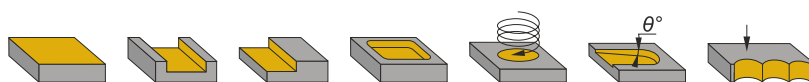
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 100	SM3x10-T	T10

Фрезы концевые: Серия ZA

FUGA

Ф:91°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUGA-25W25-R3ZA11	3	25	25	115	56	10,4	3,1	W	ZA..-1104.. R
FUGA-25A25-R3ZA11	3	25	25	115	56	10,4	3,1	A	ZA..-1104.. R
FUGA-32W32-R4ZA11	4	32	32	125	60	10,4	1,8	W	ZA..-1104.. R
FUGA-32A32-R4ZA11	4	32	32	125	60	10,4	1,8	A	ZA..-1104.. R
FUGA-40W32-R5ZA11	5	40	32	125	60	10,4	1,2	W	ZA..-1104.. R
FUGA-40A32-R5ZA11	5	40	32	125	60	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R

Удлиненная серия

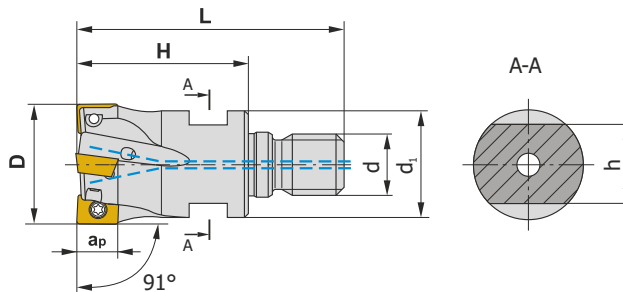
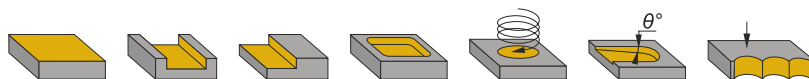
Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUGA-25W25-R3ZA11-150	3	25	25	150	56	10,4	3,1	W	ZA..-1104.. R
FUGA-25A25-R3ZA11-150	3	25	25	150	56	10,4	3,1	A	ZA..-1104.. R
FUGA-25A25-R3ZA11-200	3	25	25	200	56	10,4	3,1	A	ZA..-1104.. R
FUGA-32W32-R4ZA11-160	4	32	32	160	60	10,4	1,8	W	ZA..-1104.. R
FUGA-32A32-R4ZA11-160	4	32	32	160	60	10,4	1,8	A	ZA..-1104.. R
FUGA-32A32-R4ZA11-220	4	32	32	220	60	10,4	1,8	A	ZA..-1104.. R
FUGA-40W32-R5ZA11-160	5	40	32	160	60	10,4	1,2	W	ZA..-1104.. R
FUGA-40A32-R5ZA11-160	5	40	32	160	60	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R
FUGA-40A32-R5ZA11-220	5	40	32	220	60	10,4	1,2	A	ZA..-1104.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 25 - 32	SM3x8-T	T10
Ø 40	SM3x10-T	T10

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия ZA

FUGA

 $\Phi:91^{\circ}$ 

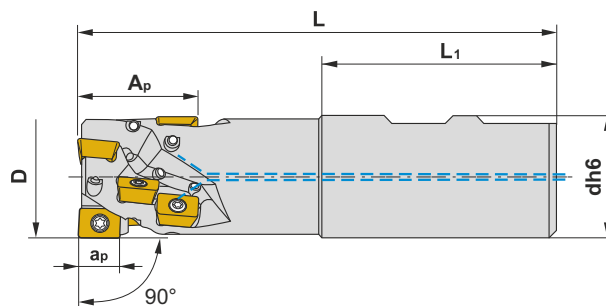
Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм									Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	d _i	L	H	h	a _p	θ°	
FUGA-25M12-R3ZA11	3	25	M12	20	57	35	17	10	3,1	ZA..-1104.. R
FUGA-32M16-R4ZA11	4	32	M16	28	70	45	22	10	1,8	ZA..-1104.. R
FUGA-40M16-R5ZA11	5	40	M16	28	70	45	27	10	1,2	ZA..-1104.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 25 - 32	SM3x8-T	T10
Ø 40	SM3x10-T	T10

Фрезы концевые длиннокрючковые: Серия ZA

FUAL $\Phi: 90^\circ$ 

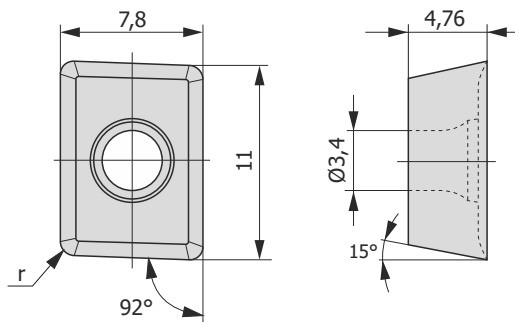
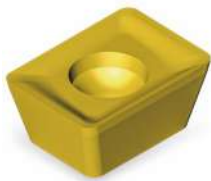
Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	ΣZ	D	d	L	L ₁	a _p	A _p		
FUAL-25W25-R2ZA11/20	2	4	25	25	105	56	10,4	20	W	ZA..-1104.. R
FUAL-25A25-R2ZA11/20	2	4	25	25	105	56	10,4	20	A	ZA..-1104.. R
FUAL-32W32-R3ZA11/30	3	9	32	32	110	60	10,4	30	W	ZA..-1104.. R
FUAL-32A32-R3ZA11/30	3	9	32	32	110	60	10,4	30	A	ZA..-1104.. R
FUAL-40W32-R4ZA11/40	4	16	40	32	120	60	10,4	40	W	ZA..-1104.. R
FUAL-40A32-R4ZA11/40	4	16	40	32	120	60	10,4	40	A	ZA..-1104.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 25 - 32	SM3x8-T	T10
Ø 40	SM3x10-T	T10

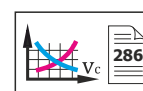
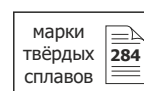
ZANT-1104...



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Радиус, мм	Глубина резания, мм	Подача, мм/зуб	Толщина стружки, мм	
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30					
Получистовая обработка															
ZANT-110404R PM											0,4	1,0-3,0	0,1-0,14	0,1-0,14	
ZANT-110408R PM											0,8	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110412R PM											1,2	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110416R PM											1,6	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110404R MM											0,4	1,0-3,0	0,1-0,14	0,1-0,14	
ZANT-110408R MM											0,8	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110404R MM											1,2	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110408R MM											1,6	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110408R NM												0,8	1,0-3,0	0,1-0,2	0,1-0,2
ZANT-110412R NM												1,2	1,3-3,0	0,1-0,2	0,1-0,2
ZANT-110416R NM												1,6	1,8-3,0	0,1-0,2	0,1-0,2
ZANT-110424R NM												2,4	2,5-4,0	0,1-0,2	0,1-0,2
ZANT-110431R NM												3,1	3,2-5,0	0,1-0,2	0,1-0,2
Черновая обработка															
ZANT-110404R PR											0,4	1,0-3,0	0,1-0,14	0,1-0,14	
ZANT-110408R PR											0,8	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110412R PR											1,2	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110416R PR											1,6	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110404R MR											0,4	1,0-3,0	0,1-0,14	0,1-0,14	
ZANT-110408R MR											0,8	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110404R MR											1,2	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
ZANT-110408R MR											1,6	2,0-4,0	0,14-0,18	0,14-0,18	
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○							
K	Чугун		○		●	●	○	●							
N	Алюминий								●	●					
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●					
H	Закалённая сталь				○			●							

- - Основное применение
- - Возможное применение



Фрезы общего назначения Серия ZP

ZPHT-1506...



Корпуса фрез



Торцевая насадная



Концевая

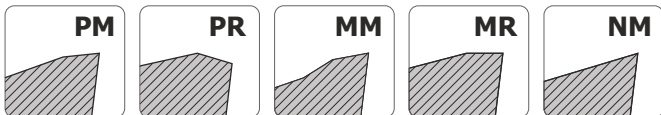


Длиннокромочная

Область применения по ISO



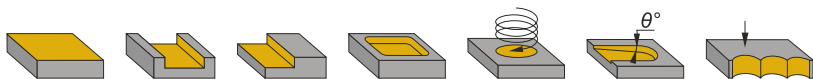
Формы стружколомов



Радиус при вершине



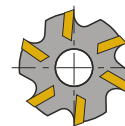
Технические возможности



Крупный шаг



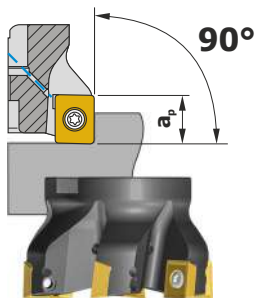
Мелкий шаг



Главный угол в плане

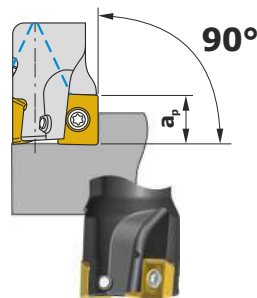
FRAS

Глубина резания (a_p)
до 14 мм



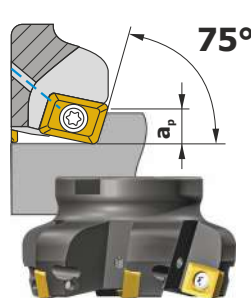
FUGA

Глубина резания (a_p)
до 14 мм



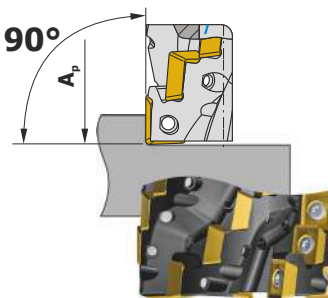
FRBS

Глубина резания (a_p)
до 10,8 мм



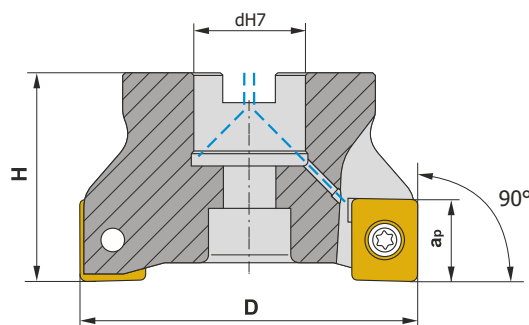
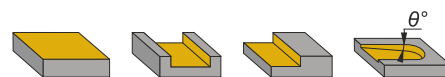
FUAL

Глубина резания (A_p)
до 42 - 83 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия ZP

FRAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p	θ°		
FRAS-50N22-R3ZP15	3	50	22	40	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FRAS-50N22-R4ZP15	4	50	22	40	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FRAS-63N22-R4ZP15	4	63	22	40	14	1,25	A	ZP..-1506.. R
FRAS-63N22-R5ZP15	5	63	22	40	14	1,25	A	ZP..-1506.. R
FRAS-80N27-R4ZP15	4	80	27	50	14	1	A	ZP..-1506.. R
FRAS-80N27-R6ZP15	6	80	27	50	14	1	A	ZP..-1506.. R
FRAS-100N32-R6ZP15	6	100	32	50	14	0,9	A	ZP..-1506.. R
FRAS-100N32-R8ZP15	8	100	32	50	14	0,9	A	ZP..-1506.. R
FRAS-125N40-R7ZP15	7	125	40	63	14	0,8	A	ZP..-1506.. R
FRAS-125N40-R10ZP15	10	125	40	63	14	0,8	A	ZP..-1506.. R
FRAS-160N40-R8ZP15	8	160	40	63	14	0,7	C	ZP..-1506.. R
FRAS-160N40-R12ZP15	12	160	40	63	14	0,7	C	ZP..-1506.. R

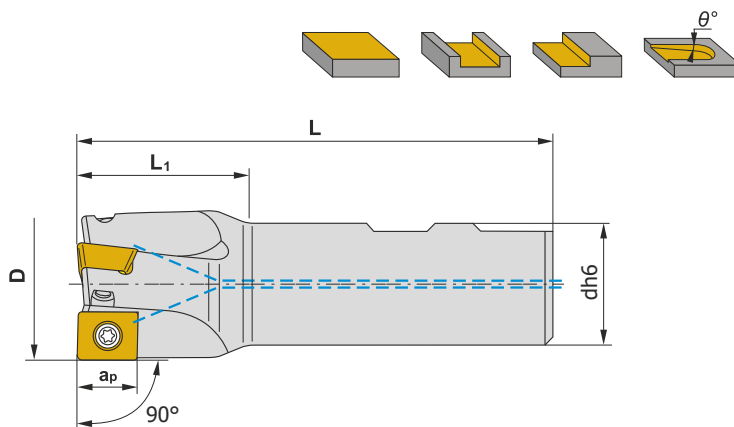
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 160	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия ZP

FRAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FRAS-40W32-R3ZP15	3	40	32	125	60	14	1,8	W	ZP..-1506.. R
FRAS-40A32-R3ZP15	3	40	32	125	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FRAS-50W40-R4ZP15	4	50	40	125	70	14	1,4	W	ZP..-1506.. R
FRAS-50A40-R4ZP15	4	50	40	125	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R

Удлинённая серия

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FRAS-40W32-R3ZP15-160	3	40	32	160	60	14	1,8	W	ZP..-1506.. R
FRAS-40A32-R3ZP15-160	3	40	32	160	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FRAS-40A32-R3ZP15-220	3	40	32	220	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FRAS-50W40-R4ZP15-160	4	50	40	160	70	14	1,4	W	ZP..-1506.. R
FRAS-50A40-R4ZP15-160	4	50	40	160	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FRAS-50A40-R4ZP15-220	4	50	40	220	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R

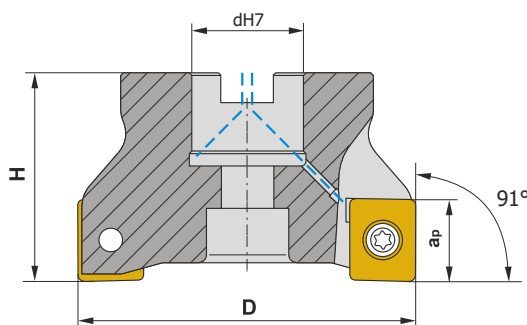
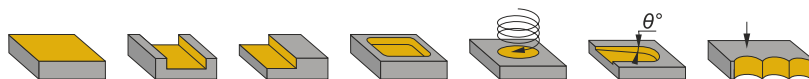
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
∅ 40	SM5x10,5-T	T20
∅ 50	SM5x12-T	T20

Фрезы торцевые насадные: Серия ZP

FUGA

Φ:91°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p	θ°		
FUGA-50N22-R3ZP15	3	50	22	40	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FUGA-50N22-R4ZP15	4	50	22	40	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FUGA-63N22-R4ZP15	4	63	22	40	14	1,25	A	ZP..-1506.. R
FUGA-63N22-R5ZP15	5	63	22	40	14	1,25	A	ZP..-1506.. R
FUGA-80N27-R4ZP15	4	80	27	50	14	1	A	ZP..-1506.. R
FUGA-80N27-R6ZP15	6	80	27	50	14	1	A	ZP..-1506.. R
FUGA-100N32-R6ZP15	6	100	32	50	14	0,9	A	ZP..-1506.. R
FUGA-100N32-R8ZP15	8	100	32	50	14	0,9	A	ZP..-1506.. R
FUGA-125N40-R7ZP15	7	125	40	63	14	0,8	A	ZP..-1506.. R
FUGA-125N40-R10ZP15	10	125	40	63	14	0,8	A	ZP..-1506.. R

* Типы соединений - стр. 301

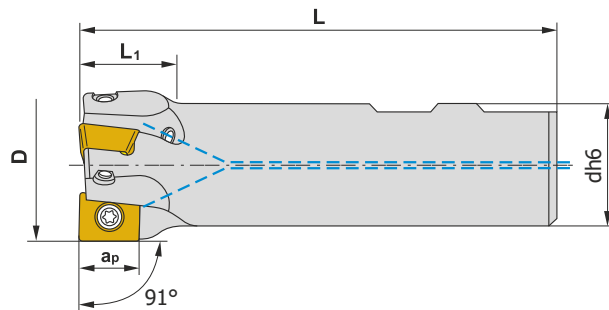
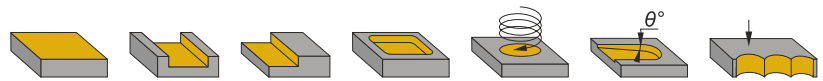
Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия ZP

FUGA

Ф:91°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUGA-40W32-R3ZP15	3	40	32	125	60	14	1,8	W	ZP..-1506.. R
FUGA-40A32-R3ZP15	3	40	32	125	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FUGA-50W40-R4ZP15	4	50	40	125	70	14	1,4	W	ZP..-1506.. R
FUGA-50A40-R4ZP15	4	50	40	125	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R

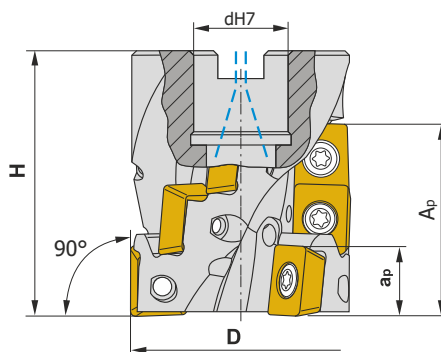
Удлинённая серия

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUGA-40W32-R3ZP15-160	3	40	32	160	60	14	1,8	W	ZP..-1506.. R
FUGA-40A32-R3ZP15-160	3	40	32	160	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FUGA-40A32-R3ZP15-220	3	40	32	220	60	14	1,8	A	ZP..-1506.. R
FUGA-50W40-R4ZP15-160	4	50	40	160	70	14	1,4	W	ZP..-1506.. R
FUGA-50A40-R4ZP15-160	4	50	40	160	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R
FUGA-50A40-R4ZP15-220	4	50	40	220	70	14	1,4	A	ZP..-1506.. R

Основные комплектующие

Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 40	SM5x10,5-T	T20
Ø 50	SM5x12-T	T20

Фрезы торцевые насадные длиннокрючковые: Серия ZP

FUAL $\Phi:90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	ΣZ	D	d	H	a_p	A_p		
FUAL-50N22-R3ZP15/42	3	9	50	22	60	14	42	A	ZP..-1506.. R
FUAL-63N27-R4ZP15/56	4	16	63	27	75	14	56	A	ZP..-1506.. R
FUAL-80N32-R5ZP15/69	5	25	80	32	90	14	69	A	ZP..-1506.. R
FUAL-100N40-R6ZP15/69	6	30	100	40	90	14	69	A	ZP..-1506.. R
FUAL-125N40-R8ZP15/83	8	48	125	40	105	14	83	A	ZP..-1506.. R

* Типы соединений - стр. 301

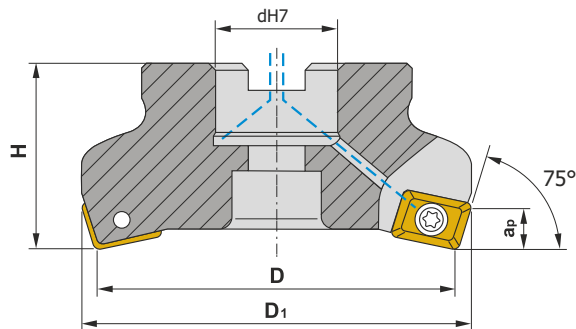
Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы торцевые насадные: Серия ZP

FRBS

Φ:75°



Основные размеры корпусов фрез

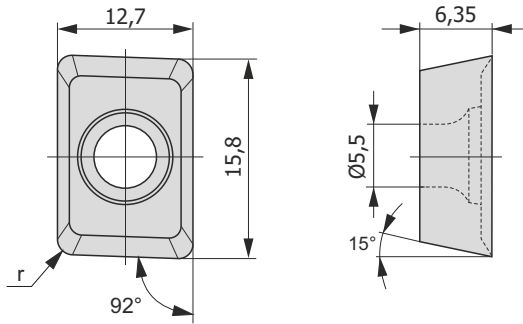
Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	H	a _p		
FRBS-50N22-R4ZP15	4	50	56	22	40	10,8	A	ZP...-1506...
FRBS-63N22-R5ZP15	5	63	69	22	40	10,8	A	ZP...-1506...
FRBS-80N27-R6ZP15	6	80	86	27	50	10,8	A	ZP...-1506...
FRBS-100N32-R8ZP15	8	100	106	32	50	10,8	A	ZP...-1506...
FRBS-125N40-R9ZP15	9	125	131	40	63	10,8	A	ZP...-1506...
FRBS-160N40-R10ZP15	10	160	166	40	63	10,8	C	ZP...-1506...

* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 160	SM5x12-T	T20

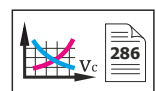
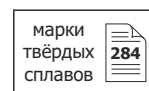
ZPHT-1506...



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Радиус, мм r	Глубина резания, мм a _p	Подача, мм/зуб f _z	Толщина стружки, мм h
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30				
Получистовая обработка														
ZPHT-150612R PM											1,2	1,4-5,0	0,12-0,18	0,12-0,18
ZPHT-150620R PM											2,0	2,2-7,0	0,12-0,18	0,12-0,18
ZPHT-150612R MM											1,2	1,4-5,0	0,12-0,18	0,12-0,18
ZPHT-150620R MM											2,0	2,2-7,0	0,12-0,18	0,12-0,18
Черновая обработка														
ZPHT-150612R PR											1,2	1,4-8,0	0,14-0,22	0,14-0,22
ZPHT-150620R PR											2,0	2,2-10,0	0,14-0,22	0,14-0,22
ZPHT-150612R MR											1,2	1,4-8,0	0,14-0,22	0,14-0,22
ZPHT-150620R MR											2,0	2,2-10,0	0,14-0,22	0,14-0,22
P	Сталь	●	●	●										
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○						
K	Чугун		○		●	●	○	●						
N	Алюминий								●	●				
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●				
H	Закалённая сталь				○			●						

- - Основное применение
- - Возможное применение

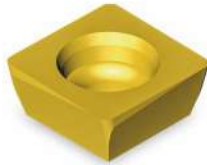


Фрезы общего назначения Серия SO

SOHT-1305...



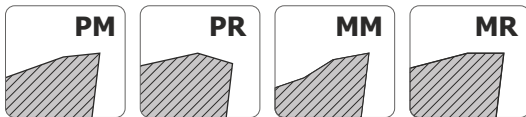
SOHW-1305...



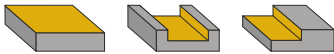
Область применения по ISO



Формы стружколомов



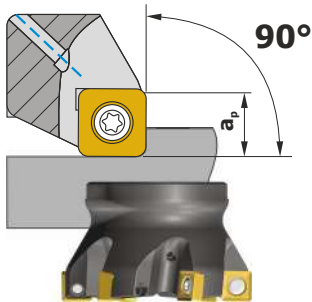
Технические возможности



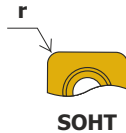
Главный угол в плане

FUAS

Глубина резания (a_p)
до 11,4 мм



Радиус при вершине



08 / 12 / 20

Крупный шаг



Мелкий шаг



Корпуса фрез



Торцевая насадная



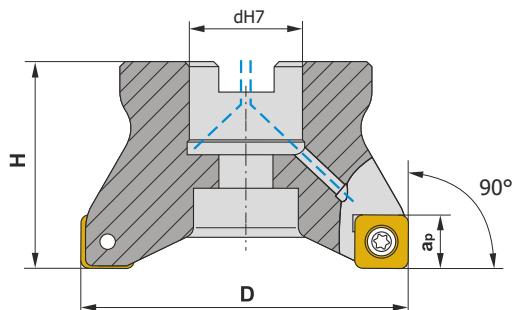
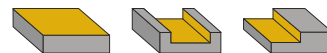
Концевая



С винтовым хвостовиком

Фрезы торцевые насадные: Серия SO

FUAS

 $\Phi:90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a_p		
FUAS-50N22-R3SO13	3	50	22	40	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-50N22-R4SO13	4	50	22	40	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-63N22-R4SO13	4	63	22	40	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-63N22-R5SO13	5	63	22	40	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-80N27-R4SO13	4	80	27	50	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-80N27-R6SO13	6	80	27	50	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-100N32-R5SO13	5	100	32	50	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-100N32-R8SO13	8	100	32	50	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-125N40-R6SO13	6	125	40	63	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-125N40-R10SO13	10	125	40	63	11,4	A	SO..-1305.. R

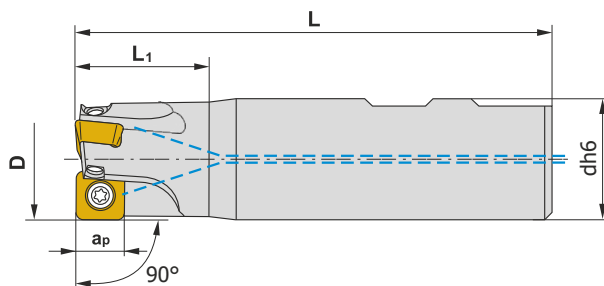
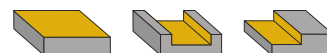
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия SO

FUAS

 $\Phi:90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p		
FUAS-32W32-R3SO13	3	32	32	125	60	11,4	W	SO..-1305.. R
FUAS-32A32-R3SO13	3	32	32	125	60	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-40W32-R3SO13	3	40	32	125	60	11,4	W	SO..-1305.. R
FUAS-40A32-R3SO13	3	40	32	125	65	11,4	A	SO..-1305.. R

Удлинённая серия

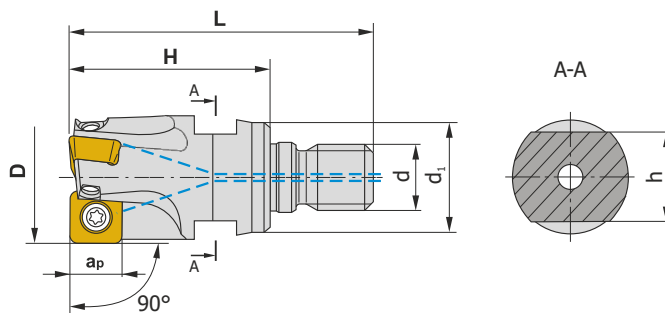
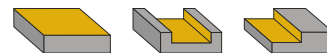
Обозначение	Размеры, мм						Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p		
FUAS-32W32-R3SO13-160	3	32	32	160	60	11,4	W	SO..-1305.. R
FUAS-32A32-R3SO13-160	3	32	32	160	60	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-32A32-R3SO13-220	3	32	32	220	60	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-40W32-R3SO13-160	3	40	32	160	60	11,4	W	SO..-1305.. R
FUAS-40A32-R3SO13-160	3	40	32	160	60	11,4	A	SO..-1305.. R
FUAS-40A32-R3SO13-220	3	40	32	220	60	11,4	A	SO..-1305.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия SO

FUAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

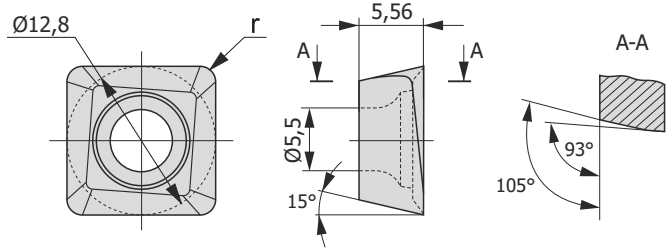
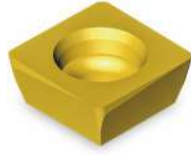
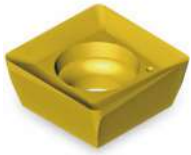
Обозначение	Размеры, мм								Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	d ₁	L	H	h	a _p	
FUAS-32M16-R3SO13	3	32	M16	28	70	45	22	11,4	SO..-1305.. R
FUAS-40M16-R3SO13	3	40	M16	28	70	45	27	11,4	SO..-1305.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

SOHT-1305...

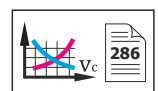
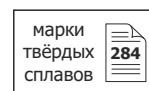
SOHW-1305...



- Складская продукция
 - Изготовление после согласования объёма

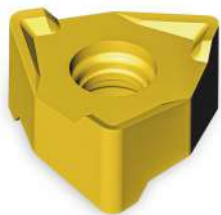
Обозначение	Марка сплава									Радиус, мм r	Глубина резания, мм a _p	Подача, мм/зуб f _z	Толщина стружки, мм h	
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10					A30
Получистовая обработка														
SOHT-130508R PM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512R PM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520R PM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHT-130508R MM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512R MM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520R MM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHW-130508R KM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHW-130512R KM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHW-130520R KM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
Черновая обработка														
SOHT-130508R PR											0,8	1,0-5,0	0,12-0,20	0,12-0,20
SOHT-130512R PR											1,2	1,5-6,5	0,12-0,25	0,12-0,25
SOHT-130520R PR											2,0	2,2-8,0	0,12-0,30	0,12-0,30
SOHT-130508R MR											0,8	1,0-5,0	0,12-0,20	0,12-0,20
SOHT-130512R MR											1,2	1,5-6,5	0,12-0,25	0,12-0,25
SOHT-130520R MR											2,0	2,2-8,0	0,12-0,30	0,12-0,30
SOHW-130508R KR											0,8	1,0-5,0	0,12-0,20	0,12-0,20
SOHW-130512R KR											1,2	1,5-6,5	0,12-0,25	0,12-0,25
SOHW-130520R KR											2,0	2,2-8,0	0,12-0,30	0,12-0,30
P	Сталь	●	●	●										
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○						
K	Чугун		○		●	●	○	●						
N	Алюминий								●	●				
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●			
H	Закалённая сталь				○			●						

● - Основное применение
 ○ - Возможное применение



Фрезы общего назначения Серия WN

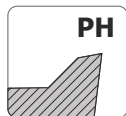
WNGX-0806...



Область применения по ISO



Формы стружколомов



Радиус при вершине



Крупный шаг



Корпуса фрез

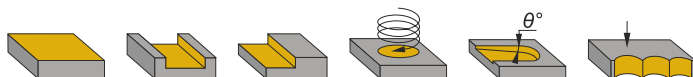


Торцевая насадная

Мелкий шаг



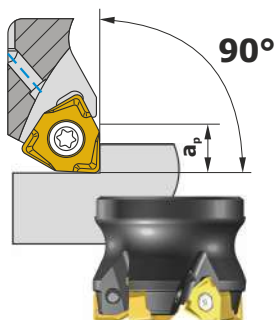
Технические возможности



Главный угол в плане

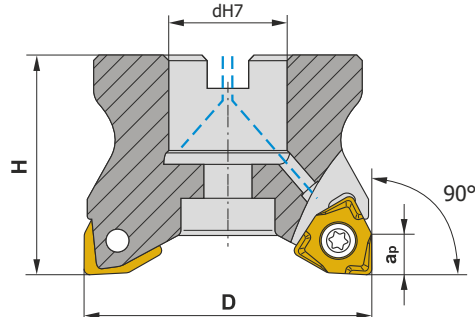
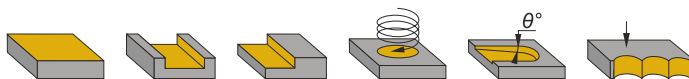
FRAS

Глубина резания
(a_p) до 8,0 мм



Фреза торцевая насадная: Серия WN

FRAS

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p		
FRAS-50N22-R4WN08	4	50	22	40	8	A	WNGX-0806...
FRAS-50N22-R5WN08	5	50	22	40	8	A	WNGX-0806...
FRAS-63N22-R5WN08	5	63	22	40	8	A	WNGX-0806...
FRAS-63N22-R6WN08	6	63	22	40	8	A	WNGX-0806...
FRAS-80N27-R7WN08	7	80	27	50	8	A	WNGX-0806...
FRAS-80N27-R9WN08	9	80	27	50	8	A	WNGX-0806...
FRAS-100N32-R8WN08	8	100	32	50	8	A	WNGX-0806...
FRAS-100N32-R11WN08	11	100	32	50	8	A	WNGX-0806...
FRAS-125N40-R11WN08	11	125	40	63	8	A	WNGX-0806...
FRAS-125N40-R14WN08	14	125	40	63	8	A	WNGX-0806...

* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы высокоподачные Серия XD

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

ФРЕЗЕРНЫЙ
ИНСТРУМЕНТ

ПЛАСТИНЫ ДЛЯ
ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ
ИНФОРМАЦИЯ

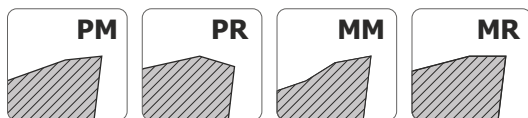
XDHT-1305



Область применения по ISO



Формы стружколомов



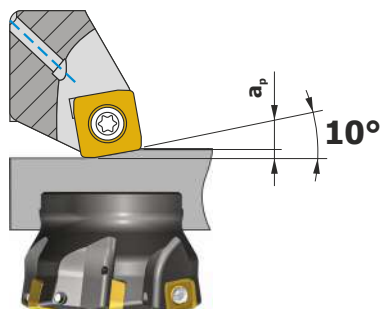
Технические возможности



Главный угол в плане

PUJA

Глубина резания (a_p)
до 1,7 мм



Крупный шаг



Мелкий шаг



Корпуса фрез



Торцевая насадная



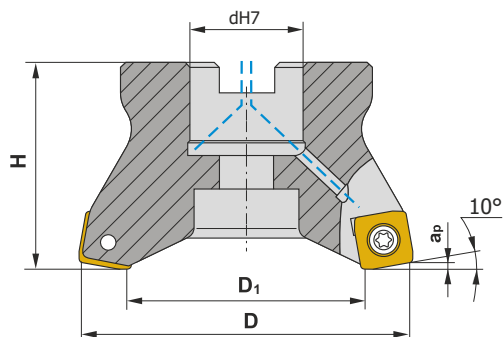
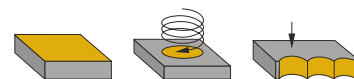
Концевая



С винтовым
хвостовиком

Фрезы торцевые насадные: Серия XD

PUJA

 $\Phi: 10^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	H	a _p		
PUJA-50N22-R3XD13	3	50	26	22	40	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-50N22-R4XD13	4	50	26	22	40	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-63N22-R4XD13	4	63	49	22	40	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-63N22-R5XD13	5	63	49	22	40	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-80N27-R4XD13	4	80	66	27	50	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-80N27-R6XD13	6	80	66	27	50	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-100N32-R5XD13	5	100	86	32	50	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-100N32-R8XD13	8	100	86	32	50	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-125N40-R6XD13	6	125	101	40	63	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-125N40-R10XD13	10	125	101	40	63	1,7	A	XD..-1305.. R

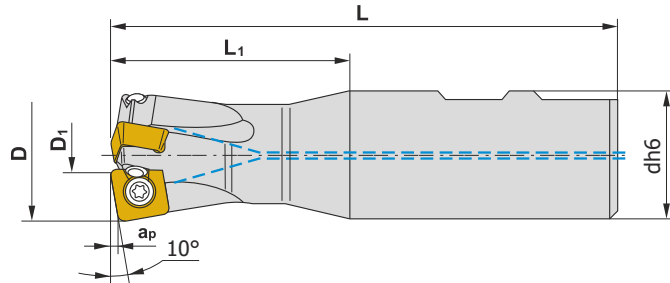
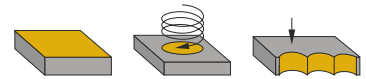
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия XD

PUJA

 $\Phi: 10^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	a _p		
PUJA-32W32-R3XD13	3	32	12	32	125	60	1,7	W	XD..-1305.. R
PUJA-32A32-R3XD13	3	32	12	32	125	60	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-40W32-R3XD13	3	40	20	32	125	60	1,7	W	XD..-1305.. R
PUJA-40A32-R3XD13	3	40	20	32	125	60	1,7	A	XD..-1305.. R

Удлиненная серия

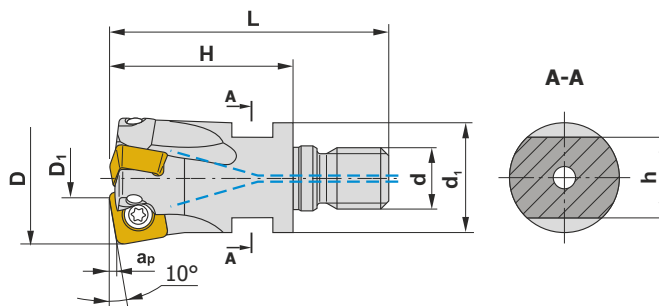
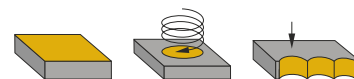
Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	a _p		
PUJA-32W32-R3XD13-160	3	32	12	32	160	60	1,7	W	XD..-1305.. R
PUJA-32A32-R3XD13-160	3	32	12	32	160	60	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-32A32-R3XD13-220	3	32	12	32	220	60	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-40W32-R3XD13-160	3	40	20	32	160	60	1,7	W	XD..-1305.. R
PUJA-40A32-R3XD13-160	3	40	20	32	160	60	1,7	A	XD..-1305.. R
PUJA-40A32-R3XD13-220	3	40	20	32	220	60	1,7	A	XD..-1305.. R

Основные комплектующие

Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия XD

PUJA

 $\Phi:10^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	d ₁	L	H	h	a _p	
PUJA-32M16-R3XD13	3	32	M16	28	70	45	22	1,7	XD.-1305.. R
PUJA-40M16-R3XD13	3	40	M16	28	70	45	27	1,7	XD.-1305.. R

Основные комплектующие

Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 32	SM5x10,5-T	T20
Ø 40	SM5x12-T	T20

Фрезы общего назначения для обработки алюминия

Серия AP

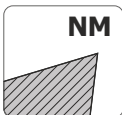
АРКТ-1806...



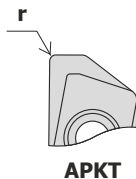
Область применения по ISO



Формы стружколомов



Радиус при вершине



08 / 12 / 16 / 20
24 / 30 / 31 / 40

АРКТ

Корпуса фрез



Торцевая насадная

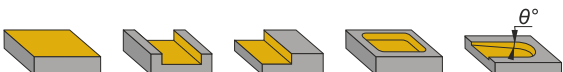


Концевая



С винтовым хвостовиком

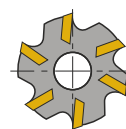
Технические возможности



Крупный шаг



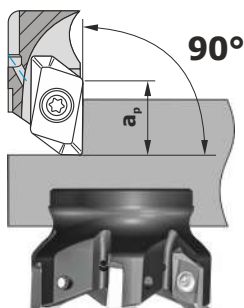
Мелкий шаг



Главный угол в плане

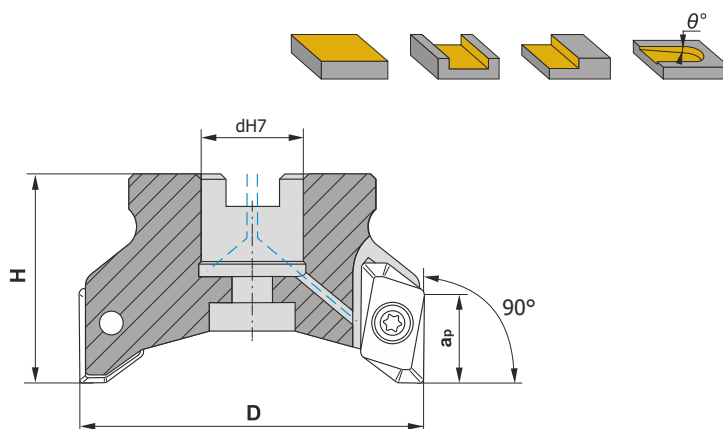
FUAC

Глубина резания (a_p)
до 16 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия AP

FUAC

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p	θ°		
FUAC-50N22-R3AP18	3	50	22	40	16	1,4	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-50N22-R4AP18	4	50	22	40	16	1,4	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-63N22-R4AP18	4	63	22	40	16	1,25	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-63N22-R5AP18	5	63	22	40	16	1,25	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-80N27-R4AP18	4	80	27	50	16	1	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-80N27-R6AP18	6	80	27	50	16	1	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-100N32-R5AP18	5	100	32	50	16	0,9	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-100N32-R8AP18	8	100	32	50	16	0,9	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-125N40-R6AP18	6	125	40	63	16	0,8	A	АРКТ-1806.. R
FUAC-125N40-R10AP18	10	125	40	63	16	0,8	A	АРКТ-1806.. R

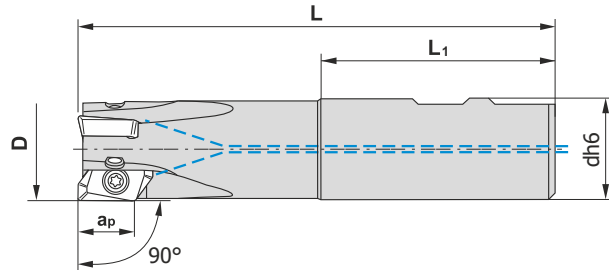
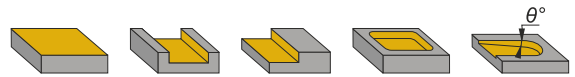
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 50 - 125	SM5x12-T	T20

Фрезы концевые: Серия AP

FUAC

 $\Phi:90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUAC-32W32-R3AP18	3	32	32	125	60	16	2,4	W	APKT-1806.. R
FUAC-32A32-R3AP18	3	32	32	125	60	16	2,4	A	APKT-1806.. R
FUAC-40W32-R3AP18	3	40	32	125	60	16	2,0	W	APKT-1806.. R
FUAC-40A32-R3AP18	3	40	32	125	60	16	2,0	A	APKT-1806.. R
FUAC-50W32-R4AP18	4	50	32	125	60	16	1,6	W	APKT-1806.. R
FUAC-50A32-R4AP18	4	50	32	125	60	16	1,6	A	APKT-1806.. R

Основные размеры корпусов фрез

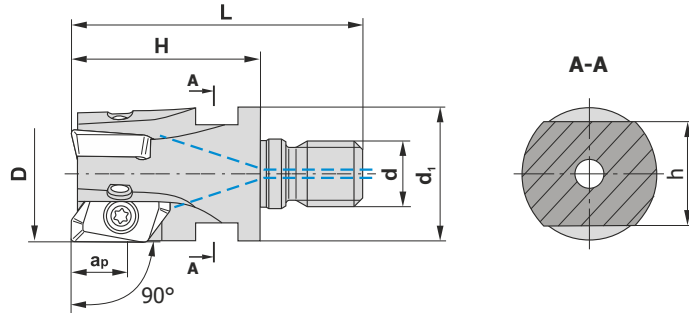
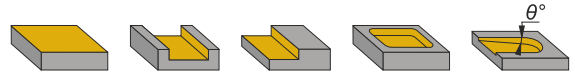
Обозначение	Размеры, мм							Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	a _p	θ°		
FUAC-32W32-R3AP18-160	3	32	32	160	60	16	2,4	W	APKT-1806.. R
FUAC-32A32-R3AP18-160	3	32	32	160	60	16	2,4	A	APKT-1806.. R
FUAC-32A32-R3AP18-220	3	32	32	220	60	16	2,4	W	APKT-1806.. R
FUAC-40W32-R3AP18-160	3	40	32	160	60	16	2,0	A	APKT-1806.. R
FUAC-40A32-R3AP18-160	3	40	32	160	60	16	2,0	W	APKT-1806.. R
FUAC-40A32-R3AP18-220	3	40	32	220	60	16	2,0	A	APKT-1806.. R
FUAC-50W32-R4AP18-160	4	50	32	160	60	16	1,6	W	APKT-1806.. R
FUAC-50A32-R4AP18-160	4	50	32	160	60	16	1,6	A	APKT-1806.. R
FUAC-50A32-R4AP18-220	4	50	32	220	60	16	1,6	W	APKT-1806.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 32 - 40	SM5x10,5-T	T20
Ø 50	SM5x12-T	T20

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия AP

FUAC

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм									Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	d ₁	L	H	h	a _p	θ°	
FUAC-32M16-R3AP18	3	32	M16	28	70	45	22	14	2,4	АРКТ-1806.. R
FUAC-40M16-R3AP18	3	40	M16	28	70	45	27	14	2,0	АРКТ-1806.. R

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 32 - 40	SM5x10,5-T	T20

Фрезы общего назначения

Серия RO

ROGT-10



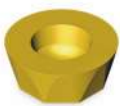
ROGT-12



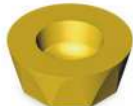
ROGT-16



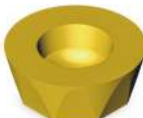
ROGW-10



ROGW-12



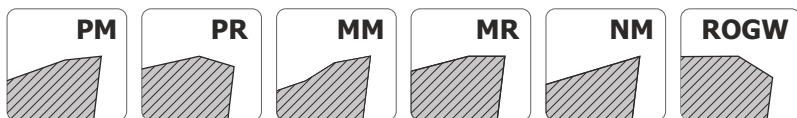
ROGW-16



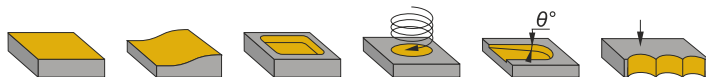
Область применения по ISO



Формы стружколомов



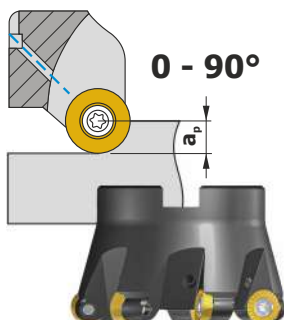
Технические возможности



Главный угол в плане

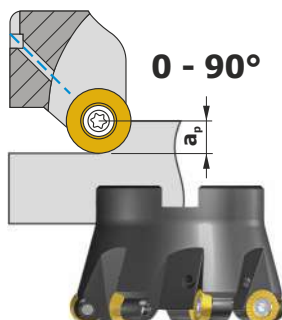
CURS

Глубина резания
пластины ROGT-10...
(a_p) до 5 мм



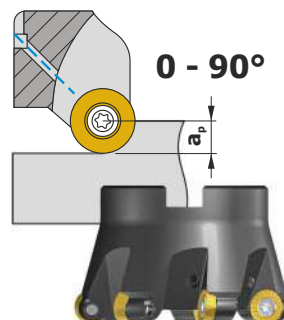
CURS

Глубина резания
пластины ROGT-12...
(a_p) до 6 мм



CURS

Глубина резания
пластины ROGT-16...
(a_p) до 8 мм



Корпуса фрез



Торцевая насадная



Концевая



С винтовым хвостовиком

Крупный шаг

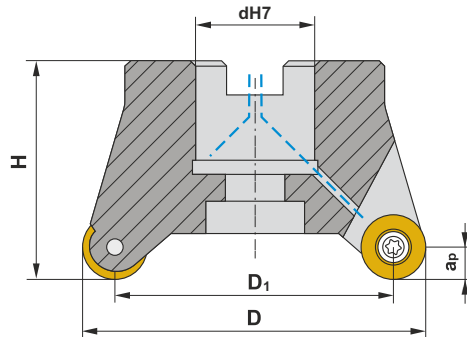
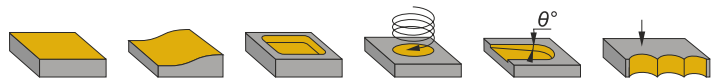


Мелкий шаг



Фрезы торцевые насадные: Серия RO

CURS



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	D _{ст}	d	H	θ°	a _p		
CURS-50N22-R4RO10	4	50	40	42	22	40	5,8	5	A	ROGT-1003MO
CURS-50N22-R6RO10	6	50	40	42	22	40	5,8	5	A	ROGT-1003MO
CURS-63N22-R4RO10	4	63	53	49	22	40	4,2	5	A	ROGT-1003MO
CURS-63N22-R7RO10	7	63	53	49	22	40	4,2	5	A	ROGT-1003MO
CURS-66N22-R4RO10	4	66	56	49	22	40	4,0	5	A	ROGT-1003MO
CURS-66N22-R7RO10	7	66	56	49	22	40	4,0	5	A	ROGT-1003MO
CURS-80N27-R6RO10	6	80	70	57	27	50	3,5	5	A	ROGT-1003MO
CURS-80N27-R10RO10	10	80	70	57	27	50	3,5	5	A	ROGT-1003MO
CURS-100N32-R8RO10	8	100	90	67	32	50	3,8	5	A	ROGT-1003MO
CURS-100N32-R12RO10	12	100	90	67	32	50	3,8	5	A	ROGT-1003MO
CURS-50N22-R4RO12	4	50	38	42	22	40	6,1	6	A	ROGT-1204MO
CURS-50N22-R5RO12	5	50	38	42	22	40	6,1	6	A	ROGT-1204MO
CURS-63N22-R4RO12	4	63	51	49	22	40	4,5	6	A	ROGT-1204MO
CURS-63N22-R6RO12	6	63	51	49	22	40	4,5	6	A	ROGT-1204MO
CURS-66N22-R4RO12	4	66	54	49	22	40	4,5	6	A	ROGT-1204MO
CURS-66N22-R6RO12	6	66	54	49	22	40	4,5	6	A	ROGT-1204MO
CURS-80N27-R5RO12	5	80	68	57	27	50	3,5	6	A	ROGT-1204MO
CURS-80N27-R7RO12	7	80	68	57	27	50	2,2	6	A	ROGT-1204MO
CURS-100N32-R6RO12	6	100	88	67	32	50	2,2	6	A	ROGT-1204MO
CURS-100N32-R10RO12	10	100	88	67	32	50	2,2	6	A	ROGT-1204MO
CURS-125N40-R8RO12	8	125	113	67	32	50	1,8	6	A	ROGT-1204MO
CURS-125N40-R12RO12	12	125	113	67	32	50	1,8	6	A	ROGT-1204MO

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 125	SM4x9-T	T15

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	D _{СТ}	d	H	θ°	a _p		
CURS-125N40-R8RO12	8	125	113	67	32	50	1,8	6	A	ROGT-1204MO
CURS-125N40-R12RO12	12	125	113	67	32	50	1,8	6	A	ROGT-1204MO
CURS-50N22-R3RO16	3	50	34	42	22	40	8,2	8	A	ROGT-1606MO
CURS-50N22-R4RO16	4	50	34	42	22	40	8,2	8	A	ROGT-1606MO
CURS-63N22-R4RO16	4	63	47	49	22	40	5,5	8	A	ROGT-1606MO
CURS-63N22-R5RO16	5	63	47	49	22	40	5,5	8	A	ROGT-1606MO
CURS-66N22-R4RO16	4	66	50	49	22	40	4,0	8	A	ROGT-1606MO
CURS-66N22-R5RO16	5	66	50	49	22	40	4,0	8	A	ROGT-1606MO
CURS-80N27-R4RO16	4	80	64	57	27	50	3,0	8	A	ROGT-1606MO
CURS-80N27-R6RO16	6	80	64	57	27	50	3,0	8	A	ROGT-1606MO
CURS-100N32-R6RO16	6	100	84	67	32	50	2,4	8	A	ROGT-1606MO
CURS-100N32-R8RO16	8	100	84	67	32	50	2,4	8	A	ROGT-1606MO
CURS-125N40-R8RO16	8	125	109	67	32	50	2,2	8	A	ROGT-1606MO
CURS-125N40-R10RO16	10	125	109	67	32	50	2,2	8	A	ROGT-1606MO

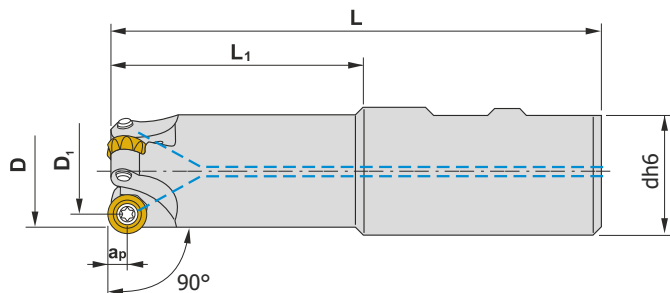
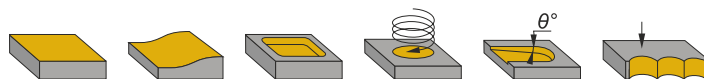
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 50 - 125	SM4x9-T	T15

Фрезы концевые: Серия RO

CURS



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	θ°	a _p	
CURS-20W20-R2RO10	2	20	10	20	90	50	15	5	ROGT-1003MO
CURS-25W25-R3RO10	3	25	15	25	115	56	12,5	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R3RO10	3	32	22	32	125	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R4RO10	4	32	22	32	125	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R3RO10	3	40	30	32	125	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R5RO10	5	40	30	32	125	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-25W25-R2RO12	2	25	13	25	115	56	15	6	ROGT-1204MO
CURS-32W32-R3RO12	3	32	20	32	125	60	11	6	ROGT-1204MO
CURS-40W32-R4RO12	4	40	28	32	125	60	7,8	6	ROGT-1204MO
CURS-32W32-R2RO16	2	32	16	32	125	60	20	8	ROGT-1606MO
CURS-40W32-R3RO16	3	40	24	32	125	60	13	8	ROGT-1606MO

Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 32 - 40	SM4x9-T	T15

Удлиненная серия

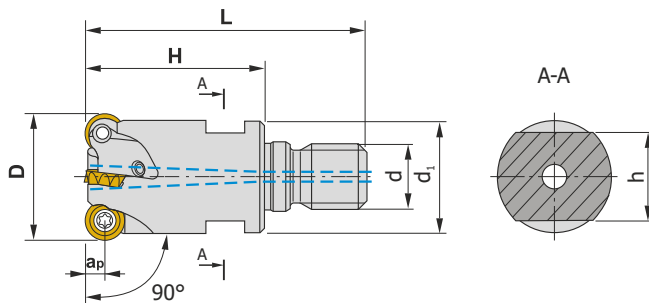
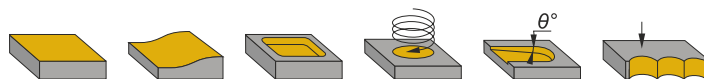
Обозначение	Размеры, мм								Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	θ°	a _p	
CURS-20W20-R2RO10-120	2	20	10	20	120	50	15	5	ROGT-1003MO
CURS-20W20-R2RO10-180	2	20	10	20	180	50	15	5	ROGT-1003MO
CURS-25W25-R3RO10-150	3	25	15	25	150	56	12,5	5	ROGT-1003MO
CURS-25W25-R3RO10-200	3	25	15	25	200	56	12,5	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R3RO10-160	3	32	22	32	160	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R4RO10-160	4	32	22	32	160	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R3RO10-220	3	32	22	32	220	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-32W32-R4RO10-220	4	32	22	32	160	60	9	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R3RO10-160	3	40	30	32	160	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R5RO10-160	5	40	30	32	160	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R3RO10-220	3	40	30	32	220	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-40W32-R5RO10-220	5	40	30	32	220	60	6	5	ROGT-1003MO
CURS-25W25-R2RO12-150	2	25	13	25	150	56	15	6	ROGT-1204MO
CURS-25W25-R2RO12-200	2	25	13	25	200	56	15	6	ROGT-1204MO
CURS-32W32-R3RO12-160	3	32	20	32	160	60	11	6	ROGT-1204MO
CURS-32W32-R3RO12-220	3	32	20	32	220	60	11	6	ROGT-1204MO
CURS-40W32-R4RO12-160	4	40	28	32	160	60	7,8	6	ROGT-1204MO
CURS-40W32-R4RO12-220	4	40	28	32	220	60	7,8	6	ROGT-1204MO
CURS-32W32-R2RO16-160	2	32	16	32	160	60	20	8	ROGT-1606MO
CURS-32W32-R2RO16-220	2	32	16	32	220	60	20	8	ROGT-1606MO
CURS-40W32-R3RO16-160	3	40	24	32	160	60	13	8	ROGT-1606MO
CURS-40W32-R3RO16-220	3	40	24	32	220	60	13	8	ROGT-1606MO

Основные комплектующие

		
Диаметр корпуса фрезы	Винт прижимной	Ключ
Ø 32 - 40	SM4x9-T	T15

Фрезы с винтовым хвостовиком: Серия RO

CURS



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм								Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	d	L	L ₁	θ°	a _p	
CURS-20W10-R2R010	2	20	10	M20	52	30	15	5	ROGT-1003MO
CURS-25W12-R3R010	3	25	15	M12	57	35	12,5	5	ROGT-1003MO
CURS-32W16-R3R010	3	32	22	M16	70	45	9	5	ROGT-1003MO
CURS-35W16-R4R010	4	32	22	M16	70	45	9	5	ROGT-1003MO
CURS-40W16-R3R010	3	40	30	M16	70	45	7	5	ROGT-1003MO
CURS-40W16-R5R010	5	40	30	M16	70	45	7	5	ROGT-1003MO
CURS-25W12-R2R012	2	25	13	M12	57	35	15	6	ROGT-1204MO
CURS-32W16-R3R012	3	32	20	M16	70	45	11	6	ROGT-1204MO
CURS-40W16-R4R012	4	40	28	M16	70	45	7,8	6	ROGT-1204MO
CURS-32W16-R2R012	2	32	20	M16	70	45	20	8	ROGT-1606MO
CURS-40W16-R3R012	3	40	28	M16	70	45	13	8	ROGT-1606MO

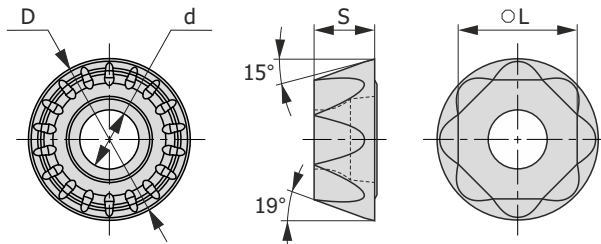
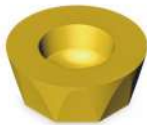
Основные комплектующие

<p>Диаметр корпуса фрезы</p>	<p>Винт прижимной</p>	<p>Ключ</p>
Ø 32 - 40	SM4x9-T	T15

ROGT



ROGW



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Геометрические параметры, мм			
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30	D	S	d	L
	Получистовая обработка													
ROGT-1003MO PM											10	3,18	4,4	7,76
ROGT-1204MO PM											12	4,5	4,4	8,87
ROGT-1606MO PM											16	6,35	5,5	11,7
Чёрная обработка														
ROGT-1003MO MM											10	3,18	4,4	7,76
ROGT-1204MO MM											12	4,5	4,4	8,87
ROGT-1606MO MM											16	6,35	5,5	11,7
ROGT-1003MO NM											10	3,18	4,4	7,76
ROGT-1204MO NM											12	4,5	4,4	8,87
ROGT-1606MO NM											16	6,35	5,5	11,7
Чёрная обработка														
ROGT-1003MO PR											10	3,18	4,4	7,76
ROGT-1204MO PR											12	4,5	4,4	8,87
ROGT-1606MO PR											16	6,35	5,5	11,7
ROGW-1003MO											10	3,18	4,4	7,76
ROGW-1204MO											12	4,5	4,4	8,87
ROGW-1606MO											16	6,35	5,5	11,7
Таблица применения														
P	Сталь	●	●	●										
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○						
K	Чугун		○		●	●	○	●						
N	Алюминий								●	●				
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●	●	●	●
H	Закалённая сталь				○		●							

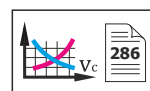
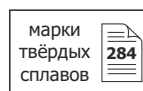
- - Основное применение
- - Возможное применение

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



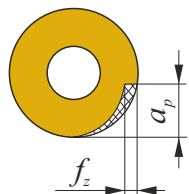
Режимы резания

Скорость резания выбирается так же как и для других видов фрез и назначается в зависимости от обрабатываемого материала, качества заготовки и от выбранной марки твердого сплава.

Глубина резания назначается в зависимости от требований технологического процесса, при этом она не должна превышать половины диаметра пластины, а минимальная величина зависит от размера пластины и исполнения передней поверхности.

Сечение стружки выбирается в зависимости от типоразмера пластины, жесткости системы и ряда других факторов.

Подача на зуб. Для назначения подачи необходимо использовать формулу: $h = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$, где



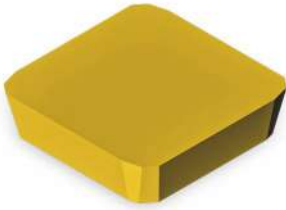
h - сечение стружки;
 f_z - подача на зуб;
 a_p - глубина фрезерования;
 D - диаметр пластины.

Для упрощенного выбора значения подачи на зуб можно использовать табличные значения:

Обозначение пластины	Глубина фрезерования	Сечение стружки	Подача на зуб
Пластина ROGT-1003MO			
ROGT-1003MO PR	1	0,1...0,25	0,3...0,8
	3		0,2...0,45
	5		0,14...0,35
ROGT-1003MO PM	1	0,08...0,2	0,25...0,6
	3		0,15...0,36
	5		0,11...0,28
ROGT-1003MO MM	1	0,05...0,15	0,22...0,47
	3		0,16...0,27
ROGT-1003MO NM	1	0,08...0,4	0,25...1,26
	3		0,15...0,73
	5		0,11...0,56
ROGW-1204MO	1	0,12...0,25	0,38...0,8
	3		0,22...0,46
	5		0,17...0,35
Пластина ROGT-1204MO			
ROGT-1204MO PR	1	0,1...0,25	0,35...0,87
	3		0,2...0,5
	6		0,14...0,35
ROGT-1204MO PM	1	0,08...0,2	0,28...0,7
	3		0,16...0,4
	6		0,11...0,23
ROGT-1204MO MM	1	0,05...0,15	0,17...0,52
	3		0,1...0,3
ROGT-1204MO NM	1	0,08...0,4	0,28...1,38
	3		0,16...0,8
	6		0,11...0,56
ROGW-1204MO	1	0,12...0,25	0,42...0,87
	3		0,24...0,5
	6		0,17...0,35
Пластина ROGT-1606MO			
ROGT-1606MO PR	1	0,12...0,3	0,48...1,2
	4		0,24...0,6
	8		0,17...0,42
ROGT-1606MO PM	1	0,1...0,25	0,4...1,0
	4		0,2...0,5
	8		0,14...0,35
ROGT-1606MO MM	1	0,08...0,22	0,32...0,88
	4		0,16...0,27
ROGT-1606MO NM	1	0,08...0,45	0,32...1,8
	4		0,16...0,9
	8		0,11...0,64
ROGW-1606MO	1	0,12...0,32	0,48...1,28
	4		0,24...0,64
	8		0,17...0,45

Фрезы общего назначения Серия SP

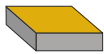
SPKN-1504...



Область применения по ISO



Технические возможности



Левая



Правая



Корпуса фрез

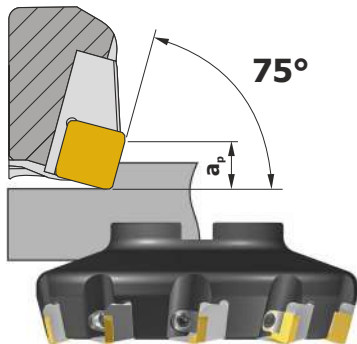


Торцевая насадная

Углы установки пластин

FRBH

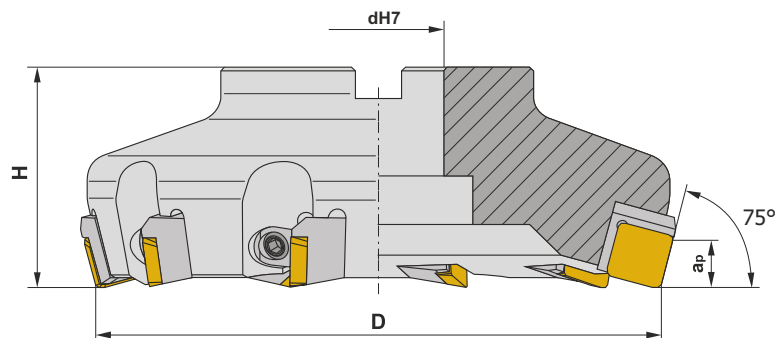
Глубина резания (a_p)
до 12 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия SP

FRBH

Φ:75°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p		
FRBH-80N27-R5SP15	5	80	27	50	12	B	SP.-1504..
FRBH-100N32-R6SP15	6	100	32	50	12	B	SP.-1504..
FRBH-125N40-R8SP15	8	125	40	63	12	B	SP.-1504..
FRBH-160N40-R10SP15	10	160	40	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-200N60-R12SP15	12	200	60	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-250N60-R16SP15	16	250	60	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-315N60-R20SP15	20	315	60	63	12	D	SP.-1504..

Корпуса фрез в левом исполнении

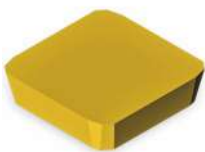
Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p		
FRBH-80N27-L5SP15	5	80	27	50	12	B	SP.-1504..
FRBH-100N32-L6SP15	6	100	32	50	12	B	SP.-1504..
FRBH-125N40-L8SP15	8	125	40	63	12	B	SP.-1504..
FRBH-160N40-L10SP15	10	160	40	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-200N60-L12SP15	12	200	60	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-250N60-L16SP15	16	250	60	63	12	C	SP.-1504..
FRBH-315N60-L20SP15	20	315	60	63	12	D	SP.-1504..

* Типы соединений - стр. 301

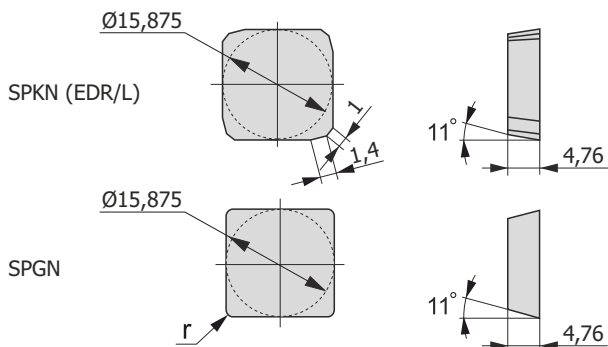
Основные комплектующие

Диаметр корпуса фрезы	Прижим	Винт прижима	Ключ	Подкладка	Винт подкладки	Ключ
Ø 80 - 315	C1-8	CS1-8	KS4	CR(L)-SP15	M4x10	KS3

SPKN-1504...

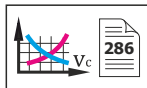
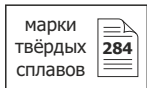


- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма



Обозначение	Марка сплава										Радиус, мм r	Глубина резания, мм a _p	Подача, мм/зуб f _z	Толщина стружки, мм h
	H10	H20	H30	TP20AM	TP25AM	TP40AM	B35	BP35AM	AP10AM	AP30AM				
Черновая обработка														
SPKN-1504 EDR											-	1,0-5,0	0,15-0,3	0,14-0,28
SPKN-1504 EDL											-	1,0-5,0	0,15-0,3	0,14-0,28
SPGN-150408											0,8	1,0-5,0	0,15-0,3	0,14-0,28
SPGN-150412											1,2	1,4-6,0	0,18-0,32	0,17-0,3
SPGN-150416											1,6	2,0-8,0	0,18-0,35	0,17-0,33
P	Сталь	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
M	Нержавеющая сталь				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
K	Чугун							●	●	●	●	●	●	●
N	Алюминий											●	●	●
S	Жаропрочные сплавы				○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
H	Закалённая сталь											●	●	●

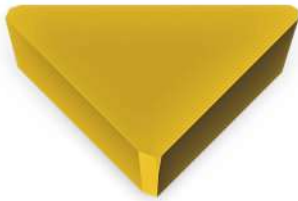
- - Основное применение
- - Возможное применение



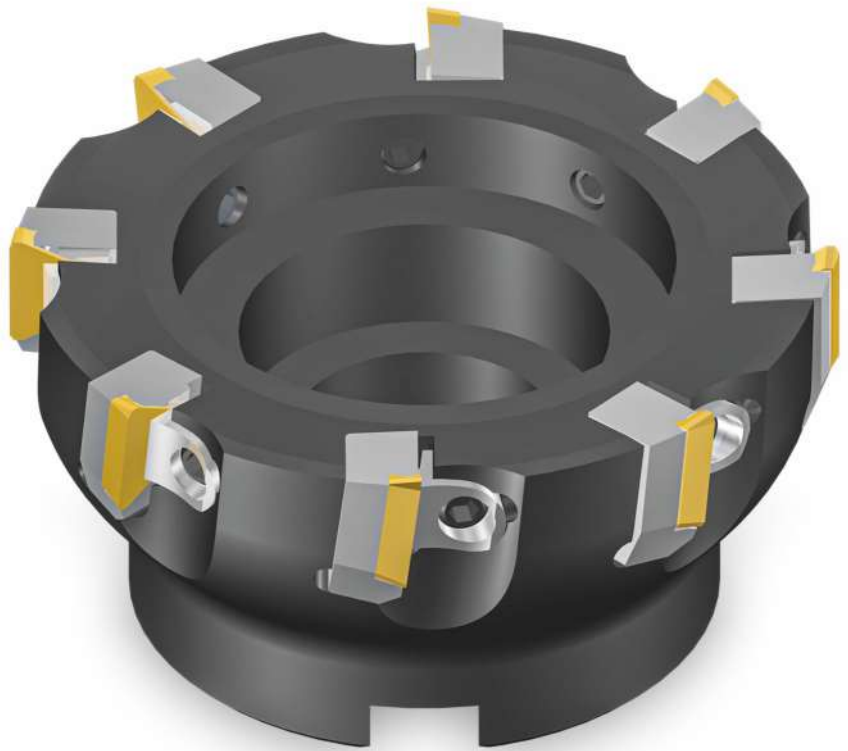
Фрезы общего назначения

Серия TP

TRKN-2204...



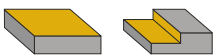
TPGR-2204...



Область применения по ISO



Технические возможности



Левая



Правая



Корпуса фрез

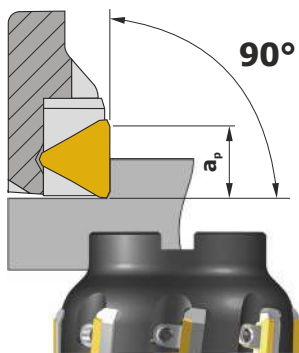


Торцевая насадная

Главный угол в плане

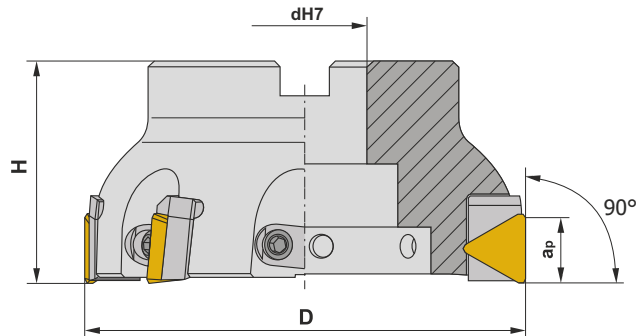
FRAN

Глубина резания (a_p) до 19 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия TP

FRAH

 $\Phi: 90^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p		
FRAH-80N27-R5TP22	5	80	27	50	19	B	TP.-2204..
FRAH-100N32-R6TP22	6	100	32	50	19	B	TP.-2204..
FRAH-125N40-R8TP22	8	125	40	63	19	B	TP.-2204..
FRAH-160N40-R10TP22	10	160	40	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-200N60-R12TP22	12	200	60	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-250N60-R16TP22	16	250	60	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-315N60-R20TP22	20	315	60	63	19	D	TP.-2204..

Корпуса фрез в левом исполнении

Обозначение	Размеры, мм					Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	H	a _p		
FRAH-80N27-L5TP22	5	80	27	50	19	B	TP.-2204..
FRAH-100N32-L6TP22	6	100	32	50	19	B	TP.-2204..
FRAH-125N40-L8TP22	8	125	40	63	19	B	TP.-2204..
FRAH-160N40-L10TP22	10	160	40	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-200N60-L12TP22	12	200	60	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-250N60-L16TP22	16	250	60	63	19	C	TP.-2204..
FRAH-315N60-L20TP22	20	315	60	63	19	D	TP.-2204..

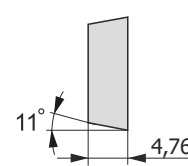
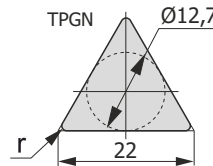
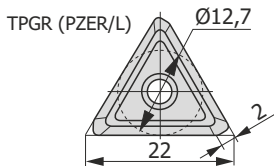
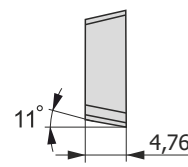
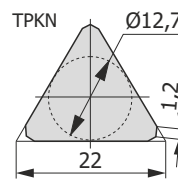
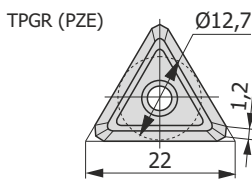
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Прижим	 Винт прижима	 Ключ	 Подкладка	 Винт подкладки	 Ключ
Ø 80 - 315	C1-8	CS1-8	KS4	CR(L)-TP22	M3x10	KS2,5

TPGR-2204...

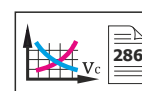
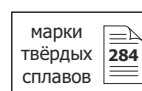
TPKN-2204...



☀ - Складская продукция
 ⚙ - Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава									Радиус, мм	Глубина резания, мм	Подача, мм/зуб	Толщина стружки, мм	
	H10	H20	H30	TP20AM	TP25AM	TP40AM	B35	BP35AM	AP10AM					AP30AM
Получистовая обработка														
TPGR-2204 PZE-MM					☀				☀	☀	-	1,0-5,0	0,12-0,2	0,12-0,2
TPGR-2204 PZER-MM					☀				☀	☀	-	1,0-5,0	0,12-0,2	0,12-0,2
TPGR-2204 PZEL-MM					☀				☀	☀	-	1,0-5,0	0,12-0,2	0,12-0,2
Черновая обработка														
TPKN-2204 PDR			☀			☀		☀			-			
TPKN-2204 PDL			☀			☀		☀			-			
TPKN-2204 PPN			☀			☀		☀			-			
TPGN-220400			☀			☀		☀	☀		0,2	0,3-2,5	0,1-0,2	0,1-0,2
TPGN-220404			☀			☀		☀	☀		0,4	0,5-3,0	0,1-0,2	0,1-0,2
TPGN-220408			☀			☀		☀	☀		0,8	1,0-5,0	0,15-0,3	0,15-0,3
TPGN-220412			☀			☀		☀	☀		1,2	1,5-6,0	0,15-0,3	0,15-0,3
TPGN-220416			☀			☀		☀	☀		1,6	2,0-7,0	0,15-0,3	0,15-0,3
P	Сталь	●	●	●	●	●	●							
M	Нержавеющая сталь				●	●	●	●	●	●				
K	Чугун							●	●	●				
N	Алюминий									●				
S	Жаропрочные сплавы				○	○	○	○	●	●				
H	Закалённая сталь									●				

● - Основное применение
 ○ - Возможное применение



Фрезы для черновой/обдирочной обработки

Серия LN

LNMX-PM



LNMX-SP



Область применения по ISO



Технические возможности



Левая



Правая



Радиус при вершине



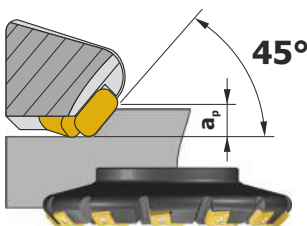
Корпуса фрез



Главный угол в плане

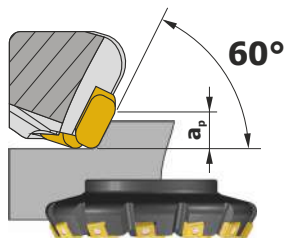
FRDT

Глубина резания (a_p) до 10 мм



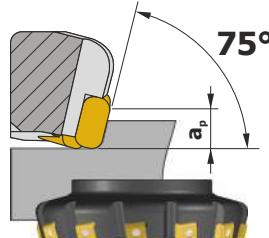
FRET

Глубина резания (a_p) до 11,5 мм



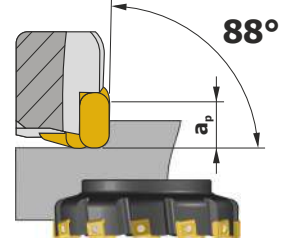
FRBT

Глубина резания (a_p) до 13,5 мм



FRHT

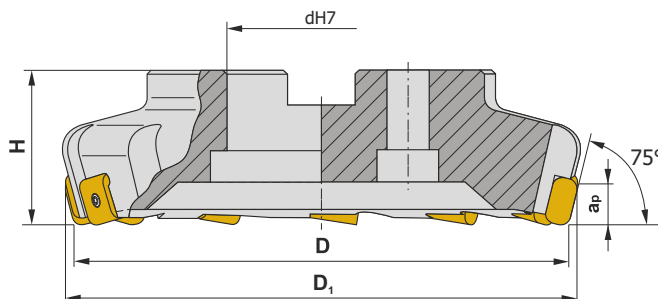
Глубина резания (a_p) до 13,5 мм



Фрезы торцевые насадные: Серия LN

FRBT

Φ:75°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRBT-125N40-R8LN19	8	125	135	63	40	13,5	B	LN..-1919..
FRBT-160N40-R10LN19	10	160	170	63	40	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-200N60-R12LN19	12	200	210	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-250N60-R14LN19	14	250	260	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-315N60-R18LN19	18	315	330	63	60	13,5	D	LN..-1919..
FRBT-400N60-R22LN19	22	400	420	63	60	13,5	D	LN..-1919..

Корпуса фрез в левом исполнении

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRBT-125N40-L8LN19	8	125	135	63	40	13,5	B	LN..-1919..
FRBT-160N40-L10LN19	10	160	170	63	40	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-200N60-L12LN19	12	200	210	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-250N60-L14LN19	14	250	260	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRBT-315N60-L18LN19	18	315	330	63	60	13,5	D	LN..-1919..
FRBT-400N60-L22LN19	22	400	420	63	60	13,5	D	LN..-1919..

* Типы соединений - стр. 301

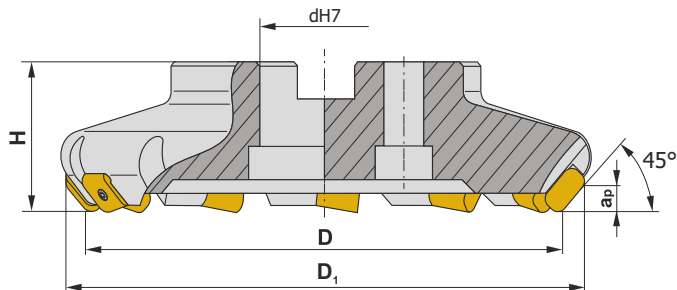
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 125 - 400	SM5x16-T	T20

Фрезы торцевые насадные: Серия LN

FRDT

Φ:45°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRDT-125N40-R8LN19	8	125	150	63	40	10	B	LN..-1919..
FRDT-160N40-R10LN19	10	160	190	63	40	10	C	LN..-1919..
FRDT-200N60-R12LN19	12	200	240	63	60	10	C	LN..-1919..
FRDT-250N60-R14LN19	14	250	290	63	60	10	C	LN..-1919..
FRDT-315N60-R18LN19	18	315	360	63	60	10	D	LN..-1919..
FRDT-400N60-R22LN19	22	400	450	63	60	10	D	LN..-1919..

Корпуса фрез в левом исполнении

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRDT-125N40-L8LN19	8	125	150	63	40	10	B	LN..-1919..
FRDT-160N40-L10LN19	10	160	190	63	40	10	C	LN..-1919..
FRDT-200N60-L12LN19	12	200	240	63	60	10	C	LN..-1919..
FRDT-250N60-L14LN19	14	250	290	63	60	10	C	LN..-1919..
FRDT-315N60-L18LN19	18	315	360	63	60	10	D	LN..-1919..
FRDT-400N60-L22LN19	22	400	450	63	60	10	D	LN..-1919..

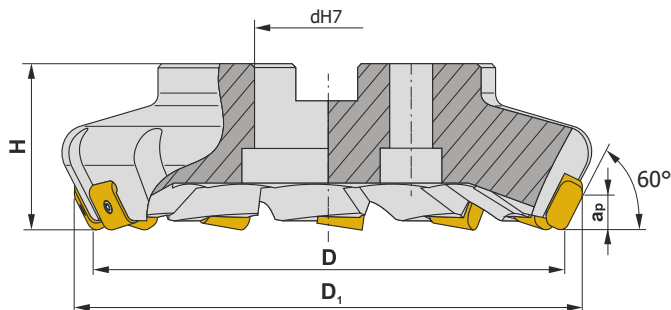
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 125 - 400	SM5x16-T	T20

Фрезы торцевые насадные: Серия LN

FRET

 $\Phi:60^\circ$ 

Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRET-125N40-R8LN19	8	125	135	63	40	11,5	B	LN..-1919..
FRET-160N40-R10LN19	10	160	184	63	40	11,5	C	LN..-1919..
FRET-200N60-R12LN19	12	200	220	63	60	11,5	C	LN..-1919..
FRET-250N60-R14LN19	14	250	270	63	60	11,5	C	LN..-1919..
FRET-315N60-R18LN19	18	315	340	63	60	11,5	D	LN..-1919..
FRET-400N60-R22LN19	22	400	430	63	60	11,5	D	LN..-1919..

Корпуса фрез в левом исполнении

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRET-125N40-L8LN19	8	125	135	63	40	11,5	B	LN..-1919..
FRET-160N40-L10LN19	10	160	184	63	40	11,5	C	LN..-1919..
FRET-200N60-L12LN19	12	200	220	63	60	11,5	C	LN..-1919..
FRET-250N60-L14LN19	14	250	270	63	60	11,5	C	LN..-1919..
FRET-315N60-L18LN19	18	315	340	63	60	11,5	D	LN..-1919..
FRET-400N60-L22LN19	22	400	430	63	60	11,5	D	LN..-1919..

* Типы соединений - стр. 301

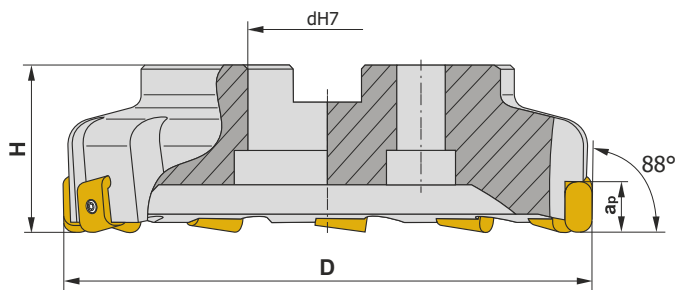
Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 125 - 400	SM5x16-T	T20

Фрезы торцевые насадные: Серия LN

FRHT

Φ:88°



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRHT-125N40-R8LN19	8	125	125	63	40	13,5	B	LN..-1919..
FRHT-160N40-R10LN19	10	160	160	63	40	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-200N60-R12LN19	12	200	200	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-250N60-R14LN19	14	250	250	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-315N60-R18LN19	18	315	315	63	60	13,5	D	LN..-1919..
FRHT-400N60-R22LN19	22	400	400	63	60	13,5	D	LN..-1919..

Корпуса фрез в левом исполнении

Обозначение	Размеры, мм						Тип соединения	Применяемая режущая пластина
	Z	D	D ₁	H	d	a _p		
FRHT-125N40-L8LN19	8	125	125	63	40	13,5	B	LN..-1919..
FRHT-160N40-L10LN19	10	160	160	63	40	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-200N60-L12LN19	12	200	200	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-250N60-L14LN19	14	250	250	63	60	13,5	C	LN..-1919..
FRHT-315N60-L18LN19	18	315	315	63	60	13,5	D	LN..-1919..
FRHT-400N60-L22LN19	22	400	400	63	60	13,5	D	LN..-1919..

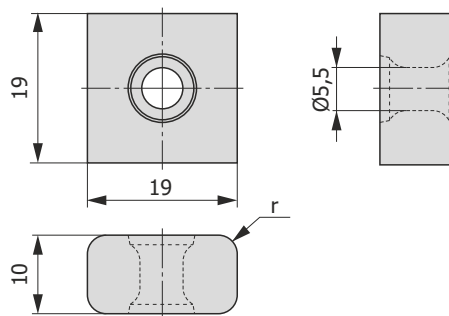
* Типы соединений - стр. 301

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
Ø 125 - 400	SM5x16-T	T20

LNMX-PM

LNMX-SP



- Складская продукция
- Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Радиус, мм r	Глубина резания, мм a _p	Подача, мм/зуб f _z
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30			
Получистовая обработка													
LNMX-191920 PM											2,0	2,0-13,5	0,15-0,25
Черновая обработка													
LNMX-191940 SP											4,0	4,0-13,5	0,2-0,5
P	Сталь	●	●	●									
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○					
K	Чугун		○		●	●	○	●					
N	Алюминий								●	●			
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●		
H	Закалённая сталь				○			●					

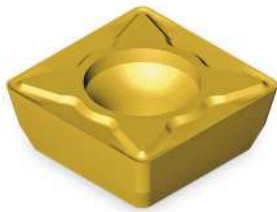
- - Основное применение
- - Возможное применение

марки
твёрдых
сплавов
284

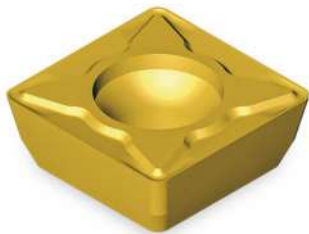
286

Фрезы для обработки фасок

SPGT-09T308



SPGT-120408



Корпус фрезы

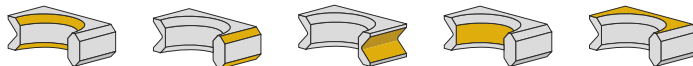


Концевая

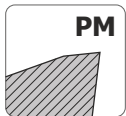
Область применения по ISO



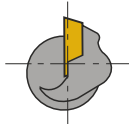
Технические возможности



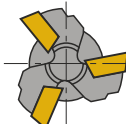
Формы стружколомов



Однозубая

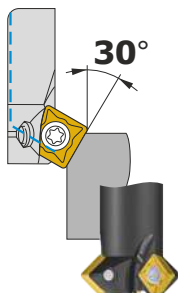


Трёхзубая

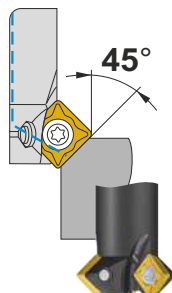


Главный угол в плане

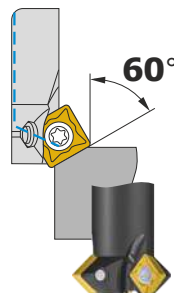
BUXS



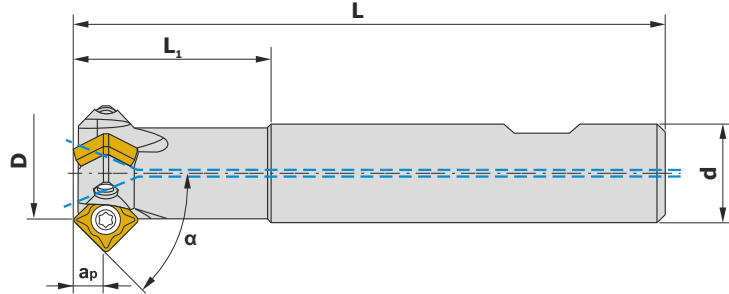
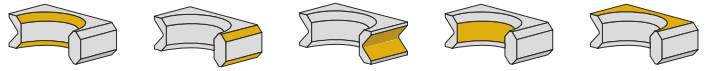
BUDS



BUES



Фрезы для обработки фасок



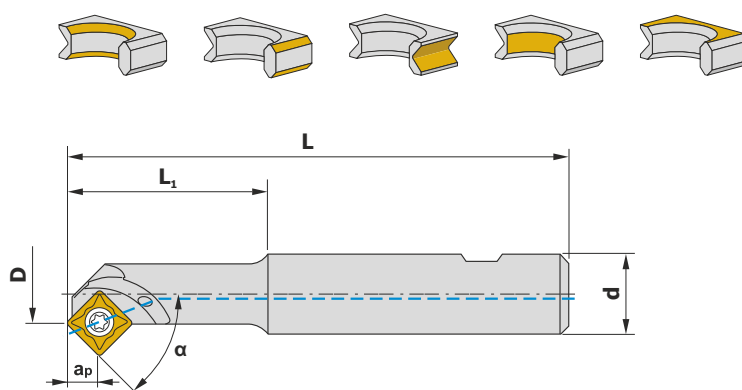
Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	α		
BUXS-23W20-R3SP09-30	3	23	20	120	40	30	W	SPGT-09T308
BUDS-20W20-R3SP09-45	3	20	20	120	40	45	W	SPGT-09T308
BUES-17W20-R3SP09-60	3	17	20	120	40	60	W	SPGT-09T308
BUDS-25W25-R3SP12-45	3	25	25	120	40	45	W	SPGT-120408

Основные комплектующие

 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
∅ 20	SM4x9-T	T15
∅ 25	SM5x10,5-T	T20

Фрезы для обработки фасок



Основные размеры корпусов фрез

Обозначение	Размеры, мм						Тип хвостовика	Применяемая режущая пластина
	Z	D	d	L	L ₁	α		
BUXS-12W16-R1SP09-30	1	12	16	100	40	30	W	SPGT-09T308
BUDS-12W16-R1SP09-45	1	12	16	100	40	45	W	SPGT-09T308
BUES-12W16-R1SP09-60	1	12	16	100	40	60	W	SPGT-09T308

Основные комплектующие

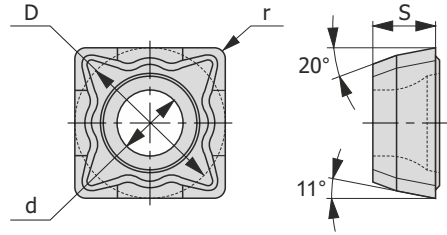
 Диаметр корпуса фрезы	 Винт прижимной	 Ключ
∅ 16	SM4x9-T	T15

SPGT



Размеры пластин

Пластина	D	S	d
SPGT-09T308	9,525	3,97	4,4
SPGT-120408	12,7	4,76	5,5



- 📦 - Складская продукция
- ⚙️ - Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава										Радиус, мм r	Глубина резания, мм a_p	Подача, мм/зуб f_z
	ТР20AM	ТР25AM	ТР40AM	AP10TT	ТР20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10	A30			
Получистовая обработка													
SPGT-09T308 PM	📦	📦	📦								0,8	0,5-6,0	0,05-0,1
SPGT-120408 PM	📦	📦	📦								0,8	0,5-8,5	0,05-0,1

P	Сталь	●	●	●									
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	●	○					
K	Чугун		○		●	●	○	●					
N	Алюминий								●	●			
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○			○	●	●	●	●		
H	Закалённая сталь				○		●						

- - Основное применение
- - Возможное применение

марки твёрдых сплавов **284** **286**

СМП для фрезерной обработки

Система обозначения сменных многогранных пластин	264
HNUA, PNEA, PNMA, PNUA	264
PNMM, PNUM, RNGA, RNUA, RNMA	265
RNGN, SNUN	266
SNAN (ANN/EN), SNCN (ANN/EN), SNKN (ANN/EN)	267
SDCW (EN/SN), SDCW (ADTN)	268
SDET (AETN-5.5), SDET (AETN)	269
SDET, SEHW (AFTN)	270
SEHT (AFTN-5.5), SEHT (AFTN)	271
SEKN (EFFR/EFFL), SFKN (EFR)	272
SEEN, SEGN, SFGN	273
SPCW (APTN), SPCW (EDSR)	274
SPCW (SN), SPMT, SNGX (L/R)	275
SPAN (EDR, EDL), SPCN (EDR, EDL), SPKN (EDR, EDL)	276
SPGN, SPUN	277
TPCW (PPN), TPMW	278
TPAN (PPN, PDR, PDL), TPCN (PPN, PDR, PDL)	
TPKN (PPN, PDR, PDL)	279
TPGN, TNCN (T44), TNGN	280
ZDCW (ADTR, ADFR), ZPCW (TR/ER)	281

Система обозначения по ISO сменных многогранных пластин для

S	P	K	N
1	2	3	4

1	Форма пластины	2	Задний угол	4	Форма передней поверхности										
B		C		D		E		A		F		N		R	
H		K		L		M		B		G		F		A	
O		P		R		S		C		P		M		G	
T		V		W		Z		D		N		W		T	
				E				O	Специальный	Q		X	Специальный		

3 Класс допуска

Обозначение	Допуск		
	m (±)	s (±)	d (±)
A	0,005	0,025	0,025
B	0,005	0,025	0,013
C	0,013	0,025	0,025
H	0,013	0,025	0,013
E	0,025	0,025	0,025
G	0,025	0,130	0,025
J	0,005	0,025	0,05 ÷ 0,13
K	0,013	0,025	0,05 ÷ 0,13
L	0,025	0,025	0,05 ÷ 0,13
M	0,08 ÷ 0,18	0,130	0,05 ÷ 0,13
N	0,08 ÷ 0,18	0,025	0,05 ÷ 0,13
U	0,05 ÷ 0,38	0,130	0,08 ÷ 0,25

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

фрезерной обработки

15	06	ED	S	R	—
5	6	7	8	9	10

5	Длина режущей кромки								
Диаметр вписанной окружности D (мм)	Форма пластины								
	S	C	D	V	T	W	P	H	R
3,97					06				
5,56				08	09				
6,35		06	07	11	11	04			
9,525	09	09	11	16	16	06			09
10,0									10
12,0									12
12,7	12	12	15		22	08			12
15,875	15	16			27		11	09	15
16,0									16
19,05	19	19			33		13	11	19
20,0									20
22,225							16	12	22
25,4	25	25							25
31,75									31
32,0									32
38,1	38								

6	Толщина пластины	
	Обозначение	S (мм)
		01
T1		1,98
	02	2,38
	03	3,18
	T3	3,97
	04	4,76
	05	5,56
	06	6,35
	07	7,94
	09	9,52
	12	12,7

7	Вершина							
Радиус при вершине		Зачистная фаска		Угол на фаске		Круглые пластины		
	r		A		α_n		d	
Обозначение	r (мм)	Обозначение	Φ_r (град.)	Обозначение	α_n (град.)	Обозначение	d	
02	0,2	A	45°	A	3°	00	дюйм	
04	0,4	D	60°	B	5°	M0	мм	
08	0,8	E	75°	C	7°			
12	1,2	F	85°	D	15°			
16	1,6	P	90°	E	20°			
24	2,4			F	25°			
32	3,2			G	35°			
				N	0°			
				P	11°			

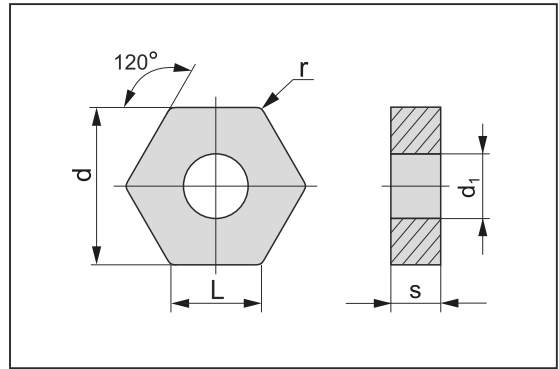
8	Форма режущей кромки	
	F	Острая
	E	Округлённая
	T	С упрочняющей фаской
	S	С упрочняющей фаской и округлением

9	Направление резания		
	R		L
	N		

10	Особые обозначения	
	- Тип стружколома	
	- Особые обозначения производителя	

HNUA

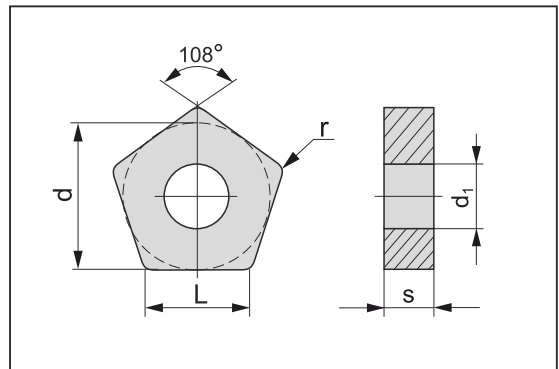
Размеры пластины	L	s	d	d ₁
0904	9,1	4,76	15,875	6,35
1104	11	4,76	19,05	7,93
1106	11	6,35	19,05	7,93
1206	12,8	6,35	22,225	7,93



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	HNUA-090408	●	●	●	+	+				+	+					+	+	+	0,8
	HNUA-110412	+	●	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2
	HNUA-110612	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2
	HNUA-120612	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2

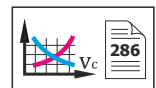
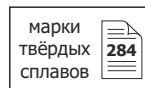
PN..A, PN..M


Размеры пластины	L	s	d	d ₁
1104	11,5	4,76	15,875	6,35
1304	13,8	4,76	19,05	7,93
1306	13,8	6,35	19,05	7,93
1606	16,1	6,35	22,225	7,93



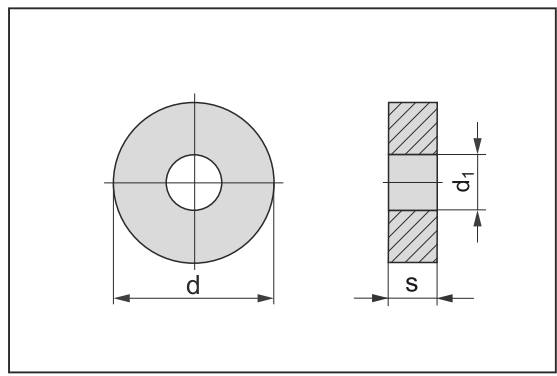
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	PNEA-110408	●	+	●	+	●				●	●					●	+	+	
	PNEA-110416	●	+	●	+	+				+	+					+	+	+	
	PNEA-130412	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	
	PNEA-130420		+	+		+				+	+					+	+		
	PNEA-130612	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	
	PNEA-130620		+	+		+				+	+					+	+		
	PNMA-110408	●	+	●	+	+				●	+					●	+	+	0,8
	PNMA-130412	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2
	PNMA-130612	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2
	PNMA-160612		+	+		+				+	+					+	+		1,2
PNUA-110408	●	+	●	●	●				●	●					●	+	+	0,8	
PNUA-130412	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2	
PNUA-130612	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+	1,2	
PNUA-160612		+	+		+				+	+					+	+		1,2	


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм				
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM					
	PNMM-110408	●	+	●	+	+	●	+	+	●	+					●	+	+	+	+	0,8		
	PNMM-110416	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									+	+	1,6	
	PNMM-130412	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											1,2	
	PNMM-130420		+	+		+		+	+		+						+	+				2,0	
	PNMM-130612	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+	+				1,2	
	PNMM-130620		+	+		+		+	+		+						+	+				2,0	
	PNMM-160612		+	+		+		+	+		+						+	+				1,2	

RN..A				
Размеры пластины	d	d ₁	s	
1204	12,7	5,16	4,76	
1504	15,875	6,35	4,76	
1506	15,875	6,35	6,35	
1906	19,05	6,35	6,35	



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм			
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM				
	RNGA-150400	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	-	
	RNUA-120400	●	+	+	+	+	●	+	+	●	+					●	+	+	+	+	-	
	RNUA-150400	●	+	●	+	●	●	+	●	●	+					●	+	●	+	+	-	
	RNUA-150600	●	+	●	+	+	●	+	+	●	+					●	+	+	+	+	-	
	RNUA-190600	+	+	+	+	+	●	+	+	●	+					●	+	+			-	

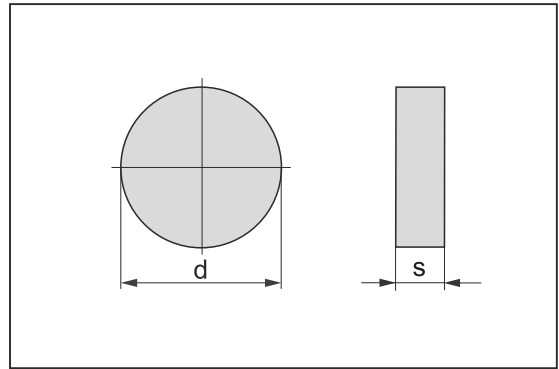
+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

марки твёрдых сплавов **284**


286

RNGN

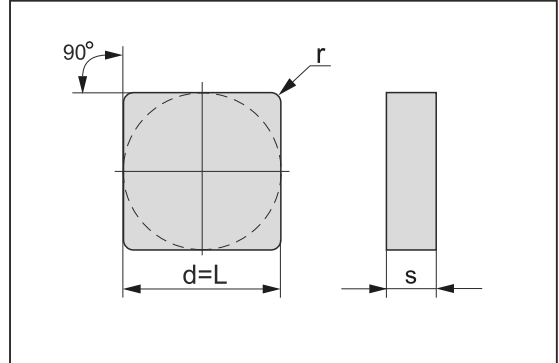
Размеры пластины	d	s			
0903	9,525	3,18			



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r mm	
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	RNGN-090300	+	+	+	+	+				+	+						+	+		-

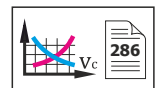
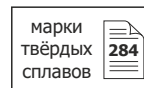
SNUN

Размеры пластины	L	s	d		
0903	9,525	3,18	9,525		
1203	12,7	3,18	12,7		
1204	12,7	4,76	12,7		
1504	15,875	4,76	15,875		
1904	19,05	4,76	19,05		



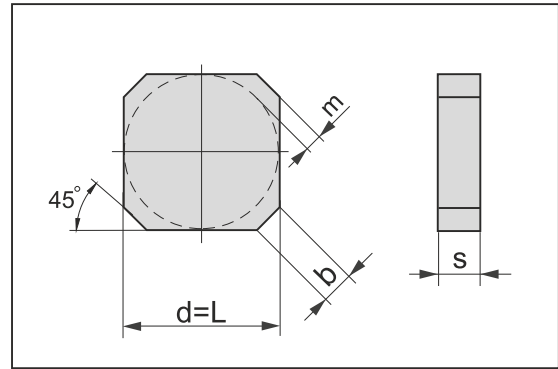
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r mm
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SNUN-090304	+	+	+	+	+				+	+						+	+	0,4
	SNUN-120304	+	+	+	+	+				+	+						+	+	0,4
	SNUN-120308	+	+	+	+	+				+	+						+	+	0,8
	SNUN-120408	●	+	●	+	+				●	+						+	+	0,8
	SNUN-120412	+	+	+	+	+				+	+						+	+	1,2
	SNUN-120424	+	+	+	+	+				+	+						+	+	2,4
	SNUN-150408	+	+	●	+	+				+	+						+	+	0,8
	SNUN-150412	+	+	+	+	+				●	+						+	+	1,2
	SNUN-150416	+	+	+	+	+				+	+						+	+	1,6
	SNUN-150424		+	+	+	+				+	+						+	+	2,4
	SNUN-190412		+	+	+	+				+	+						+	+	1,2
																		0,8	

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SN..N (ANN)

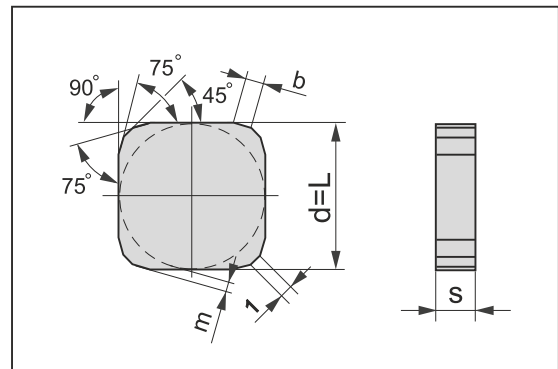
Размеры пластины	L	s	d	b	m
1204	12,7	4,76	12,7	2,0	1,6
1504	15,875	4,76	15,875	2,5	2,0
1904	19,05	4,76	19,05	3,0	2,5



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SNAN-1204ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNAN-1504ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNAN-1904ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1204ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1504ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1904ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1204ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1504ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1904ANN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	

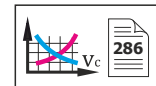
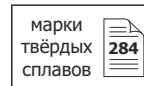
SN..N (EN)

Размеры пластины	L	s	d	b	m
1204	12,7	4,76	12,7	1,4	0,8
1504	15,875	4,76	15,875	1,4	1,2
1904	19,05	4,76	19,05	2,0	1,3



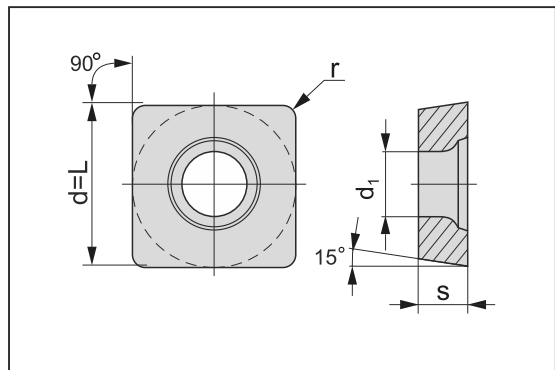
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SNAN-1204EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNAN-1504EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNAN-1904EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1204EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1504EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNCN-1904EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1204EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1504EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	
	SNKN-1904EN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SDCW (EN)

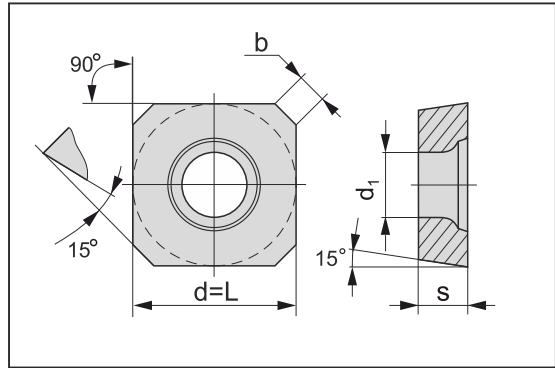
Размеры пластины	L	s	d	d ₁
0903	9,525	3,18	9,525	4,4




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SDCW-090308 EN				+	+									+	+			0,8
	SDCW-090308 SN				+	+										+	+		

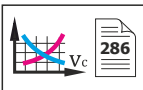
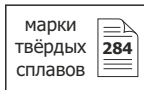
SDCW (ADTN)

Размеры пластины	L	s	d	d ₁
0903	9,525	3,18	9,525	4,4



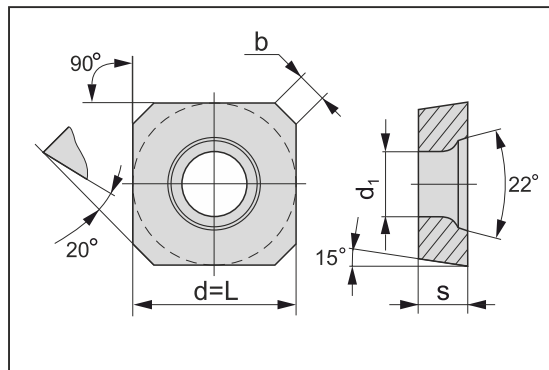
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		b MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SDCW-0903 ADTN				+	●									+	●			1,4


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SDET (AETN-5.5)

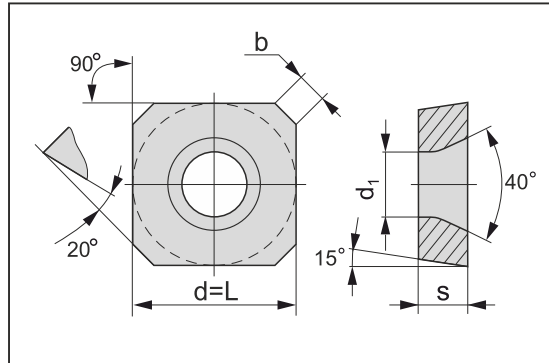
Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1204	12,7	4,76	12,7	5,5	1,96




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S		H		r мм		
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM		AP30AM	
	SDET-1204 AETN-5.5				+	+				+					+	+			-	

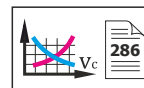
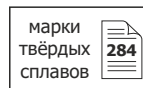
SDET (AETN)

Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1204	12,7	4,76	12,7	4,76	1,96



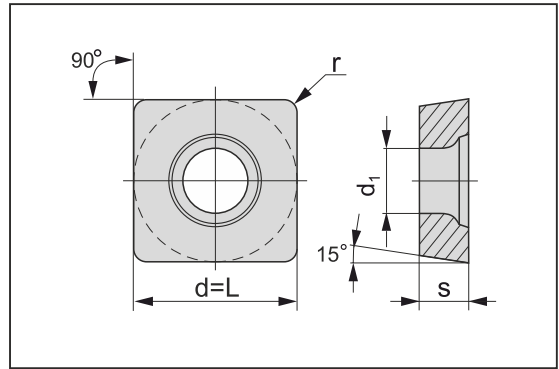
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S		H		r мм		
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM		AP30AM	
	SDET-1204 AETN				+	+				+					+	+			-	


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SDET

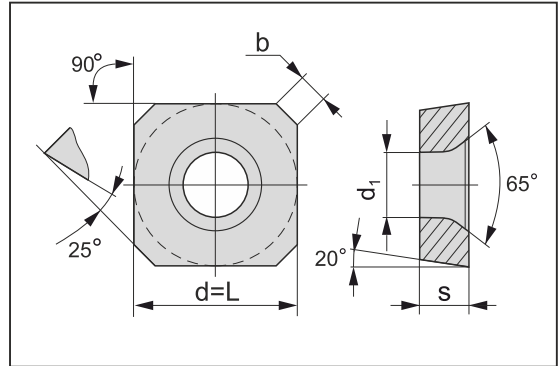
Размеры пластины	L	s	d	d ₁
1204	12,7	4,76	12,7	4,4




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SDET-120408 S1203R				+	+				+									0,8

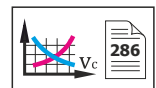
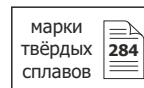
SEHW (AFTN)

Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1204	12,7	4,76	12,7	5,45	2,3



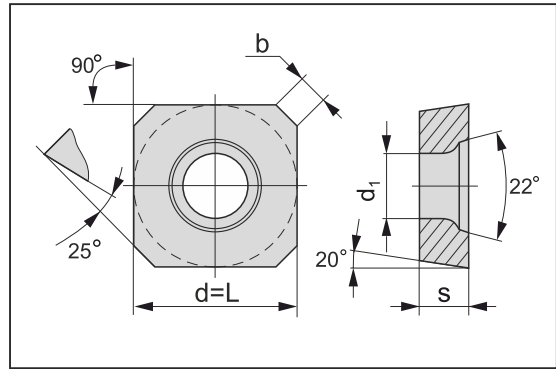
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SEHW-1204 AFTN				+	+				+									-

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SEHT (AFTN-5.5)

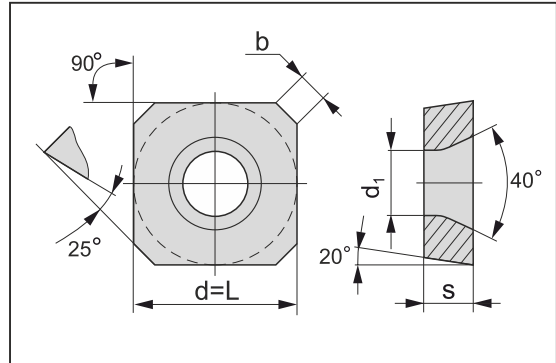
Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1204	12,7	4,76	12,7	5,5	1,96



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SEHT-120408 AFTN-5,5				+	●														-

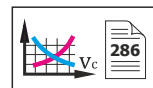
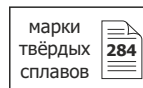
SEHT (AFTN)

Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1204	12,7	4,76	12,7	5,5	1,96



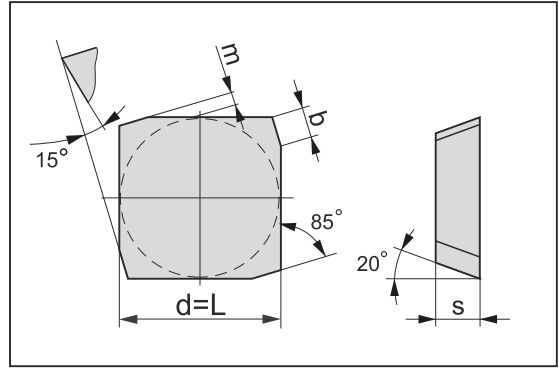
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SEHT-1204 AFTN				+	●														-


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SEKN (FEER/L)

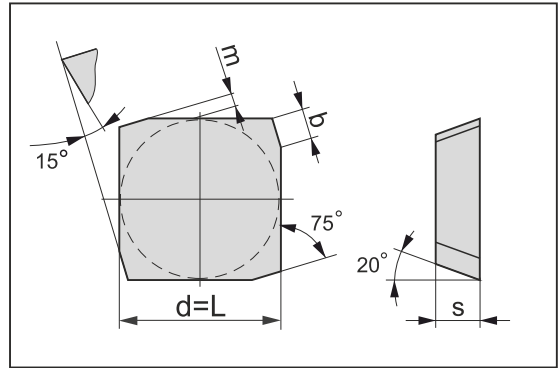
Размеры пластины	L	s	d	b	m
1203	12,7	3,18	12,7	2,6	0,8




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SEKN-1203 EFR	+									+	+							-	
	SEKN-1203 EFL	+									+	+							-	

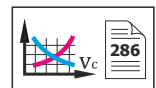
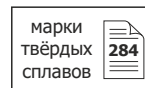
SFKN (EFR)

Размеры пластины	L	s	d	b	m
1203	12,7	3,18	12,7	2,6	0,8

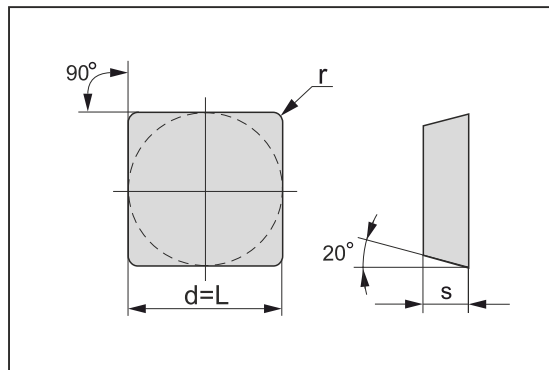


Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r MM
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SFKN-1203 EFR	+									+	+							-	

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

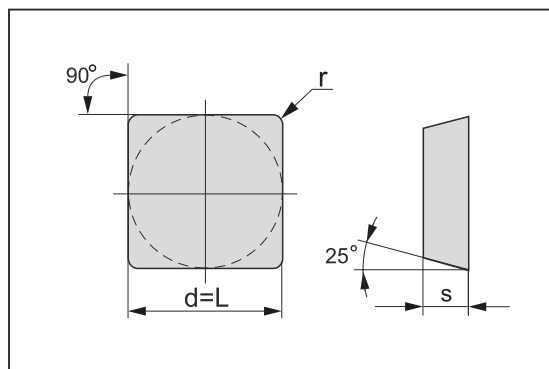


SE..N					
Размеры пластины	L	d	r		
1203	12,7	12,7	0,8		



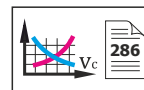
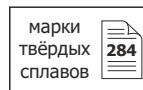
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		s мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SEEN-120308	+		●	●				●				+	+			●			3,0
	SEGN-120308	+		●	●			●					+	+			●			3,18

SFGN					
Размеры пластины	L	s	d		
1504	15,875	4,76	15,875		



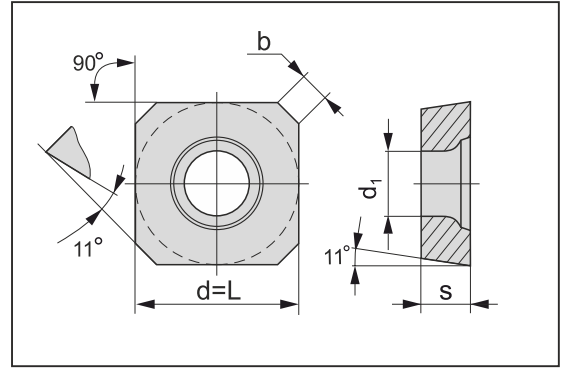
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SFGN-150410	+											+	+						1,0


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SPCW (APTN)

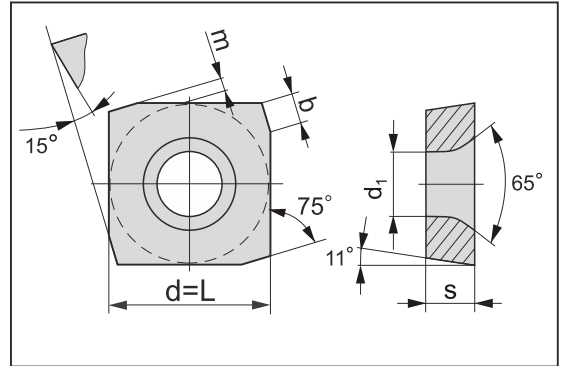
Размеры пластины	L	s	d	d ₁
1204	12,7	4,76	12,7	4,4




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		b mm
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SPCW-1204 APTN				●	●				●								+	+	2,3

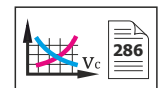
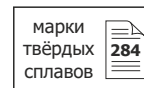
SPCW (EDSR)

Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b	m
1504	15,875	4,76	15,875	5,5	2,8	1,9



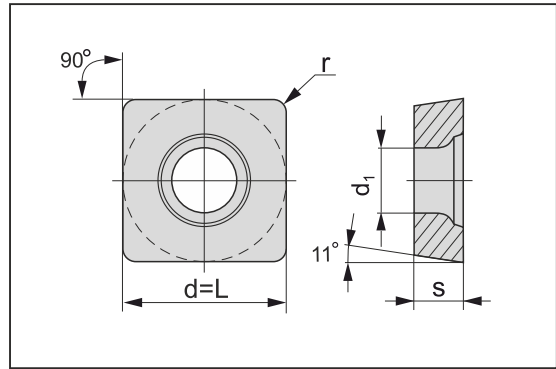
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r mm
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SPCW-1504 EDSR				+	+				+								+	+	-



+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



SPCW (SN), SPMT

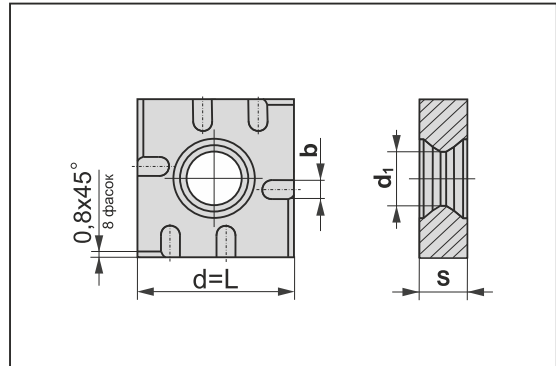
Размеры пластины	L	s	d	d ₁
1204	12,7	4,76	12,7	5,5




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S		H		r мм	
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM		AP30AM
	SPCW-120408 SN				●	+													0,8
	SPCW-120412 SN				+	+			+	+						+	+		
	SPMT-120408				●	●			●	●			●						0,8

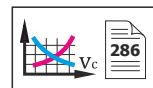
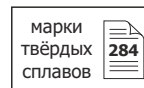
SNGX

Размеры пластины	L	s	d ₁	b
2508	25,4	8	8,8	3,74



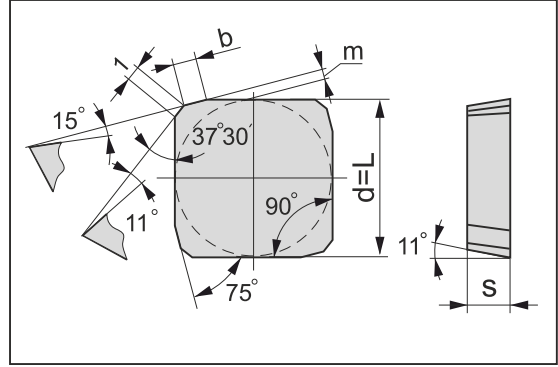
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S		H		r мм	
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM		AP30AM
	SNGX-250800 R																		-
	SNGX-250800 L					+										+			


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



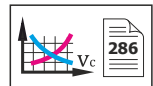
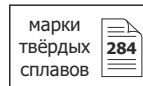
SP..N (EDR, EDL)

Размеры пластины	L	s	d	b	m
1203	12,7	3,18	12,7	1,4	0,9
1504	15,875	4,76	15,875	1,4	1,25
2506	25,4	6,35	25,4	1,4	3,65

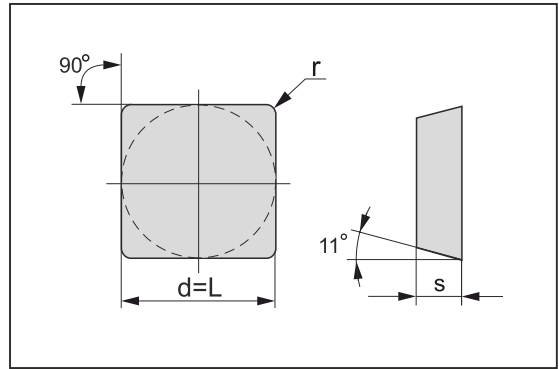


Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм	
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	SPAN-1203 EDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPAN-1203 EDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPAN-1504 EDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPAN-1504 EDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPCN-1203 EDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPCN-1203 EDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPCN-1504 EDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPCN-1504 EDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			-	
	SPKN-1203 EDR	+	+	+	+		+	+		+	+			+	+				-	
	SPKN-1203 EDL	+	+	+	+	+		+	+		+	+			+	+	+			-
	SPKN-1504 EDR	+	+		+		+	+		+	+			+	+				-	
	SPKN-1504 EDL	+	+	+	+		+	+		+	+			+	+				-	
	SPKN-2506 EDR		+	+	+	+		+	+	+			+	+	+				-	
	SPKN-2506 EDL		+	+	+	+		+	+	+			+	+	+				-	

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

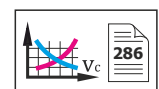
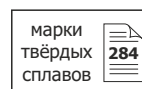


SP..N				
Размеры пластины	L	s	d	
0903	9,525	3,18	9,525	
1203	12,7	3,18	12,7	
1204	12,7	4,76	12,7	
1504	15,875	4,76	15,875	
1904	19,5	4,76	19,06	
2506	25,4	6,35	25,4	



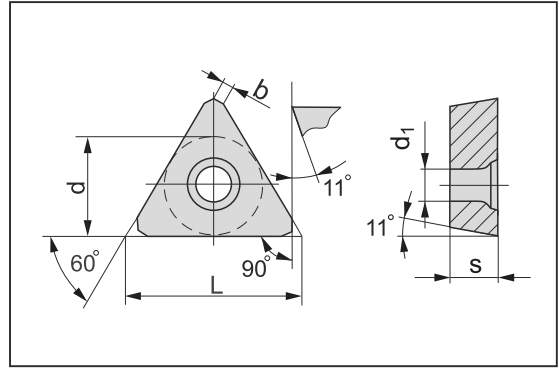
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N		S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM	
	SPGN-090308	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPGN-120308	+	+	●	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPGN-120312	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2
	SPGN-120408	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPGN-120412	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2
	SPGN-150408	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPGN-150412	+	+	●	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2
	SPGN-150416	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,6
	SPGN-190408	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPGN-190412	+	+	+	+	+	●	+	+	●	+			●	+	+			1,2
	SPGN-190616	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,6
	SPUN-090308	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPUN-120308	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPUN-120408	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			0,8
	SPUN-150408	●	+	●	+	+	●	+	+	●	+			●	+	+			0,8
	SPUN-150412	+	+	●	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2
	SPUN-190412	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2
	SPUN-250616	●	+	●	+	+	●	+	+	●	+			●	+	+			1,6
SPUN-250620	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			2,0	


+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



TPCW

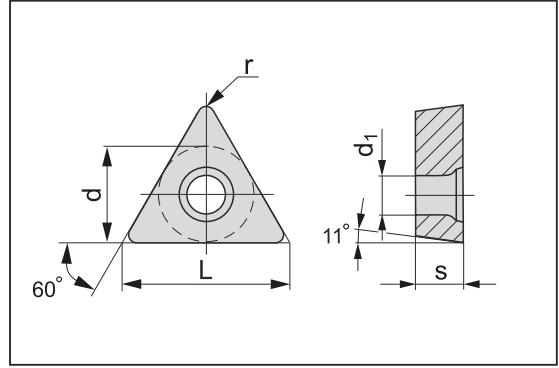
Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1604	16,0	4,76	9,525	4,4	1,2




Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r _{MM}
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	TPCW-1604 PPN				+	+														

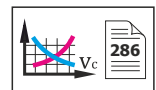
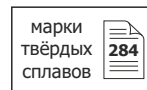
TPMW

Размеры пластины	L	s	d	d ₁
3307	33,0	7,0	19,05	6,5



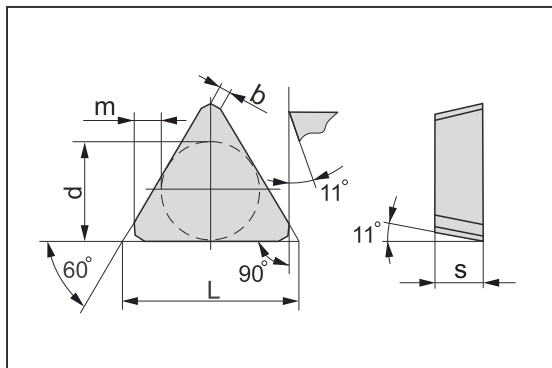
Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r _{MM}
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	TPMW-330725					+														2,5

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе



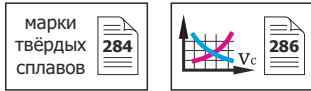
TP..N (PPN, PDR, PDL)

Размеры пластины	L	s	d	m
1603	16,5	3,18	9,525	2,45
2204	22,0	4,76	12,7	3,55



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		b мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	TPAN-1603 PPN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2	
	TPAN-2204 PPN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPCN-1603 PPN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,2	
	TPCN-2204 PPN	+	+	+	+	●	+	+	●	+	+			+	+	●			1,3	
	TPKN-1603 PPN	+	+	+	+	●	+	+	●	+	+			+	+	●			1,2	
	TPKN-2204 PPN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPAN-1603 PDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPAN-1603 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPAN-2204 PDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,4	
	TPAN-2204 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,4	
	TPCN-1603 PDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPCN-1603 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPCN-2204 PDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,4	
	TPCN-2204 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,4	
	TPKN-1603 PDR	+	+	●	+	●	+	+	●	+	+			+	+	●			1,3	
	TPKN-1603 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,3	
	TPKN-2204 PDR	+	+	●	+	●	+	+	●	+	+			+	+	●			1,4	
	TPKN-2204 PDL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			1,4	

+ - Изготовление после согласования объёма
● - Наличие на складе



ФРЕЗЕРОВАНИЕ

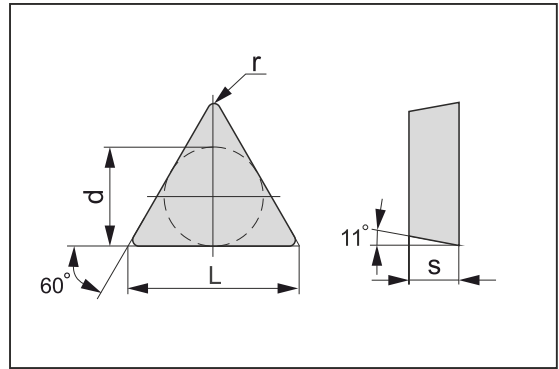
ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

TPGN

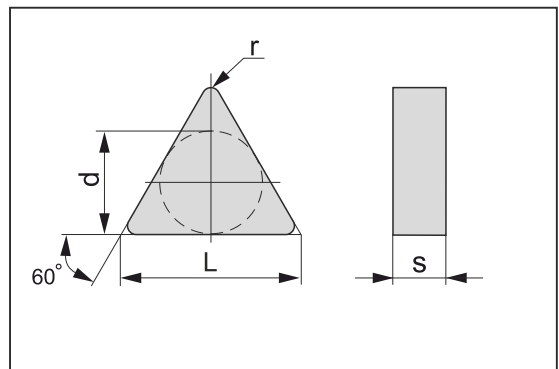
Размеры пластины	L	s	d
1103	11,0	3,18	6,35
1603	16,5	3,18	9,525
1604	16,5	4,76	9,525
2204	22,0	4,76	12,7
3306	33,0	6,35	19,05



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		b мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	TPGN-110300	+	+		+				+	+										0,2
	TPGN-110304	+	+		+				+	+										0,4
	TPGN-110308	+	+	+	+	+			+	+	+									0,8
	TPGN-160300	+	+		+				+	+										0,2
	TPGN-160304	+	+		+				+	+										0,4
	TPGN-160308	+	+	●	+	+			+	+										0,8
	TPGN-160312	+	+	+	+	+			+	+										1,2
	TPGN-160316	+	+	+	+	+			+	+										1,6
	TPGN-160400	+	+		+				+	+										0,2
	TPGN-160404	+	+		+				+	+										0,4
	TPGN-160408	+	+	+	+	+			+	+	+									0,8
	TPGN-220400	+	+		+				+	+										0,2
	TPGN-220404	+	+		+				+	+										0,4
	TPGN-220408	+	+	●	+	+			+	+	+									0,8
	TPGN-220412	+	+	●	+	+			+	+	+									1,2
	TPGN-220416		+	+	+	+			+	+	+									1,6
TPGN-330620T		+	+	+	+			+	+	+									2,0	

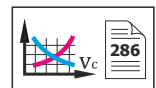
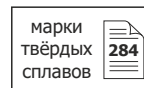
TN..N

Размеры пластины	L	s	d
2204	22,0	4,76	12,7
2406	24,0	6,35	13,86
3306	33,0	6,35	19,05
3506	35,0	6,35	20,21

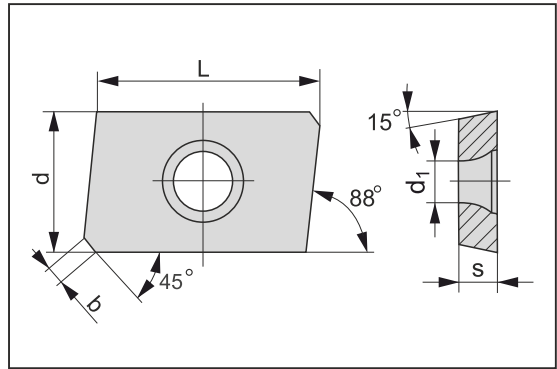



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	TNCN-240624 T44				+	+				+									2,4	
	TNCN-350680 T44				+	+				+									8,0	
	TNGN-220424				+	+			+	+									2,4	
	TNGN-330620T				+	+			+	+									2,0	

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

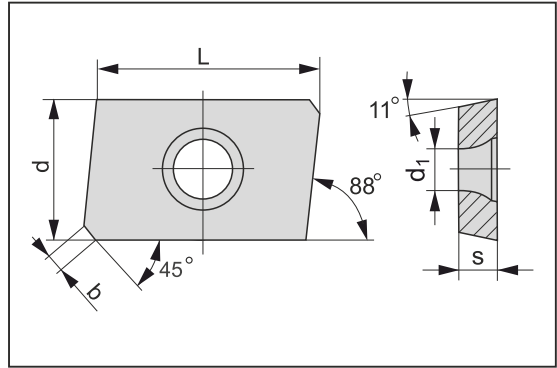



ZDCW					
Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
1503	15,0	3,18	9,525	4,4	1,2



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	ZDCW-150308				+	+			+	+					+	+	+			0,8
	ZDCW-1503 ADTR				●	●			+	●	●				+	●	●			-
	ZDCW-1503 ADFR				+	+			+	+	+				+	+	+			-

ZPCW					
Размеры пластины	L	s	d	d ₁	b
2004	20,0	4,76	12,7	5,45	1,4



Форма	Обозначение ISO	P					M			K		N			S			H		r мм
		H10	H20	H30	TP20AM	TP40AM	B35	TP20AM	TP40AM	B35	BP35AM	A10	A30	B35	TP20AM	TP40AM	AP10AM	AP30AM		
	ZPCW-200408 TR				+	+			+	+					+	+	+			0,8
	ZPCW-200408 ER				●	●			+	●	●				+	●	●			0,8
	ZPCW-2004 APTR				●	●			+	●	●				+	●	●			-

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

марки твёрдых сплавов 284

Vc 286

Техническая информация

Кодировка марки твердого сплава	283
Описание марок сплавов и их применение	284
Рекомендации по выбору скоростей резания для фрезерной обработки (для сплавов с износостойким покрытием)	286
Основные элементы и углы фрез, определения	288
Выбор фрезы, пластины, сплава и назначение режимов резания	289
Виды износа инструмента, способы решения	299
Основные формулы для расчета режимов резания	300
Присоединительные размеры фрез	301




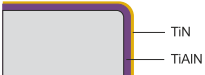


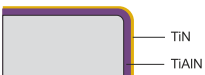






Кодировка марки твёрдого сплава

A	P	10	AM
1	2	3	4



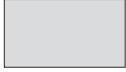


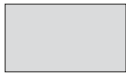
1	Тип основы	
Тип А	Особомелкозернистый сплав ВК (WC+Co)	
Тип В	Среднезернистый сплав ВК (WC+Co)	
Тип Н	Легированный среднезернистый сплав ТК (WC+Co+TiC)	
Тип Т	Легированный сплав ТТК (WC+Co+TiC+(TaC, NbC))	
2	Метод нанесения износостойкого покрытия	
С	Покрытие методом CVD .	
P	Покрытие методом PVD .	
3	Область применения по ISO	
01-10	Тонкая чистовая обработка	
10-20	Чистовая обработка	
20-30	Получистовая обработка	
30-40	Черновая обработка	
40-50	Тяжёлая черновая обработка	
4	Тип покрытия	
PVD	AM	Покрытие на основе AlTiN для тяжёлых условий обработки.
	TT	Универсальное покрытие на основе TiAlN с широкой областью применения.
	XM	Хромсодержащее покрытие для обработки жаропрочных материалов.

Описание марок сплавов и их применение

С покрытием PVD

Сплав		Описание	Область применения																					
Наименование	Вид покрытия		05	10	15	20	25	30	35	40	45													
AP10AM		Мелкозернистый сплав для чистового фрезерования чугунов, коррозионно-стойких сталей, жаропрочных сплавов, титановых сплавов, материалов повышенной твёрдости.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
AP10TT		Износостойкий сплав с мелкозернистой основой для фрезерования нержавеющей стали и чугуна. Условное применение по материалам повышенной твёрдости. Хорошее сопротивление истиранию.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
AP10XM		Износостойкий сплав с мелкозернистой основой. Для фрезерования жаропрочных и титановых сплавов. Специальное покрытие хорошо сопротивляется износу и перегреванию режущей кромки.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
AP30AM		Мелкозернистый сплав с прочной основой для полустового и черного фрезерования нержавеющей стали, жаропрочных сплавов, титановых сплавов.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
AP30TT		Износостойкий сплав с мелкозернистой основой для черного фрезерования нержавеющей стали и чугуна, в том числе и с ударными нагрузками. Условное применение по материалам повышенной твёрдости.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
TP20AM		Износостойкий среднезернистый сплав с легированной основой и градиентной структурой. Первый выбор для лёгкого фрезерования материалов группы P.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
TP20TT		Износостойкий среднезернистый сплав с легированной основой и градиентной структурой. Для фрезерования нержавеющей стали мартенситного и ферритного классов.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
TP25AM		Износостойкий среднезернистый сплав с повышенной стойкостью к циклическим нагрузкам и перегреву режущей кромки.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
TP40AM		Износостойкий среднезернистый сплав с легированной основой. Первый выбор для тяжёлого фрезерования.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
BP35AM		Среднезернистый сплав группы BK, для фрезерования чугуна, нержавеющей стали, жаропрочных сплавов, титана и его сплавов. Применяется для пластин изготовленных по ГОСТ.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					
BP35XM		Универсальный среднезернистый сплав группы BK для черного фрезерования чугунов и жаропрочных сплавов на основе Ti.	P																					
			M																					
			K																					
			N																					
			S																					
			H																					

Без покрытия

Сплав		Описание	Область применения										
Наименование	Вид покрытия			05	10	15	20	25	30	35	40	45	
A10	Особомелкозернистый (BK) 	Сплав для чистовой и получистовой обработки цветных металлов и их сплавов, неметаллических материалов.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										
A30	Особомелкозернистый (BK) 	Сплав для черновой и получистовой обработки цветных металлов и их сплавов.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										
B35	Среднезернистый (BK) 	Современный аналог сплава BK8. Сплав для чернового фрезерования чугуна, цветных металлов и их сплавов, неметаллических материалов, нержавеющей сталей, жаропрочных сплавов, в том числе сплавов титана.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										
H10	Среднезернистый (TK) 	Современный аналог сплава T15K6. Сплав для получистового и чистового фрезерования сплошных поверхностей углеродистых и легированных сталей.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										
H20	Среднезернистый (TK) 	Современный аналог сплава T14K8. Сплав для чернового и получистового фрезерования углеродистых и легированных сталей.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										
H30	Среднезернистый (TK) 	Современный аналог сплава T5K10. Сплав для чернового и фрезерования углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине. Хорошая ударная стойкость.	P										
			M										
			K										
			N										
			S										
			H										

Рекомендации по выбору скоростей резания (V_c, м/мин) для фрезерной обработки

Группа по ISO	Материал заготовки	Твёрдость по Бринеллю (НВ)	Марка сплава					
			H10	H20	H30	TP20AM	TP25AM	TP40AM
			Диапазон подач, f _z (мм/зуб)					
			0,08-0,25	0,1-0,6	0,1-0,8	0,1-0,3	0,1-0,4	0,1-0,4
P	Углеродистая сталь							
	1 C=0,1 - 0,55%	125-150	240-120	200-100	120-60	260-150	260-100	200-80
	2 C=0,55 - 0,8%	150-180	180-100	120-50	60-30	210-120	210-100	165-50
	3 Легированная сталь	180-350	160-80	130-50	70-20	180-60	180-80	130-30
	4 Высоколегированная и инструментальная сталь	200-350	150-70	120-50	70-20	180-60	180-60	115-30
	5 Стальное литьё	180-225	130-30	100-40	60-20	150-50	150-50	110-30
6 Марганцовистая и броневая сталь	250				50-10	60-10		
					0,1-0,2		0,1-0,4	
M	Нержавеющая сталь							
	7 Ферритная/мартенситная	200-240				200-60		150-40
	8 Теплостойкая	330				95-60		80-40
	9 Аустенитная	180						
10 Аустенитная, литьевая	300							
K	Чугун							
	11 Серый ферритного класса	180						
	12 Серый перлитного класса	260						
	13 Высокопрочный ферритного класса	160						
	14 Высокопрочный перлитного класса	250						
15 Ковкий чугун	130-230							
N	Алюминиевые сплавы							
	16 Деформируемые	60-100						
	17 Литейные	75-90						
	18 Силумины Si ≥ 8%	130						
	Медь и сплавы на её основе							
	19 - Латунь	110						
20 - Бронза	90							
					0,08-0,15		0,08-0,12	
S	Титановые сплавы							
	21 Технически чистый титан	400МПа*						
	22 Сплавы альфа+бета	1050МПа*						
	23 Жаропрочные сплавы							
	24 - на основе Fe	200-280				40-30		40-30
25 - на основе Ni и Co	250-320				40-10		40-10	
H	Твёрдые материалы							
	26 Закалённая сталь	45-55HRC**						
	27 Отбелённый чугун	400						

* - Предел прочности при растяжении МПа=Н/мм²

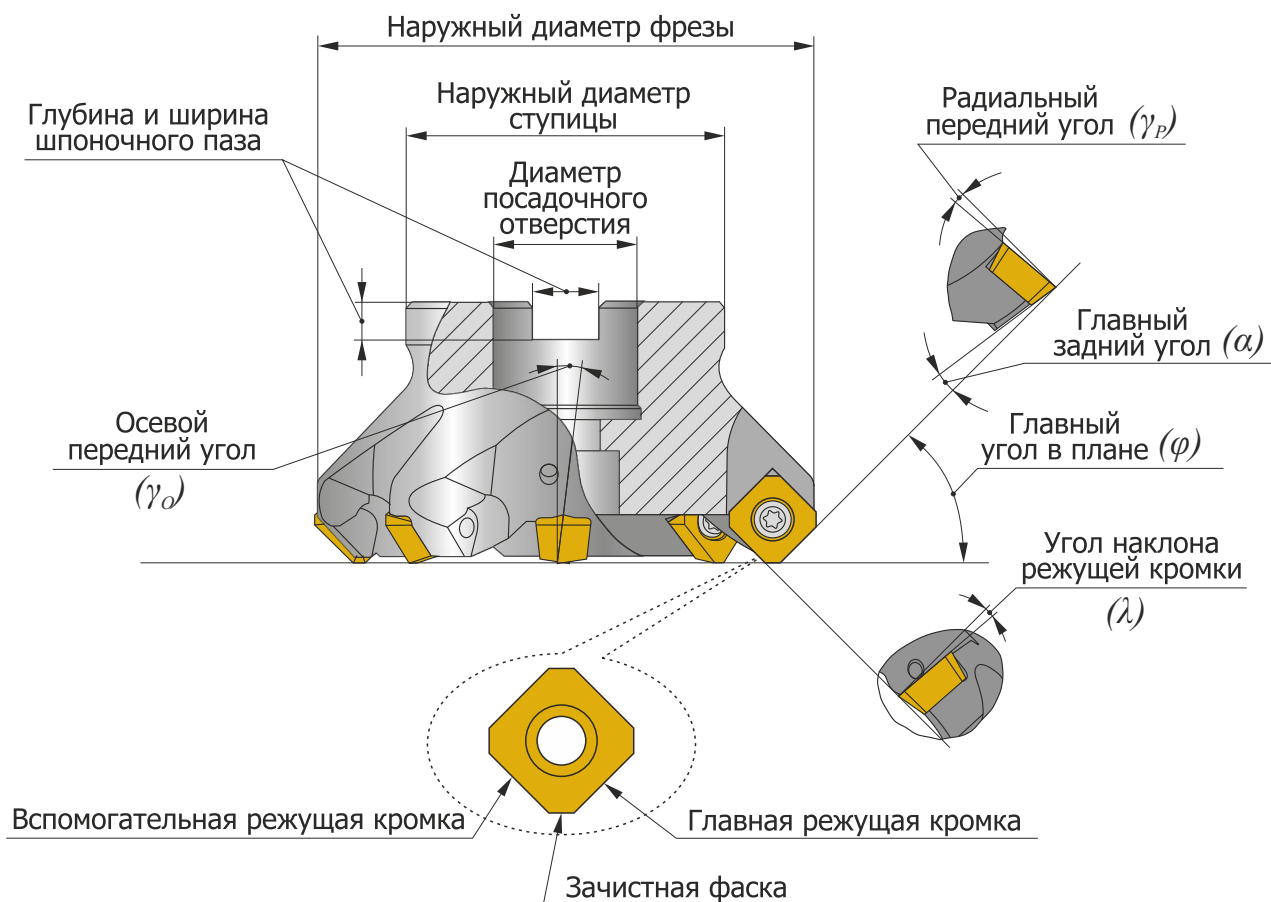
** - HRC: Твёрдость по роквеллу

! Указанные пределы скоростей являются базовыми и могут корректироваться с учётом

	Марка сплава										
	TP20TT	AP10AM	AP10TT	AP10XM	AP30AM	AP30TT	BP35AM	BP35XM	A10	A30	B35
Диапазон подач, f_z (мм/зуб)											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
	0,1-0,3		0,05-0,3			0,1-0,2	0,1-0,2				0,1-0,2
7	200-60										
8	90-60						90-40				
9	120-40		150-50			110-30	75-25				75-25
10	120-30					100-20	60-30				50-25
			0,05-0,3			0,1-0,6	0,1-0,4	0,1-0,6			0,1-0,4
11			150-70			120-50	80-40	120-50			70-30
12			140-70			90-40	65-35	90-40			55-25
13						100-40	75-40	100-40			65-30
14						90-40	65-35	90-40			55-25
15			190-100			150-70	125-70	150-70			110-60
									0,1-0,2	0,1-0,3	
16									670-500	500-300	
17									670-500	500-300	
18									270-230	230-180	
19									300-250	250-200	
20									300-250	250-200	
				0,08-0,15				0,1-0,25	0,08-0,12	0,1-0,2	0,1-0,2
21				130-95				110-40	110-95	95-80	90-50
22				60-40				60-20	50-40	40-30	40-20
23											
24									40-35	30-15	30-20
25									40-10	30-15	20-10
		0,05-0,1		0,05-0,1	0,1-0,15						
26		15-10		15-10	15-10						
27		25-15		25-15	25-15						

условий обработки и требуемой стойкости СМП

Основные элементы и углы фрез, определения



Главный угол в плане (φ) - угол между обрабатываемой поверхностью и главной режущей кромкой, величина которого влияет на толщину срезаемого слоя.

Главный задний угол (α) - угол между линией, проходящей касательно или совпадающей с задней поверхностью зуба и плоскостью, перпендикулярной оси фрезы.

Главная режущая кромка - линия, лежащая в плоскости резания, образуется путём пересечения передней и главной задней поверхностей.

Вспомогательная режущая кромка - линия пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей.

Радиальный передний угол (γ_p) - угол между режущей кромкой зуба и радиальной линией, проходящей через режущую кромку в плоскости перпендикулярной оси режущего инструмента.

Угол наклона режущей кромки (λ) - угол между осью фрезы и главной режущей кромкой.

Осевой передний угол (γ_d) - угол между передней поверхностью и плоскостью перпендикулярной обрабатываемой поверхности.

Выбор фрезы, пластины, сплава и назначение режимов резания

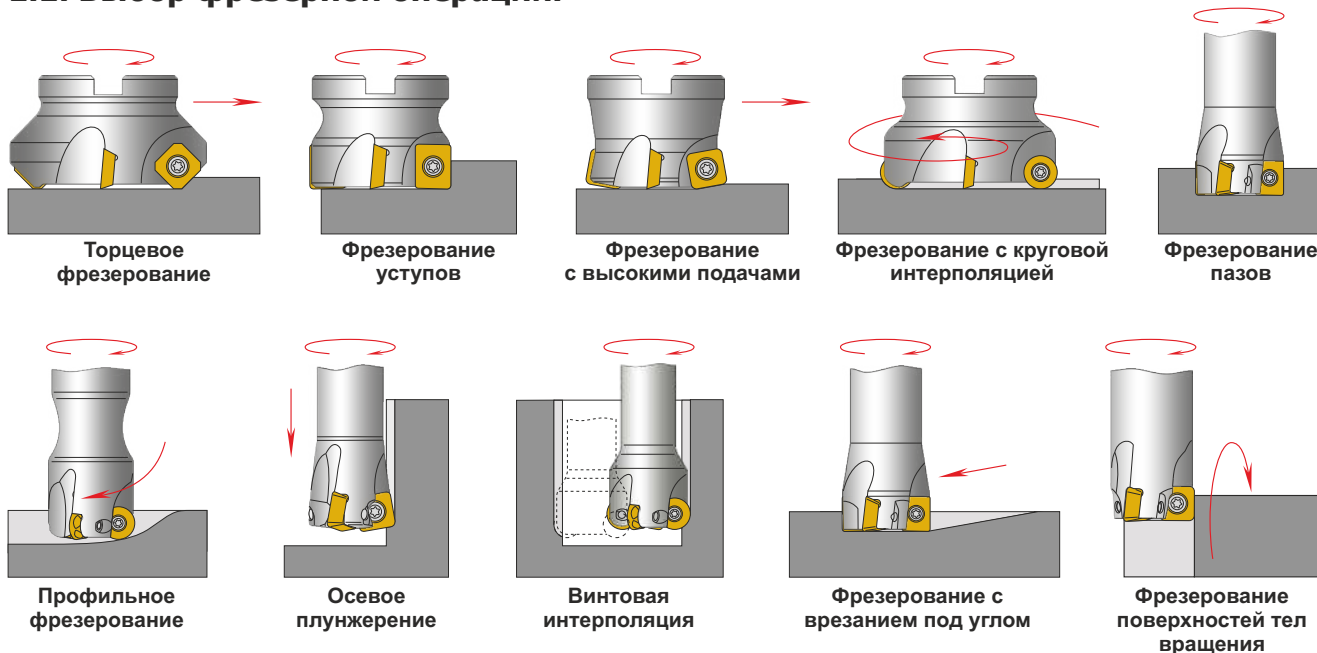
Выбор фрезерного инструмента.

Фрезы с механическим креплением сменных многогранных пластин предназначены для обдирки, чернового или получистового фрезерования. Выбор корпуса фрезы зависит от типа операции и метода обработки, и заключается в выборе угла в плане, диаметра, количества зубьев и способа крепления пластин.

1. Выбор корпуса фрезы.

На этапе выбора корпуса фрезы определяется оптимальный угол в плане и диаметр фрезы, необходимо исходить от вида операции и жёсткости системы.

1.1. Выбор фрезерной операции.



1.2. Определение жёсткости системы СПИД (станок - приспособление - инструмент - деталь)

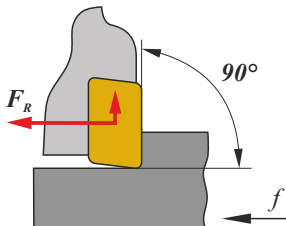
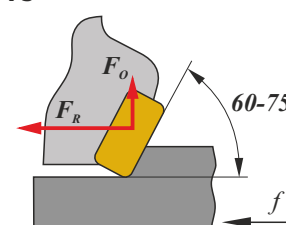
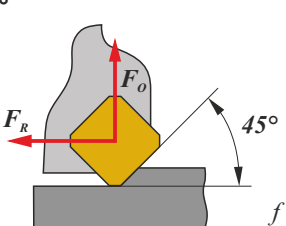
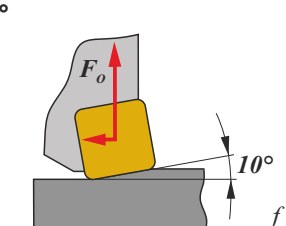
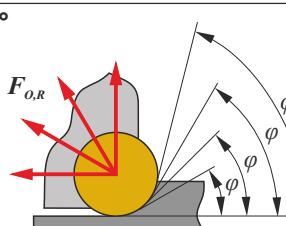
Система	Станок	Приспособление	Инструмент	Деталь
Жёсткая	Отсутствуют люфты в шпинделе и рабочих органах станка.	Небольшой вылет оправки для крепления фрезы в станок. Плотное прилегание оправки к элементам станка при креплении.	Корпус жёстко крепится в оправке, пластины плотно без зазоров встают в гнезда фрезы.	Надёжное крепление детали на станке, обеспечивающее удержание её без люфтов и вибраций во время фрезерования. Деталь не тонкостенная.
Не жёсткая	Наличие люфтов в рабочих органах станка.	Нежёсткое крепление оправки в станке, использование удлинённых оправок.	Разбитые посадочные места корпуса и пластин, не позволяющие плотно закрепить фрезу в оправке или пластины на корпусе фрезы.	Слабое крепление детали на станке. Тонкостенные детали.

1.3. Выбор главного угла в плане.

Главный угол в плане представляет собой угол между главной режущей кромкой пластины и обрабатываемой поверхностью заготовки. Главный угол в плане влияет на толщину стружки, силы резания и стойкость инструмента.

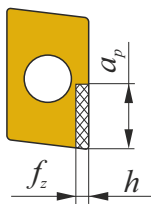
Уменьшение угла в плане ведёт к образованию более тонкой стружки при одинаковой величине подачи. Уменьшение толщины стружки происходит из-за распределения снимаемого припуска на большей длине режущей кромки. Исходя из этого, с уменьшением угла в плане величина подачи на зуб увеличивается.

Малый главный угол в плане обеспечивает более плавное врезание, ограничивает радиальные силы резания и защищает режущую кромку от повреждений. Однако более высокие осевые силы резания способствуют увеличению нагрузки на заготовку.

Угол в плане	Применение	Недостатки
<p>90°</p> 	<p>Обработка уступов с углом 90°. Обработка тонкостенных заготовок. Обработка при нежёстких приспособлениях. Обработка прямоугольных уступов.</p>	<p>Наибольшие радиальные силы резания. Высокая ударная нагрузка при входе. Высокая вероятность задира в зоне выхода из резания.</p>
<p>60-75°</p> 	<p>Для операций фрезерования общего назначения и относительно жёстком закреплении. Хорошее соответствие размера пластины и максимальной глубины резания. Сниженная ударная нагрузка при входе.</p>	<p>Высокие радиальные силы могут привести к потере устойчивости станка и ослаблению крепления детали.</p>
<p>45°</p> 	<p>Хороший баланс осевой и радиальной сил резания. Меньшее разрушение угла детали. Минимальный удар при входе. Меньшие радиальные силы, направленные на подшипники шпинделя. Возможность более высокой подачи.</p>	<p>Небольшая максимальная глубина резания. Диаметр резания меньше фактического диаметра корпуса фрезы, что может стать причиной столкновения с элементами крепления.</p>
<p>10°</p> 	<p>Высокопроизводительная обработка с большими подачами. Обработка карманов и полостей. Результатирующая сила резания направлена вдоль оси шпинделя, что обеспечивает устойчивую работу фрезы с большим вылетом.</p>	<p>Небольшая глубина при торцевом фрезеровании.</p>
<p>00°</p> 	<p>Торцевое и профильное фрезерование. Высокая производительность. Утончение стружки благоприятно сказывается на процессе резания при обработке жаропрочных сплавов.</p>	<p>Небольшая глубина фрезерования.</p>

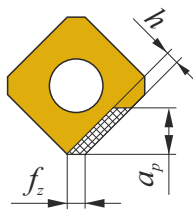
Сечение стружки в зависимости от угла в плане

$\varphi = 90^\circ$



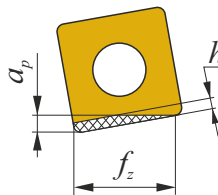
$$h = f_z$$

$\varphi = 45^\circ$



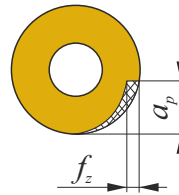
$$h = f_z \cdot \sin 45^\circ$$

$\varphi = 10^\circ$



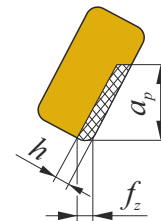
$$h = f_z \cdot \sin 10^\circ$$

$\varphi = 0 - 90^\circ$



$$h = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$$

$\varphi = 75^\circ$



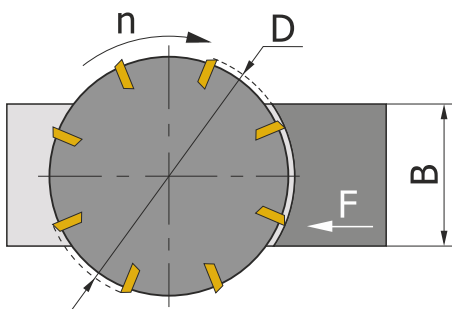
$$h = f_z \cdot \sin 75^\circ$$

Сечение стружки (h, мм) в зависимости от подачи и угла в плане.

Подача на зуб, мм/зуб	Угол в плане			
	90°	75°	45°	10°
0,1	0,1	0,0966	0,071	0,017
0,16	0,16	0,15456	0,1136	0,0272
0,2	0,2	0,1932	0,142	0,034
0,26	0,26	0,25116	0,1846	0,0442
0,3	0,3	0,2898	0,213	0,051
0,36	0,36	0,34776	0,2556	0,0612
0,4	0,4	0,3864	0,284	0,068
0,46	0,46	0,44436	0,3266	0,0782
0,5	0,5	0,483	0,355	0,085
0,6	0,6	0,5796	0,426	0,102
0,7	0,7	0,6762	0,497	0,119
0,8	0,8	0,7728	0,568	0,136
0,9	0,9	0,8694	0,639	0,153
1	1	0,966	0,71	0,17
1,1	1,1	1,0626	0,781	0,187
1,2	1,2	1,1592	0,852	0,204
1,3	1,3	1,2558	0,923	0,221
1,4	1,4	1,3524	0,994	0,238
1,5	1,5	1,449	1,065	0,255

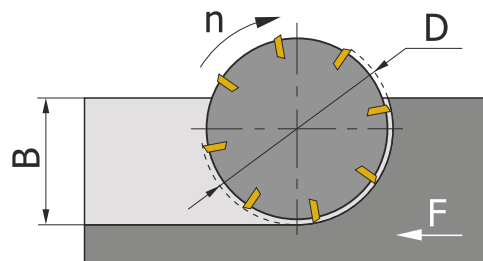
* Серым цветом выделены зоны рекомендованного сечения стружки. Более узкий диапазон подач определяется при выборе пластин.

1.4. Выбор диаметра фрезы



Если ширина фрезерования (B) меньше диаметра фрезы (D), то фрезы рекомендуется выбирать из расчёта $D=1,3...1,5B$.

Если ширина фрезерования (B) больше диаметра фрезы (D), то рекомендуется фрезеровать в два и более проходов шириной из расчёта $B=3/4D$.



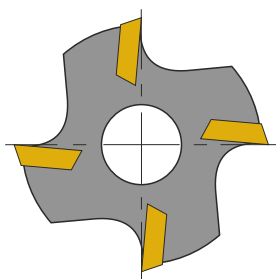
При контурной обработке диаметр фрезы выбирают меньше вписанного внутреннего диаметра сопряжённых поверхностей.

1.5. Выбор шага фрезы.

Количество зубьев фрезы характеризует величину шага, т. е. расстояние между зубьями. Чем большее число зубьев имеет фреза данного диаметра, тем меньше шаг ее зубьев, и, наоборот, чем меньшее число зубьев имеет фреза, тем больше (крупнее) шаг зубьев.

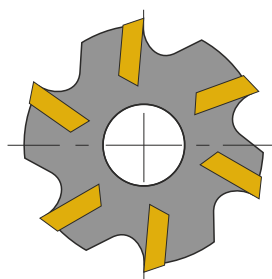
В данном каталоге представлены фрезы с крупным и мелким шагом. На выбор шага влияет: соотношение диаметра фрезы к ширине фрезерования, мощность оборудования, жёсткость детали и ряд других факторов.

Крупный шаг



- обработка в сплошном металле
- обработка с большим вылетом инструмента
- тяжёлые условия обработки
- производительная обработка при не жёстких условиях
- возможна обработка при недостаточной мощности привода

Мелкий шаг

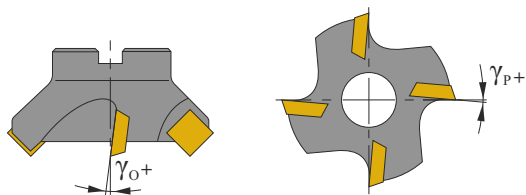


- необходима высокая жёсткость СПИД
- выше производительность обработки
- для хороших условий обработки
- рекомендуется для обработки хрупких материалов
- необходима большая мощность привода

1.6. Выбор геометрии фрезы в зависимости от обрабатываемого материала и характера обработки

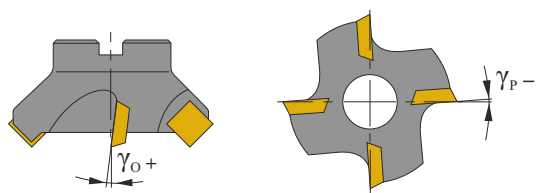
При выборе фрезы необходимо руководствоваться не только углом в плане и формой пластины, но и такими параметрами, как осевой передний угол и радиальный передний угол. Исходя из этого разделяют три основных вида геометрий фрез: позитивная, негативная и позитивно-негативная.

Позитивная геометрия



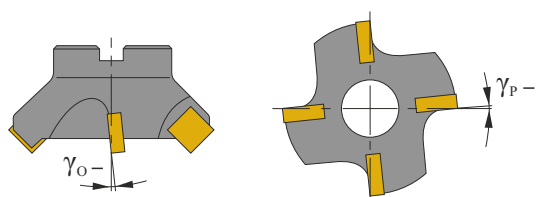
- Острые фрезы для тонких не жёстких заготовок;
- Минимальные силы резания;
- Минимальная вероятность наростообразования;
- Подходят для станков с невысокой жёсткостью;
- Фрезерование низкоуглеродистой стали, чугуна, нержавеющей стали, мягких материалов

Позитивно-негативная геометрия



- Универсальные фрезы;
- Возможна обработка с большой глубиной резания;
- Фрезерование труднообрабатываемых материалов, легированных сталей, чугуна

Негативная геометрия



- Применяются при тяжёлых условиях обработки с ударными нагрузками;
- Подходят для станков с высокой мощностью;
- Обдирка стальных и чугунных заготовок

2. Выбор пластины в зависимости от обрабатываемого материала и характера обработки.

2.1. Выбор сплава.

Выбор сплава ведётся в соответствии с областью применения и обрабатываемым материалом по таблице:

Сплав		Описание	Область применения																		
Наименование	Вид покрытия		05	10	15	20	25	30	35	40	45										
AP10AM	AlTiN Мультислой	Мелкозернистый сплав для чистового фрезерования чугунов, коррозионно-стойких сталей, жаропрочных сплавов, титановых сплавов, материалов повышенной твёрдости.																			
AP10TT	TiN TiAlN	Износостойкий сплав с мелкозернистой основой.																			
AP10XM	AlCrN	Износостойкий сплав с мелкозернистой основой.																			

2.2. Выбор стружколома.

Перед выбором стружколома необходимо определиться с радиусом при вершине. Величина радиуса зависит от глубины резания и должна соответствовать требованиям чертежа. Глубина резания должна быть больше радиуса при вершине.

Стружколом определяется в соответствии с обрабатываемым материалом и видом обработки.

Варианты форм передних поверхностей и исполнения режущих кромок.

PR, SP	PM, EP	MR, SM	MM, EM	NM, PL, ML, FP, FM
Упрочнённые геометрии для черновой обработки сталей	Универсальные геометрии для обработки углеродистых сталей	Упрочнённые геометрии для черновой обработки материалов групп M и S	Универсальные геометрии для обработки нержавеющей сталей	Острые геометрии для чистовой обработки мягких материалов

Выбор пластины ведётся с учётом выбранного твёрдого сплава:

SOHT

SOHW

- Складская продукция
 - Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава									Радиус, мм r	Глубина резания, мм a_p	Подача, мм/зуб f_s	Толщина стружки, мм h	
	TP20AM	TP25AM	TP40AM	AP10TT	TP20TT	AP30TT	AP10XM	BP35XM	A10					A30
Получистовая обработка														
SOHT-130508 PM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512 PM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520 PM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHT-130508 MM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512 MM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520 MM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHW-130508 KM											0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHW-130512 KM											1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHW-130520 KM											2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20

P	Сталь	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
M	Нержавеющая сталь	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K	Чугун	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N	Алюминий	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S	Жаропрочные сплавы	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
H	Закалённая сталь	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● - Основное применение
 ○ - Возможное применение

3. Назначение режимов резания.

Порядок назначения режимов резания:

Глубина резания (a_p) → Подача на зуб (f_z) → Скорость резания (V_c)

3.1. Глубина резания.

Определяется от величины припуска и максимальной a_p для выбранной пластины.

3.2. Подача на зуб.

Выбирается предварительно по таблице:

☀ - Складская продукция
☼ - Изготовление после согласования объёма

Обозначение	Марка сплава								Радиус, мм r	Глубина резания, мм a_p	Подача, мм/зуб f_z	Толщина стружки, мм h	
	TR20AM	TR25AM	TR40AM	AP10TT	TR20TT	AP30TT	AP10XM	BR35XM					A10
Получистовая обработка													
SOHT-130508 PM	☼	☼								0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512 PM	☼	☼								1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520 PM	☼	☼								2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHT-130508 MM			☼	☼	☼	☼			☼	0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHT-130512 MM			☼	☼	☼	☼	☼		☼	1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHT-130520 MM			☼	☼	☼	☼	☼		☼	2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20
SOHW-130508 KM			☼							0,8	1,0-4,0	0,1-0,14	0,1-0,14
SOHW-130512 KM			☼							1,2	1,5-5,0	0,1-0,17	0,1-0,17
SOHW-130520 KM			☼							2,0	2,2-6,0	0,1-0,20	0,1-0,20

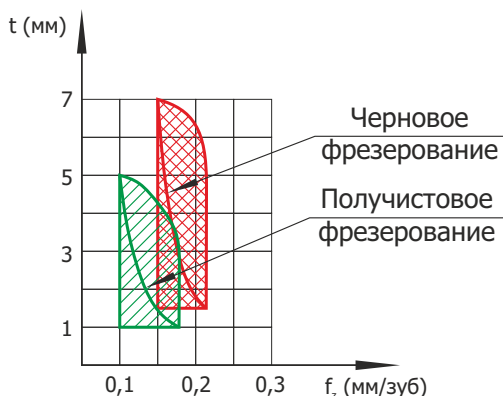
	Р	М	К	Н	С	Н
Р Сталь	●	●	●	●	●	●
М Нержавеющая сталь	○	○	○	●	●	○
К Чугун		○	●	●	●	●
Н Алюминий				●	●	●
С Жаропрочные сплавы	○	○	○		○	●
Н Закалённая сталь				○		●

● - Основное применение
○ - Возможное применение

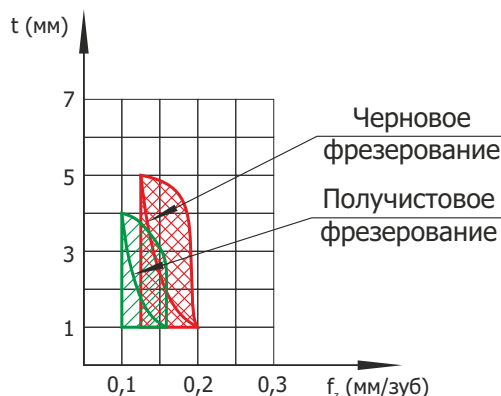
Рабочие зоны для получистового и чернового фрезерования для серий фрез в зависимости от радиуса при вершине пластины.

Кривая оптимального изменения соотношения «подача-глубина фрезерования».

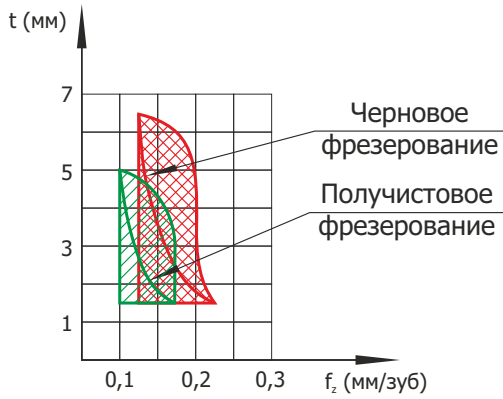
Для фрез серии FUDS-.....SD13



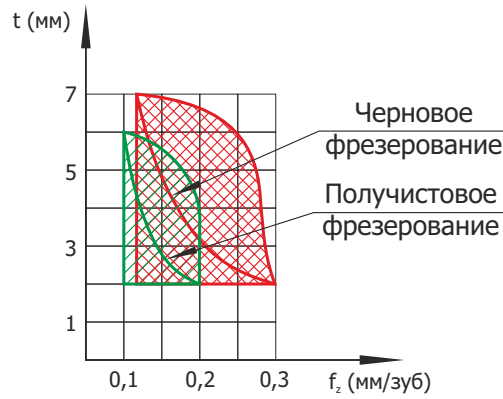
Для фрез серии FUAS-.....SO13 (r=0,8)



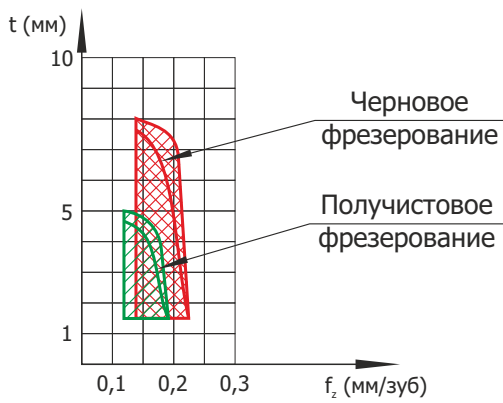
Для фрез серии FUAS-.....SO13 (r=1,2)



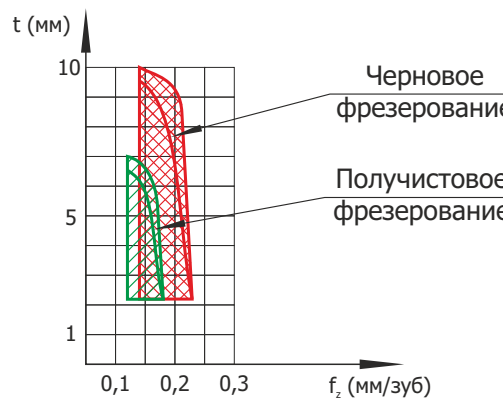
Для фрез серии FUAS-.....SO13 (r=2,0)



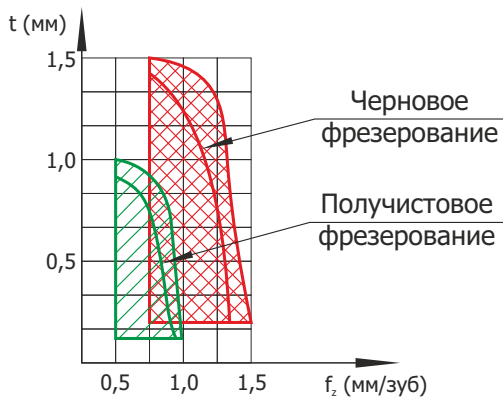
Для фрез серии FUGA и FRAS-.....ZP15 (r=1,2)



Для фрез серии FUGA и FRAS-.....ZP15 (r=2,0)



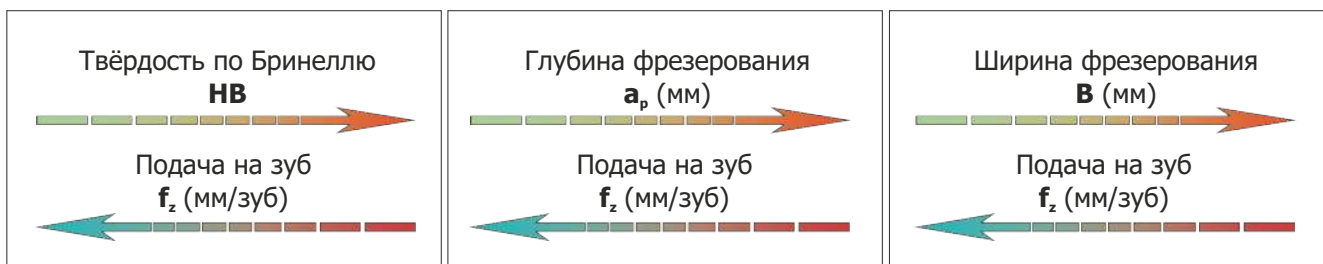
Для фрез серии PUJA-.....XD13



Поправочный коэффициент K_f на подачу в зависимости от расположения фрезы:

Отношение D/B				
D=1,3...1,5B	2/1	4/1	10/1	20/1
1	1	1,14	1,56	2

На окончательный выбор подачи влияют такие факторы, как твёрдость обрабатываемого материала, глубина и ширина фрезерования.

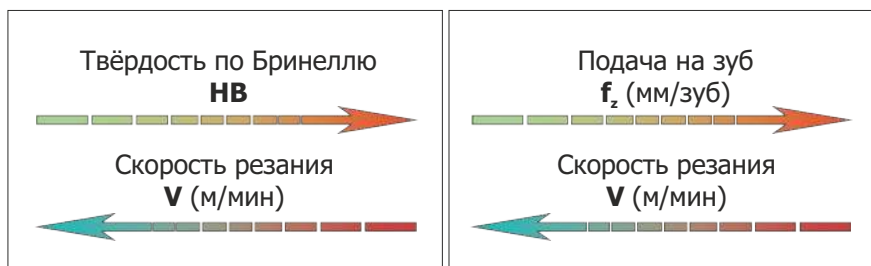


3.3. Выбор скорости резания.

Скорость резания выбирают исходя из обрабатываемого материала, марки твёрдого сплава и подачи на зуб без коррекции на ширину фрезерования:

Группа по ISO	Материал заготовки	Твёрдость по Бринеллю (НВ)	Марка сплава							
			ТС35ЕМ	ТС40ЕМ	Н10	Н20	Н30	ТР35DM	ТР20AM	ТР25AM
					0,08-0,25	0,1-0,6	0,1-0,8		0,1-0,3	
			Диапазон подач, f_z (мм/зуб)							
P	Углеродистая сталь									
	1 С=0,1 - 0,55%	125-150			240-120	200-100	120-60		260-150	
	2 С=0,55 - 0,8%	150-180			180-100	120-60	60-30		210-120	
	3 Легированная сталь	180-350			160-80	130-50	70-20		180-60	
	4 Высоколегированная и инструментальная сталь	200-350			150-70	120-50	70-20		180-60	
	5 Стальное литьё	180-225			130-30	100-40	60-20		150-50	
6 Марганцовистая и броневая сталь	250									
M	Нержавеющая сталь								0,1-0,2	
	7 Ферритная/мартенситная	200-240							200-60	
	8 Теплостойкая	330							95-60	
	9 Аустенитная	180							150-50	
10 Аустенитная, литевая	300									
K	Чугун									
	11 Серый ферритного класса	180								
	12 Серый перлитного класса	260								
	13 Высокопрочный ферритного класса	160								
	14 Высокопрочный перлитного класса	250								
15 Ковкий чугун	130-230									

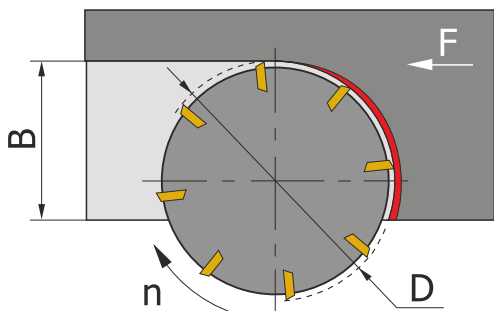
На окончательное назначение скорости резания влияют такие факторы, как твёрдость обрабатываемого материала и выбранная ранее подача на зуб.



Примечание: Данные рекомендации по назначению режимов резания являются предварительными. Окончательные значения режимов корректируются в каждом конкретном случае.

4. Выбор вида фрезерования и расположения фрезы.

При выборе встречного или попутного фрезерования следует исходить из ряда факторов, влияющих а процесс обработки с учётом стойкости инструмента и требований к качеству обработанной поверхности.



Встречное фрезерование

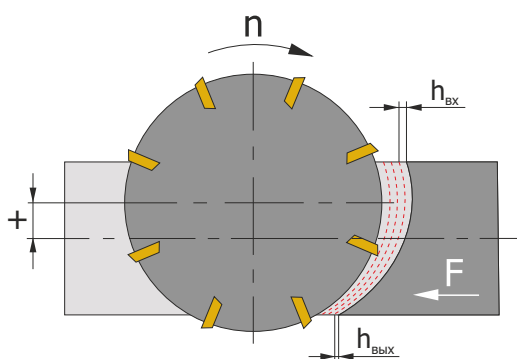
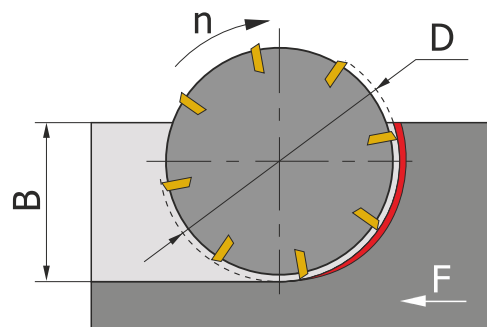
При встречном фрезеровании направление подачи и направление вращения фрезы не совпадают. Толщина среза изменяется от нуля при входе зуба до максимума при выходе из обрабатываемого материала.

Данный вид обработки рекомендуется применять при черновой обработке по корке, а так же на нежёстком оборудовании.

Попутное фрезерование

При попутном фрезеровании толщина среза изменяется от максимального значения при входе до нуля при выходе из металла. Уменьшение сечения стружки приводит к снижению температуры в зоне резания и, тем самым, к повышению стойкости инструмента.









Данный вид обработки рекомендуется применять при обработке чистого металла.



При обработке инструмент следует располагать со смещением относительно оси симметрии детали для оптимизации направления действия сил резания.

В таком случае стружка на выходе значительно меньше стружки, образованной на входе, что позволяет снизить возможность выкрашивания пластин при выходе из зоны резания.

Виды износа инструмента, способы решения

Вид износа	Причины	Решения
<p>Износ по задней поверхности</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большая скорость резания; 2. Сплав с низкой износостойкостью; 3. Малая подача; 4. Несоответствие геометрии пластины. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снизить скорость резания; 2. Использовать более износостойкий сплав; 3. Увеличить подачу на зуб; 4. Использовать пластины с другой геометрией.
<p>Лункообразование</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточный передний угол; 2. Большая подача; 3. Сплав с низкой износостойкостью. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать другую геометрию; 2. Уменьшить подачу; 3. Использовать более износостойкий сплав.
<p>Выкрашивание</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная прочность; 2. Несоответствие геометрии; 3. Большая подача. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использовать более прочный сплав; 2. Использовать пластины с упрочнённой геометрией; 3. Уменьшить подачу на зуб.
<p>Термические трещины</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неправильное охлаждение; 2. Неправильный выбор сплава ; 3. Высокая скорость резания. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прекратить подвод СОЖ или применить фрезы с внутренним подводом; 2. Использовать сплав устойчивый к термоударам; 3. Снизить скорость резания.
<p>Кратерный износ</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обработка по корке. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использовать пластины с упрочнённой геометрией; 2. Использовать фрезу с другим углом в плане.
<p>Скалывание</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплав недостаточной прочности; 2. Большая нагрузка ; 3. Недостаточный радиус при вершине. 4. Критический износ. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использовать более прочный сплав; 2. Уменьшить подачу на зуб; 3. Выбрать пластины с большим радиусом. 4. Уменьшить срок эксплуатации инструмента.
<p>Пластическая деформация</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая температура в зоне резания. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снизить скорость резания; 2. Увеличить подачу; 3. Обеспечить подачу СОЖ.
<p>Наростообразование</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Малая скорость резания; 2. Малый передний угол; 3. Недостаточная шероховатость передней поверхности; 4. Недостаточная подача СОЖ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличить скорость резания; 2. Выбрать пластины с большим передним углом; 3. Выбрать пластины с полированной передней поверхностью. 4. Увеличить подачу СОЖ

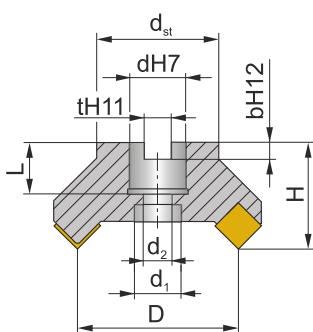
Основные формулы для расчёта режимов резания

Скорость резания:	
$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ [м/мин]}$	<p>π - 3,14 (математическая константа) D - диаметр инструмента (фрезы), [мм] n - частота вращения шпинделя, [об/мин]</p>
Частота вращения шпинделя (инструмента):	
$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}, \text{ [об/мин]}$	<p>V_c - скорость резания, [м/мин] D - диаметр инструмента (фрезы), [мм] π - 3,14 (математическая константа)</p>
Подача на зуб:	
$f_z = \frac{f_n}{z} = \frac{f_{\text{мин}}}{n \cdot z}, \text{ [мм/зуб]}$	<p>f_n - подача на оборот, [мм/об] $f_{\text{мин}}$ - минутная подача, [мм/мин] n - частота вращения шпинделя, [об/мин] z - количество зубьев</p>
Подача на оборот:	
$f_n = \frac{f_{\text{мин}}}{n}, \text{ [мм/об]}$	<p>$f_{\text{мин}}$ - минутная подача, [мм/мин] n - частота вращения шпинделя, [об/мин]</p>
Минутная подача (скорость подачи стола):	
$f_{\text{мин}} = f_z \cdot n \cdot z, \text{ [мм/мин]}$	<p>f_z - подача на зуб, [мм/зуб] n - частота вращения шпинделя, [об/мин] z - количество зубьев</p>
Толщина срезаемой стружки:	
$h_m = f_z \cdot \sin\varphi, \text{ [мм]}$	<p>f_z - подача на зуб, [мм/зуб] φ - главный угол в плане, [град]</p>
Скорость съёма припуска:	
$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{\text{мин}}}{1000}, \text{ [см}^3\text{/мин]}$	<p>a_p - глубина резания, [мм] a_e - ширина обработки, [мм] $f_{\text{мин}}$ - минутная подача, [мм/мин]</p>
Мощность привода:	
$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{\text{мин}} \cdot k_c}{60 \cdot 10^6 \cdot \eta}, \text{ [кВт]}$	<p>a_p - глубина резания, [мм] a_e - ширина обработки, [мм] $f_{\text{мин}}$ - минутная подача, [мм/мин] k_c - удельная сила резания, [Н/мм²] η - КПД двигателя</p>
Крутящий момент:	
$M_c = \frac{P_c \cdot 30 \cdot 10^3}{\pi \cdot n}, \text{ [Н}\cdot\text{м]}$	<p>P_c - мощность привода, [кВт] π - 3,14 (математическая константа) n - частота вращения шпинделя, [об/мин]</p>

Присоединительные размеры фрез

Торцевые насадные фрезы:

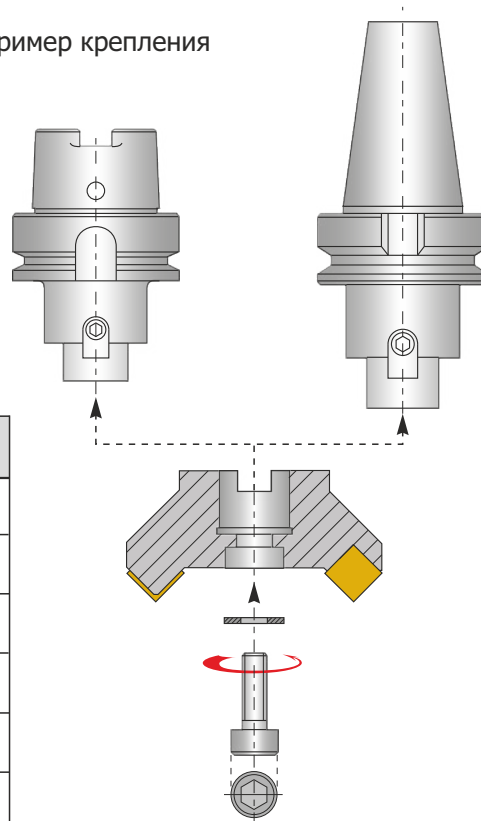
Тип А



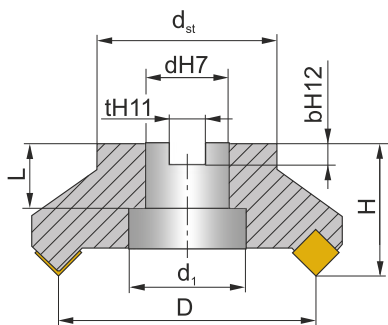
D	d	H	t	b	L	d ₁	d ₂	d _{st}
32	16	40	8,4	5,6	19	13,5	8,4	32
40	16	40	8,4	5,6	19	13,5	8,4	32
50	22	40	10,4	6,3	20	18	11	48
63	22 (27)*	40	10,4 (12,4)*	6,3 (7)*	20	18 (20)	11 (13)	48
80	27 (32)*	50	12,4 (14,4)*	7 (8)*	22	20 (27)	13 (17)	60
100	32 (40)*	50	14,4 (16,4)*	8 (9)*	25	27 (32)	17 (21)	78
125	40	63	16,4	9	29	32	21	89

* В скобках указаны размеры для длиннокрайних насадных фрез

Пример крепления

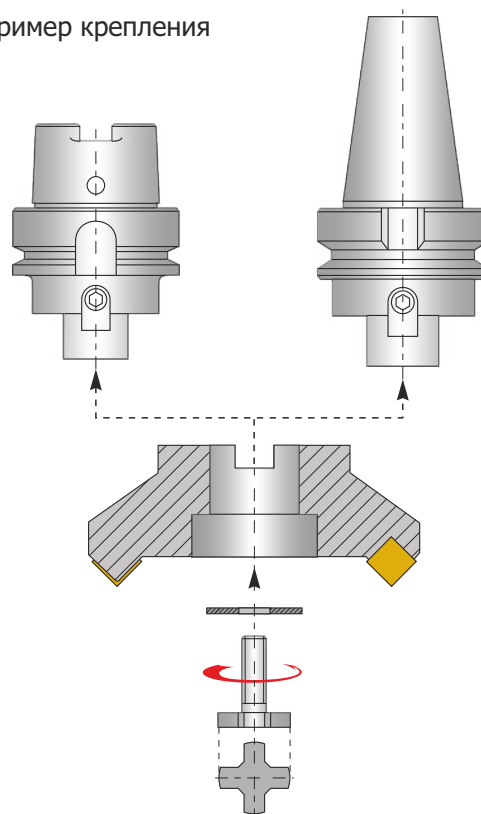


Тип В



D	d	H	t	b	L	d ₁	d _{st}
80	27	50	12,4	7	22	38	60
100	32	50	14,4	8	25	45	78
125	40	63	16,4	9	29	56	89

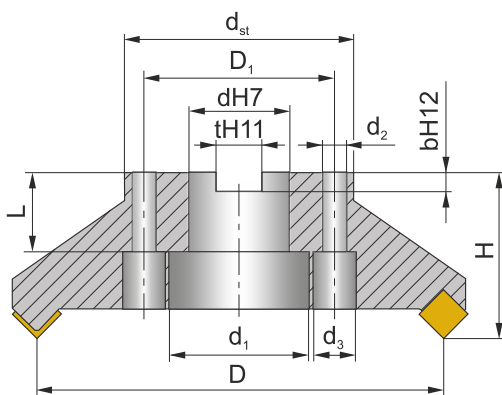
Пример крепления



Присоединительные размеры фрез

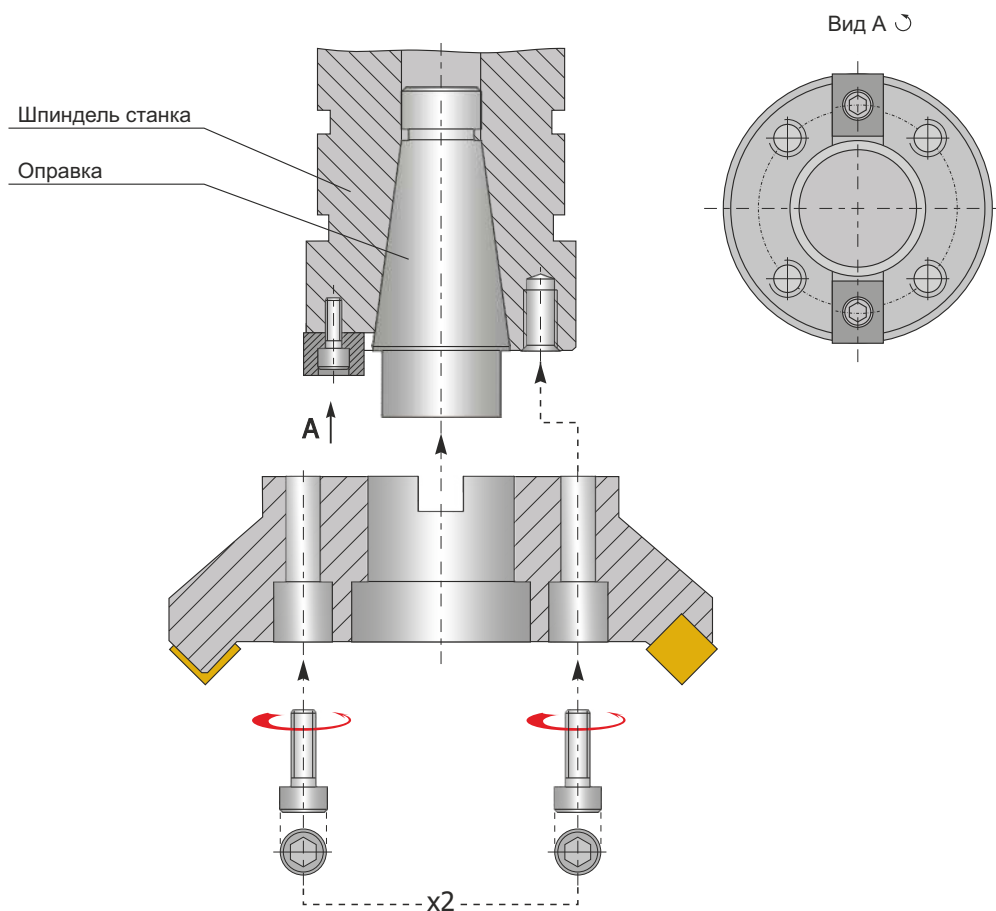
Торцевые насадные фрезы:

Тип С



D	D ₁	d	H	t	b	L	d ₁	d ₂	d ₃	d _{st}
160	66,7	40	63	16,4	9	31	56	14	20	90
200	101,6	60	63	25,7	14	32	70	18	26	140
250										170

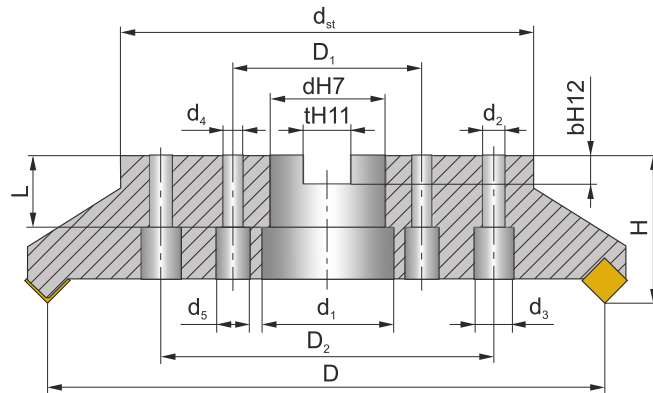
Пример крепления



Присоединительные размеры фрез

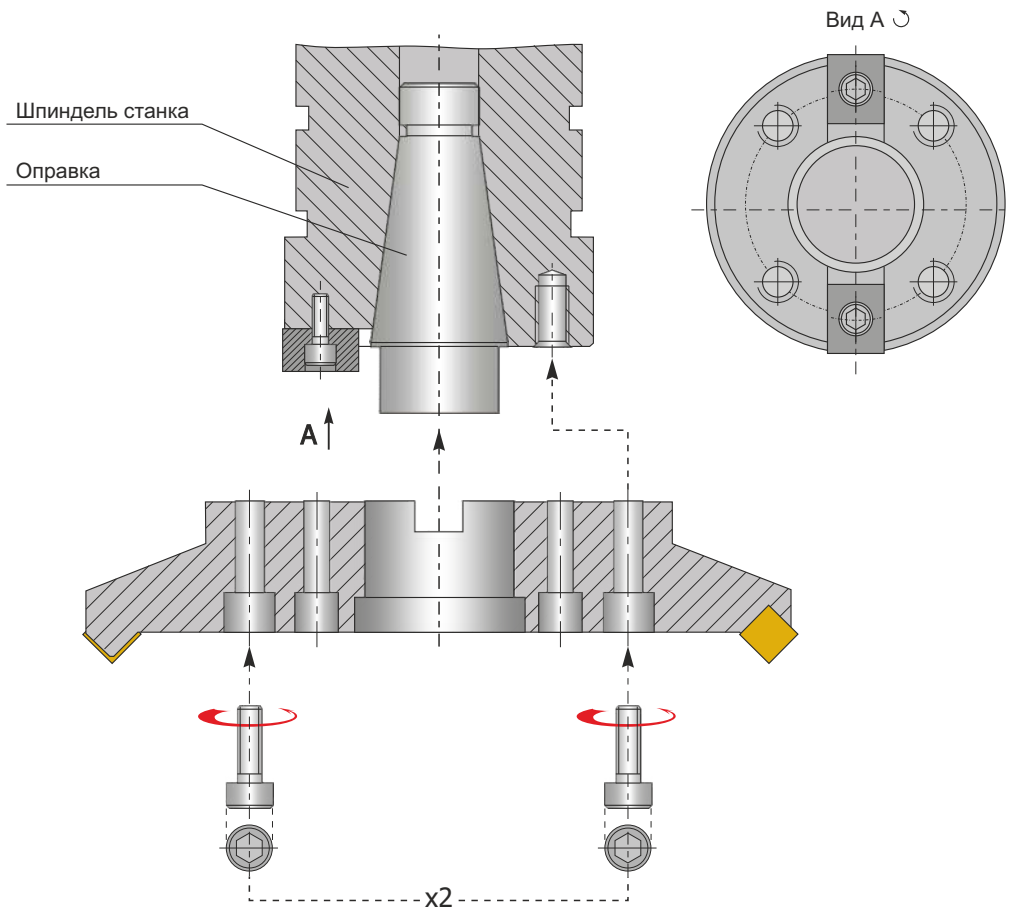
Торцевые насадные фрезы:

Тип D



D	D ₁	D ₂	d	H	t	b	L	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d _{st}
315	101,6	177,8	60	63	25,7	14	32	70	22	32	18	26	220
400													240
500													240

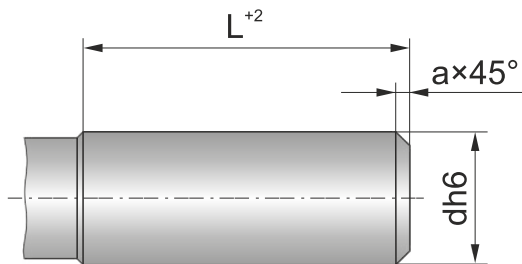
Пример крепления



Присоединительные размеры фрез

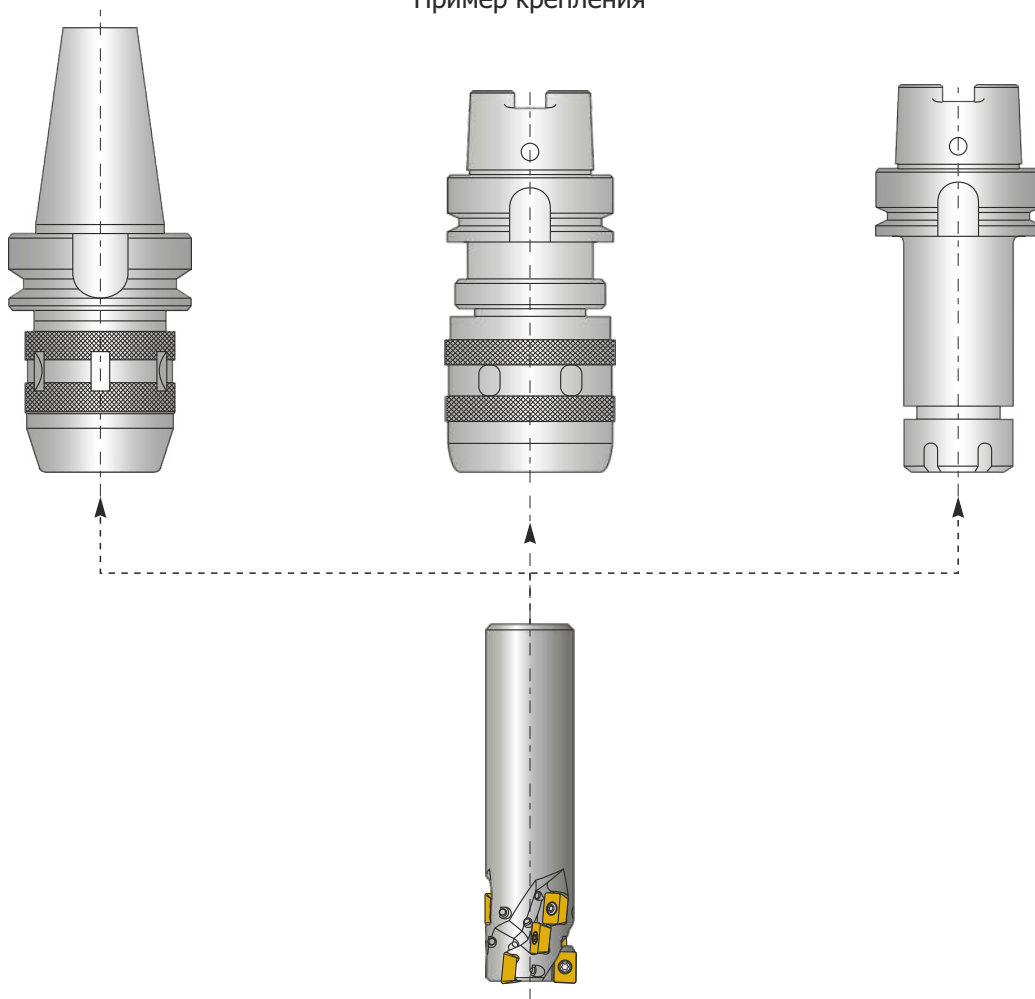
Концевые фрезы:

Тип А - цилиндрический хвостовик



d	L	a
12	45	1,2
16	48	1,6
20	50	2,0
25	56	2,0
32	60	2,0
40	70	2,0
50	80	2,0

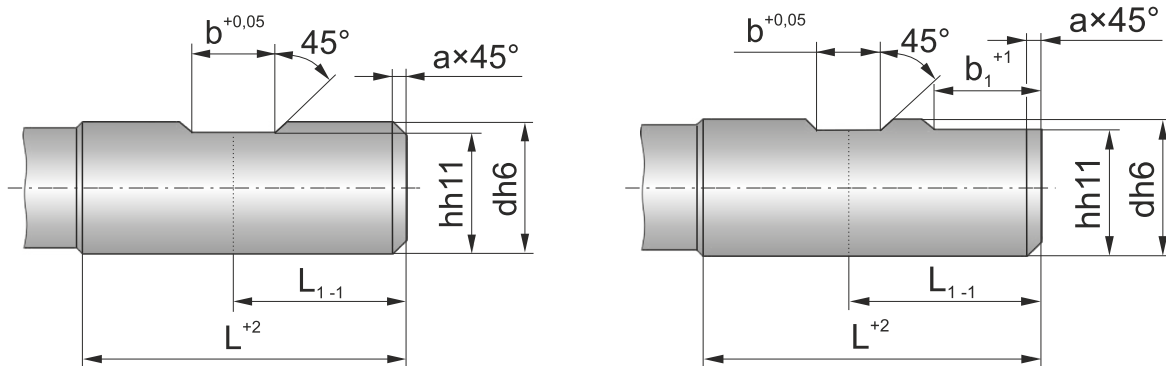
Пример крепления



Присоединительные размеры фрез

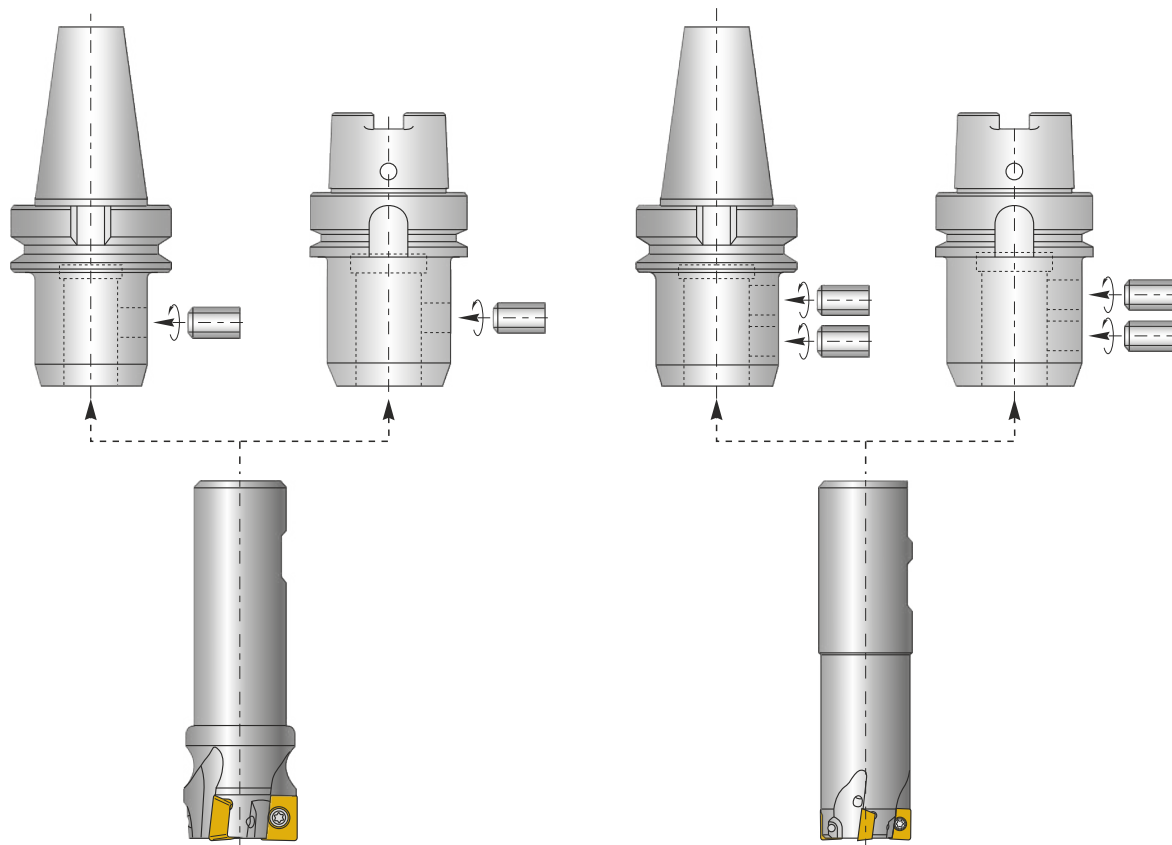
Концевые фрезы:

Тип W - хвостовик «Weldon»



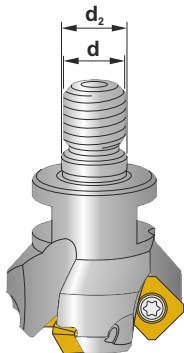
d	h	b	b ₁	L	L ₁	a
12	10,4	8		45	22,5	1,2
16	14,2	10		48	24	1,6
20	18,2	11		50	25	2,0
25	23	12	17	56	32	2,0
32	30	14	19	60	36	2,0
40	38	14	19	70	40	2,0
50	47,8	18	23	80	45	2,0

Пример крепления



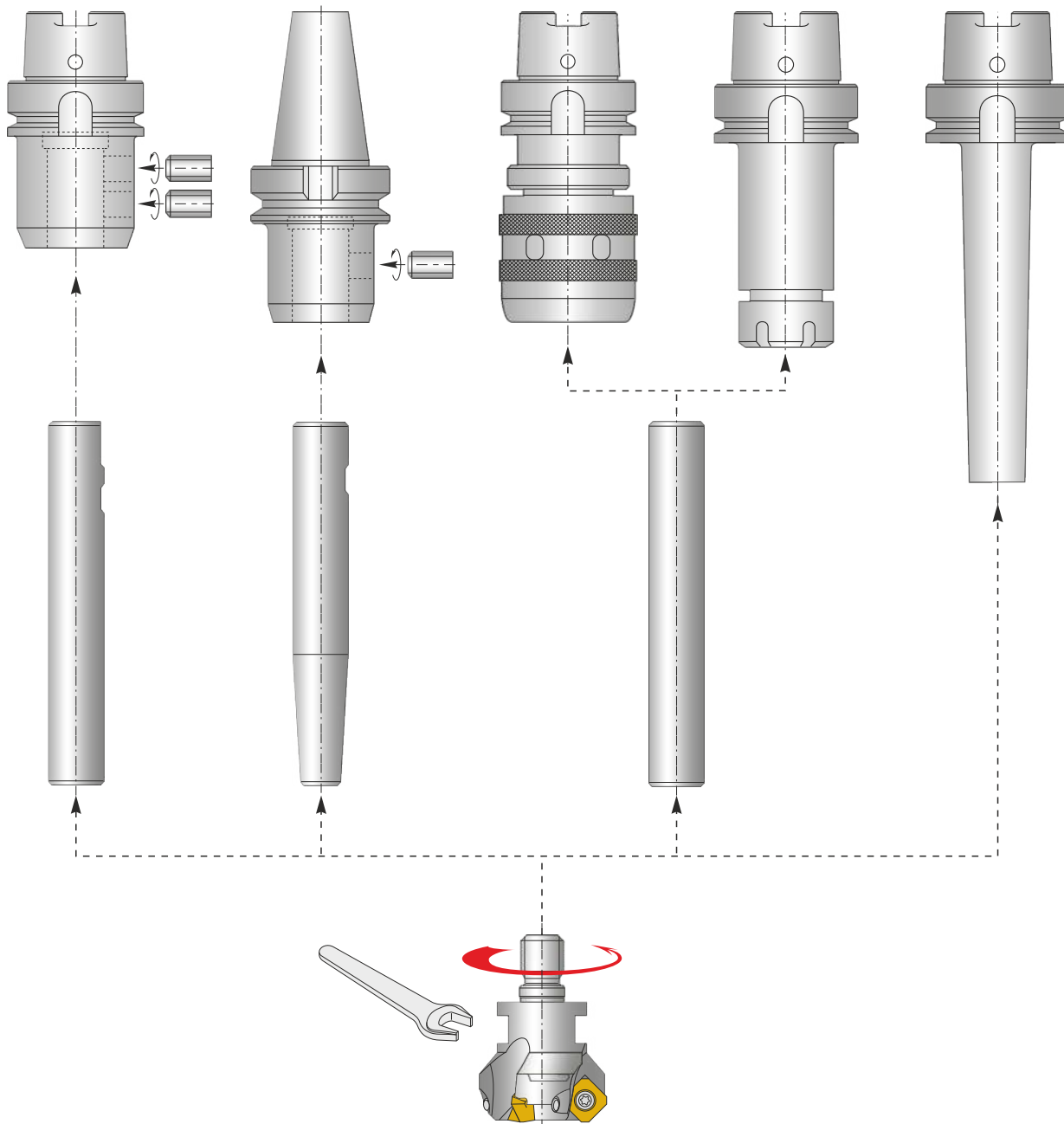
Присоединительные размеры фрез

Фрезы с винтовым хвостовиком:



d	
M12	M16
d ₂ (h6)	
ø12,5	ø17

Пример крепления



Пластины для обработки железнодорожных колес и рельсов

Для токарной обработки

ВNUX (TN) _____	308
LNMX (PR), LNUX (TN02) _____	308
RCMX, ROUX _____	309
RCMM (TN), RPUX (TN) _____	310

Для фрезерной обработки

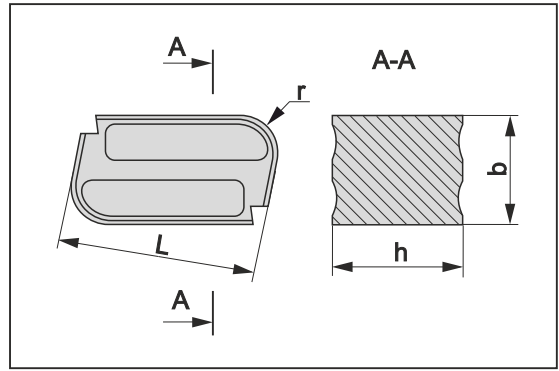
RNUX (TN) _____	311
LNUX (TN02-P) _____	311
SNEX (AN-H1/AN-15H1/AN-TL/AN-15TL) _____	312


Для сверления рельсов

WCMX _____	313
Марки твердых сплавов для ж/д пластин_____	314

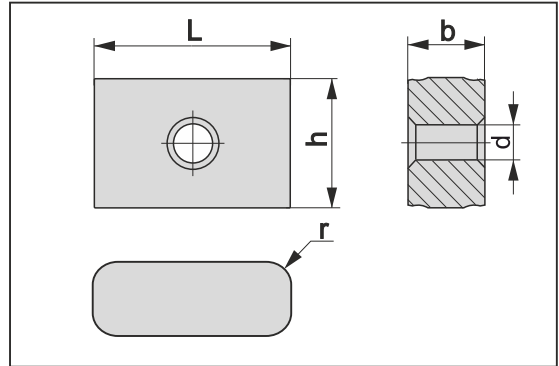





BNUX					
Размеры пластины	L	h	b		
2015	22	15	12		



Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P	T14K8											r мм			
	BNUX-201540 TN	●	+																4,0	

LN..X					
Размеры пластины	L	h	b	d	
1919	19	19	10	6,4	
3019	30	19	12	6,4	

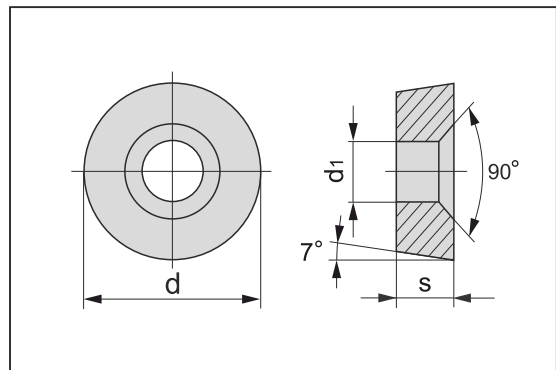


Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P	T14K8											r мм		
	LNMX-191940 PR	+	●	●															4,0
	LNUX-191940-220	+	●	●															4,0
	LNUX-301940 TN02	+	●	●															4,0

+ - Изготовление после согласования объема
 ● - Наличие на складе

RCMX

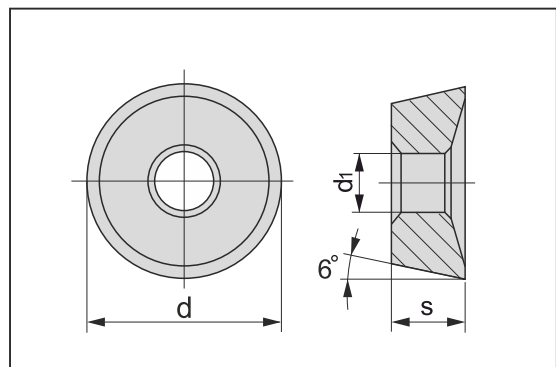
Размеры пластины	d	d ₁	s			
2507	25	7,2	7,94			
3009	30	10	9,5			
3209	32	10	9,5			
3210	32	9,5	9,5			



Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P		T14K8						r мм
	RCMX-2507MO				●								-
	RCMX-3009MO-79				●								-
	RCMX-3209MO-76				●								-
	RCMX-3210MOS2				●								-

ROUX

Размеры пластины	d	d ₁	s			
2810	27,5	10	10			
3110	30	10	10			

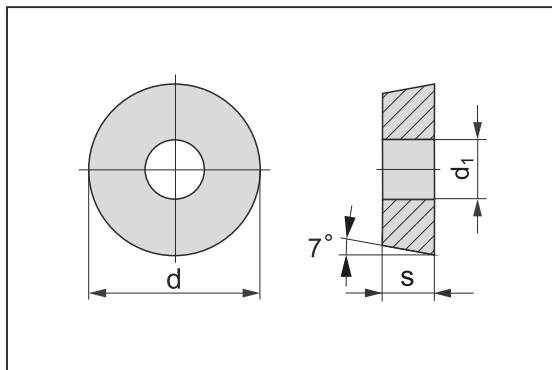


Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P		T14K8						r мм
	ROUX-2810MO TN						+						-
	ROUX-3110MO TN						+						-

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

RCMM

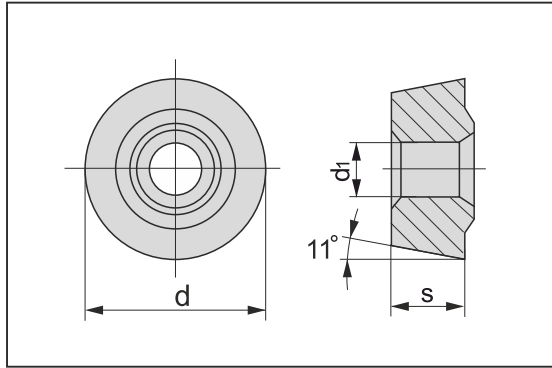
Размеры пластины	d	d ₁	s			
3010	30	10	9,5			



Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P	T14K8											r мм			
	RCMM-3010MO TN					+													-	

RPUX

Размеры пластины	d	d ₁	s			
2709	27,8	10	9,5			
3010	30,8	10	10,5			

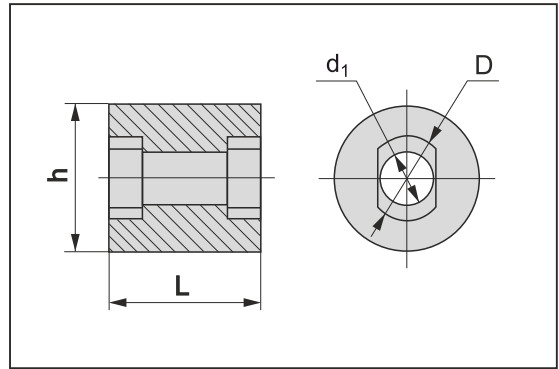


Форма	Обозначение ISO	KC35	KC35PT	MC221	TC20PT-P	T14K8											r мм				
	RPUX-2709MO TN	●				+													-		
	RPUX-3010MO TN	+				+													-		

+ - Изготовление после согласования объема
 ● - Наличие на складе

RNUX

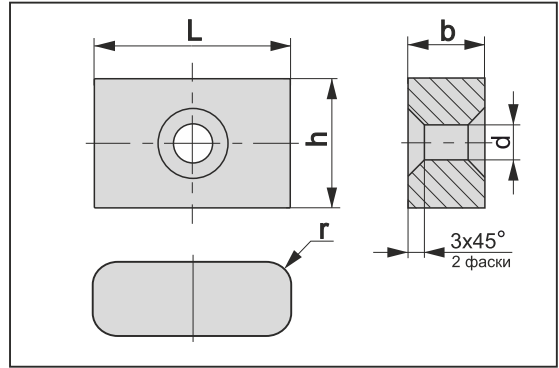
Размеры пластины	L	D	d ₁	h		
1212	12	7	4,4	12		



Форма	Обозначение ISO	KC25	KC35	T14K8	TC35EM	TP35DM	r мм
	RNUX-1212MO TN	+	●				-

LNUX

Размеры пластины	L	h	b	d		
3019	30	19	12	6,4		



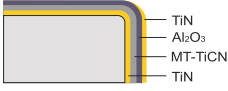

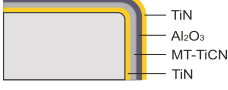

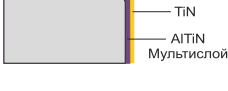





Форма	Обозначение ISO	KC25	KC35	T14K8	TC35EM	TP35DM	r мм
	LNUX-301940 TN02-P		●				4,0

+ - Изготовление после согласования объёма
 ● - Наличие на складе

ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ Ж/Д КОЛЕС И РЕЛЬСОВ

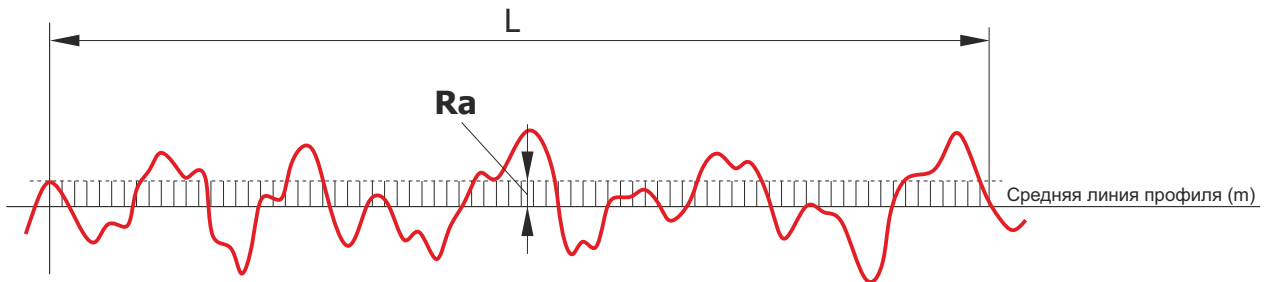
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Марки сплавов для ж/д пластин

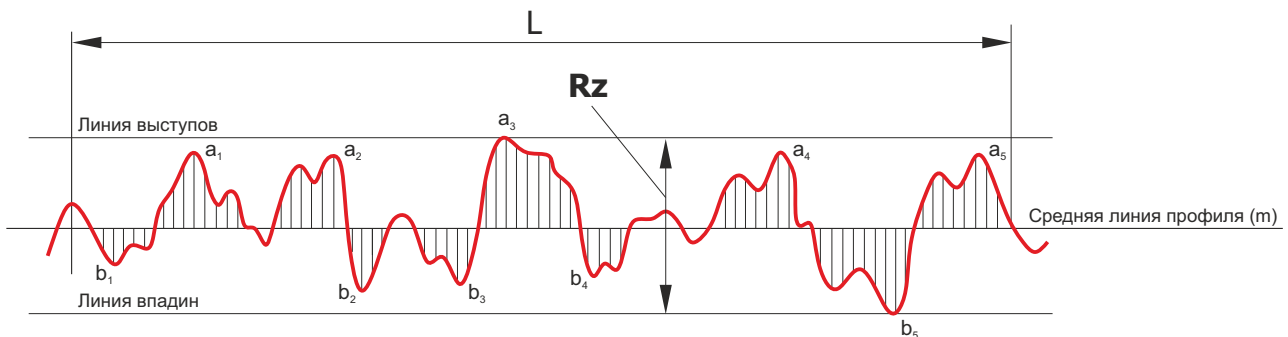
Сплав		Описание	Область применения																
Наименование	Вид покрытия		P	M	K	N	S	H	05	10	15	20	25	30	35	40	45		
TC20PT-P		Чистовая и получистовая обработка углеродистых при средней и высокой скорости резания, высокая износостойкость. В сочетании с прочными геометриями хорошо сопротивляется износу.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
TP20AM		Износостойкий среднезернистый сплав с легированной основой и мультислойным PVD покрытием. Первый выбор для лёгкой обработки материалов группы P.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
KC35PT		Среднезернистый легированный сплав для обработки колёсных пар. Износостойкая основа в сочетании с толстым CVD покрытием.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
TC35EM		Среднезернистый легированный сплав для фрезерования углеродистых и легированных сталей. В сочетании с прочной геометрией обеспечивает хорошую стойкость при ударных нагрузках.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
TP35DM		Износостойкий сплав для фрезерования рельсов. Хорошая индикация износа по задней поверхности.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
TC40EM		Сплав с прочной основой для сверления отверстий в рельсах при не стабильных условиях резания.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
KC25	Среднезернистый (TK) 	Среднезернистый сплав без износостойкого покрытия для обработки углеродистых и легированных сталей.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
KC35	Среднезернистый (ТТК) 	Среднезернистый износостойкий сплав без покрытия для получистовой и лёгкой черновой обработки легированных сталей на низких и средних скоростях резания.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
MC221	Среднезернистый (ТТК) 	Среднезернистый легированный износостойкий сплав без покрытия для чистовой обработки легированных сталей на низких и средних скоростях резания.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																
T14K8	Среднезернистый (TK) 	Сплав для получистового и чернового фрезерования углеродистых и легированных сталей.	P																
			M																
			K																
			N																
			S																
			H																

Шероховатость поверхности

Ra - Среднее арифметическое отклонение профиля или среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины (L).



Rz - Высота неровностей профиля по десяти точкам. Сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины (L).



Соответствие классов и параметров шероховатости

Класс шероховатости	▽1	▽2	▽3	▽4	▽5	▽6	▽7	▽8	▽9	▽10	▽11	▽12	▽13	▽14
Ra, мкм	80-40	40-20	20-10	10-5	5-2,5	2,5-1,25	1,25-0,63	0,63-0,32	0,32-0,16	0,16-0,08	0,08-0,04	0,04-0,02	0,02-0,01	0,01-0,008
	50√	25√	12,5√	6,3√	3,2√	1,6√	0,8√	0,4√	0,2√	0,1√	0,05√	0,025√	0,012√	0,01√
Rz, мкм	320-160	160-80	80-40	40-20	20-10	10-6,3	6,3-3,2	3,2-2,6	2,6-0,8	0,8-0,4	0,4-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,025
	Rz320√	Rz160√	Rz80√	Rz40√	Rz20√	Rz10√	Rz6,3√	Rz3,2√	Rz1,6√	Rz0,8√	Rz0,4√	Rz0,2√	Rz0,1√	Rz0,05√
Базовая длина L, мм	8		2,5		0,8		0,25			0,08				
Достижимый класс шероховатости при разных способах изготовления														
точение	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
строгание	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
фрезерование		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
фверление			✓	✓	✓	✓								
развёртывание							✓	✓	✓					
шлифование							✓	✓	✓	✓				
хонингование								✓	✓	✓	✓	✓		
притирка									✓	✓	✓	✓	✓	
полировка, тонкая доводка											✓	✓	✓	✓

Сравнительная таблица величин твёрдости

Предел прочности, МПа	Твёрдость		
	Роквелл HRC	Бринелль HB	Виккерс HV
350	-	105	105
362	-	110	110
382	-	115	115
402	-	120	120
410	-	125	125
430	-	130	130
450	-	135	135
470	-	140	140
480	-	145	145
500	-	150	150
520	-	155	155
530	-	160	160
550	-	165	165
565	-	170	170
580	-	175	175
600	-	180	180
620	-	185	185
640	-	190	190
650	-	195	195
665	-	200	200
685	-	205	205
695	-	210	210
715	-	215	215
735	-	220	220
745	-	225	225
765	-	230	230
785	-	235	235
795	-	240	240
815	21,2	245	245
835	22,1	250	250
855	23,0	255	255
865	23,9	260	260
880	24,8	265	265
900	25,6	270	270
910	26,4	275	275
930	27,2	280	280
950	28,0	285	285

Предел прочности, МПа	Твёрдость		
	Роквелл HRC	Бринелль HB	Виккерс HV
970	28,8	290	290
980	29,5	295	295
1000	30,2	300	300
1030	31,6	305	305
1060	33,0	310	310
1090	34,2	318	320
1120	35,3	328	330
1150	36,3	336	340
1180	37,2	344	350
1200	38,1	352	360
1230	38,9	360	370
1260	39,7	368	380
1290	40,5	376	390
1305	41,3	384	400
1335	42,1	392	410
1365	42,9	400	420
1385	43,7	408	430
1410	44,5	416	440
1440	45,3	425	450
1480	46,1	434	460
1510	47,0	443	470
1550	47,9	452	480
1590	48,4	456	490
1630	49,2	460	500
1660	49,8	475	510
1700	50,4	487	520
1745	51,2	495	530
1770	51,7	505	540
1805	52,2	514	550
1840	52,9	523	560
1880	53,6	533	570
1920	54,2	542	580
1950	54,7	550	590
1990	55,2	559	600
2025	55,7	570	610
2065	56,1	578	620
2100	56,7	585	630

Сравнительная таблица твёрдых сплавов с покрытием CVD

ISO	K3TC	Korloy	Dormer Pramet	ZCC-CT	Iscar	Sandvik	MKTC	Mitsubishi	Seco	Walter	Kyocera	Sumitomo	Taegutec Ingersoll	Tungaloy	Ceratizit	Widia	Kennametal
P01	-	-	T9310	YBC151 YBC152	IC428 IC8150 IC9150	GC4005 GC4205	CT15M	UE6105	TP0501	WPP01 WPP05	CA5505	AC810P AC700G	-	T9105	-	-	KCP05
P10	TC20PT TC20PT-P	NC3010	T9315	YBC251 YBC252	IC8150 IC8250	GC4315	CT25M 4225	UE6110 MY5015	TP1501	WPP10	CA5515	AC2000 AC820P	TT8115	T9115	CTCP115	WP15CT	KCP10
P20								UE6020 MC6025			KCP25						
P30	TC33PT TC33PT-P	NC3120 NC3220	T9325	YBC351 YBC352	IC8350 IC9250	GC4325	CT35M CU45	UE6035 UH6400	TP2501	WPP20	CA5525 CR9025	AC830P AC630M	TT8125 TT5100 TT8135 TT7100 TT8020	T9125	CTCP125	WP25CT	KCP30 KCP40
P40								MC7015 US7020			KCP25						
M10	TC20PT-P	NC9020 NC9025	6630 6640	YBM151 YBM153 YBM251 YBM253	6015 6025 IC8250 IC9250	GC2015	4225 1025	MC7015 US7020	TM2000	WAM10 WAM20	CA6515	AC610M	TT9215 TT9225	T9115 T9125 T6020	-	WM15CT	KCM15
M20								MC7025			KCM25						
M30	TC33PT-P TC40PT-P	NC9025	T7335	YBM51	IC8350 IC9350	GC2025	CT25M CT35M	U5735	TM4000 TP40	WAMB0	CA6525	AC630M	TT9235 TT7100	T6030	CTC2135	WM25CT	KCM25
M40								U5735			KCM35						
K01	BC20HT BC35HT	NC6210 NC315K	T5305	YBD052	IC5005 IC9007	GC3205	K10M	MC5005 UC5105	TK1001	WAK10	CA4505 CA4010	AC405K AC410K	TT1300	T5105	CTC3110	WK05CT	KCK05
K10								MC5015 UC5115			KCK15						
K20								IC9015 IC418			CA4115 CA420K						AC420K
K30	-	NC5330	-	YBD252	-	GC3215	K20M	-	-	WAK30	-	-	-	-	-	-	-

Сравнительная таблица твёрдых сплавов с покрытием PVD

ISO	K3TC	Korloy	Dormer Pramet	ZCC-CT	Iscar	Sandvik	MKTC	Mitsubishi	Seco	Walter	Kyocera	Sumitomo	Taegutec Ingersoll	Tungaloy	Ceratizit	Widia	Kennametal
P	P01	AP10AM	-	-	-	-	-	-	-	WSM10	PR1005 PR915	-	-	-	-	-	-
	P10	-	-	YBG202 YBG205	IC507 IC570 IC907 IC908	GC1525 GC1025 GC1125	-	VP10RT	TS2000	WSM20	PR930 PR1115	AC520U	-	AH710	-	WS10PT	KCU10 KC5010 KC5510
	P20	TP20AM	T8030	-	IC3028 IC1008	-	T35P	VP15TF VP20MF VP20RT	TS2500	WSM21 WSM30	PR1025	AC530U	TT8020	AH725 AH120 SH730 GH730	CTPM125	WS25PT	KCU25 KC5025 KC5525
	P30	TP35AM TP40AM	T8330	YBG302	IC3028 IC1008	-	-	VP15TF VP20MF VP20RT	CP500 CP600	-	PR660	-	-	AH740	-	-	-
M	M10	AP10AM	T6310 T8315	YBG202 YBG205	IC520N;IC520 IC507;IC570	GC1105 GC1115	-	VP10RT	CP200 TS2000	WSM10	PR915 PR930	AC510U EHZ10	TT5080	AH710	-	WS10PT	KCU10 KC5010 KC5510
	M20	TP20TT BP20TT	T8030	YBG302	IC530N;IC807 IC907;IC3028 IC1008	GC1125	T35P	VP15TF VP20MF VP20RT	CP500 TS2500	WSM20 WSM21 WSM30	PR1025 PR1125	AC520U AC530U	TT9080	AH725 AH630 AH120 GH330	CTPM125	WS25PT	KCU25 KC5025 KC5525
	M30	AP30AM BP35TT	T8330	-	-	GC2035	-	-	CP600	-	PR660	-	TT8020	AH645	-	-	-
	M40	-	T8345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	K01	AP10AM	T8315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K10	-	-	-	-	-	-	VP10RT	CP200 TS2000	-	-	-	-	GH110 AH110 AH710	-	WS10PT	KCU10 KC5010 KC5510
	K20	-	T8030 T8330	YBG202 YBG302	IC1008	-	-	VP15TF VP20RT	CP500 TS2500	-	-	-	-	AH725 AH120 GH730	-	WS25PT	KCU25 KC5025 KC5525
	K30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	S01	-	T8310	YBG102	-	-	-	MP9005	-	-	PR1305	-	TT5080	AH905	-	-	-
	S10	AP10AM	-	YG202 YBG205	IC507 IC807 IC907	GC1105 GC1115	-	MP9015 VP10RT	CP200 TS2000	WSM10	PR1310	AC510U	TT8020	SH730 AH110	CTP5110 CTP5115	WS10PT	KCU10 KC5010 KC5510
	S20	-	-	YBG302	IC3028	GC1125	-	VP15TF VP20RT	CP500 TS2500	WSM20 WSM21 WSM30	PR1325 PR1125	AC520U	-	AH120 AH725	-	WS25PT	KCU25 KC5025 KC5525
	S30	AP30AM	T8345	YBG302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Сравнительная таблица стружколомов

ISO	K3TC		Korloy	Dormer Pramet		ZCC-CT		Iscar		Sandvik		MKTC		Mitsubishi		Seco		Walter		Kyocera		Sumitomo		Taegutec Ingersoll		Tungaloy		Widia	
	0	+		0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+
Финишная	PF		VL VF VL	UR FF AL	SF R/L							41	FY FH FS PK R/L-FS R/L-F	FF1 FF2	NF3 PF4	CF	EFA EFL EGE	EFB EFC EFP EFK FW FX FY	FA FA	FA FA	TF 01								
	F1		VQ VC VB	UR FF FM FM 46 47 48	HF							43	SY LP SV SH SA R/L-1G	F1 MF2 MF5	NS6 PS5	GF XP CK ST DP F A	ESE ESU ELU ENK ESU ELU ENS	R/L-SD R/L-W EFM FC FM ELU ENS	FG FX FF GF GW SA	FG SF FX FF FC FM ELU ENS	TS TSF J10	PF PS J10							
Чистовая Wiper				W-F	WG		WF WG	WF WL WK	WF WL WK				SW	W-MF2 W-F2 W-MF2	NF	WP	ESEW ELUW	R/L-SDW ELUW	WS	AFW ASW									FW
Получистовая	M1	M5	VM C25	FM NM M 47 48	DM PM EM		PP TF GN	PM QM HM	PM UM TR-M			46	MP MA MH R/L-MV R/L-SR R/L-SN SMG	M3 M5 M6	NM4 NM6 NM9	HQ CQ CJ XQ B Y B C H	ESX EGE EGU EUX ENG	EMU ENF	MC FT PC VP ML MP MM MT	TM PS PF PM							MP MU		
	M3 M9 PR			W-M				W-MX	WF			49 85		MR6 MR7	NR6 NR8	GS CS PS HS PT GT HT 25R C	EME EMU EMX ENZ		WT	DM								MW	
Легкая черновая	PR	H5	HR	RM RM OR NR2	HR		GN NR HT HTW NM TNM	PR HR WR	PR UR WR			81 86	RP GH	R2 R4 R5 R57 R68 R7	PH PX XS D	ENP		RT HB RH(N) RX RH(N)	RA	TH TU 61									
	R2 R3 R4 R5 R6 R8 R9 R12				DR ER HDR							87	HX HV	RR6 RR93 RR94 RR9 RR96 RR97			EHG EHP		HT HD HY HZ										
Тяжелая черновая	R1 H1 H2 H3 H4		GH VH VT	OR SR																									

P

Сравнительная таблица стружколомов

ISO	K3TC	Korloy	Dormer Pramet	ZCC-CT	Iscar	Sandvik	MKTC	Mitsubishi		Seco	Walter	Kyocera	Sumitomo	Taegutec Ingersoll		Tungaloy	Widia	
								0	+					0	+			0
Негативная(0)/Позитивная(+)	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+
Финишная	F1	VF	UR FF	SF R/L	SF NF RF LF VL	MF UF	41	FM FV	FF1 FF2	NF4 PF4	MQ GU	EGE EFC FW FX FY	EA FA	TF	PF SS SM SS TS TM	FF UF 22 41	FP	
Чистовая	F3 F4 F6 F7	VP2	UR FM	SF DF EF NF	PF SM	MF UF	43	LM SH SV	F1 MF2 MF3 MF4	PS5	MQ	R/L-SD R/L-W EFM ESU ENS	FG FX FC GF GW FL SA					
Чистовая Wiper				WG		WF		LM GM	W-F1			ELUW R/L-SDW	WS WT			FW	FW	
Получистовая	M1 M2 M8 M9 MH	HS VP3	RM NM SI FM	EM DM NM	PP TF M3M	MM UM	46 45	MM GM	M5	NM4 PM5		EEX EUP EGE EGU ENG	PC MT	SM	PS PF PM	MR UM 4 CT MG	MP MU	
Получистовая Wiper						WMX			W-MF4			EGUW	WT			MW		
Легкая черновая	M9 R4						49 85				MS MU TK HU ST	EME EMU				MR		
Черновая	R3 R4 R6 R7 R8 R9 RS2	VM	RM NR RM OR RM NR2	ER HDR	M4MW MR HM	MRR WR	81 86	RM GH	R56 R6 R7 R8	NR4		ENP	ET RT HB RH(N)			RH UR 65 SR		
Тяжелая черновая			NR2 OR SR					HZ HXD	RR6 RR93 RR94 RR9 RR96 RR97			EHP	HT					

M

Сравнительная таблица стружколомов

ISO	K3TC		Korloy	Dormer Pramet	ZCC-CT		Iscar	Sandvik		MKTC		Mitsubishi		Seco	Walter	Kyocera	Sumitomo	Taegutec Ingersoll		Tungaloy	Widia
	0	+			0	+		0	+	0	+	0	+					0	+		
Чистовая	F2	HMP	UR	SF	GN	KF	UF	LK	MK												FP
	F3	B25	FF	HF	.MA	UF	43	41													FF
Чистовая Wiper	F4		46																		22
	F6		47																		41
Получистовая	F7		48																		
				WG		WF															FW
Получистовая Wiper	M1	C25	RM	PM	GN	KM	H	46	.MA												MP
	M3	GR	R		NR	QM															ML
Легкая черновая	M6		46		.MA	KR															MG
	M9		47																		MU
Черновая	M9		48																		
Тяжелая черновая	R1		W-M			WMX															
	R2																				
Черновая	R4																				
Тяжелая черновая	R10		OR	DR	HR	KRR	UR	81	RK												
			SR	.MA	.MA	WR	UR	86	GK												
Чистовая	H3	AK	OR	LH	NF	AL															
		HA	SR		AS	AS															
Получистовая	NF	AR	FF	LH	PP	AL															
			SI																		
Легкая черновая, черновая	NM		NM		12																
			NR2																		

K

N

Сравнительная таблица стружколомов

ISO	K3TC		Korloy		Dormer Pramet		ZCC-CT		Iscar		Sandvik		MKTC		Mitsubishi		Seco		Walter		Kyocera		Sumitomo		Taegutec Ingersoll		Tungaloy		Widia	
	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+
Чистовая	F1	F4	VP1 VP2	VP1 VP2	FF FM	UR FF FM	EF NF	EF NF	SF TF PP	PF	SF SGF	SF SGF	UF	FJ LS MJ	FJ	MF1	NF4 PF4 PS5	NF4 PF4 PS5	EEF ESU	FX FY	FA EA FG SF FX WS	FA EA FG FX GF GW FL SA	FA EA FG FX GF GW FL SA	FA EA FG FX GF GW FL SA	SA PS	SA PS	FS UF	FP 2 41		
	M2 M8 M9 MH		VP3	HMP	NM SI FM	RM 46 47 48	NM EM	NM EM	PP TF		SM SMR	SM SMR	45	MS	M1	NM4 PM5	NM4 PM5	EEX EUP EEG				VF ML MP EM MT WT	PC MT WT	PC MT WT	SA	SA	MS .NMP .NGP	MU		
Легкая черновая	M9 R4		VM					M4MW MR		SM SMR	SM SMR	49	UM	MR3 MR4		NR4		EME EMU		ESI	RT HB						UR			
Черновая	R4 R7 R8 RS2				RM NR2 R NR OR						SM SMR		UR	RS GJ																

S