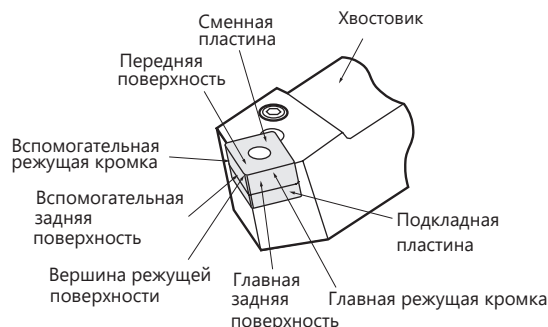
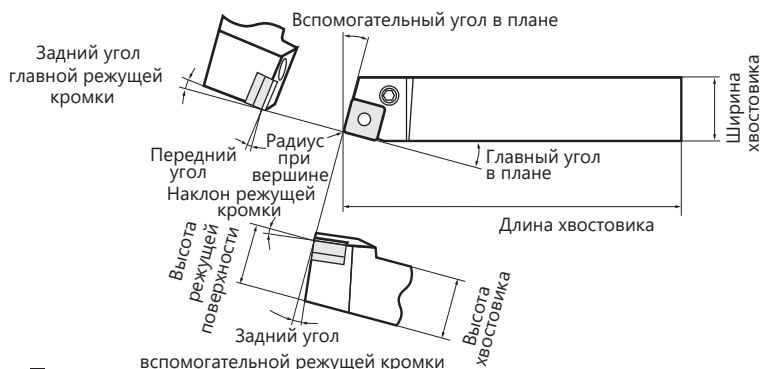
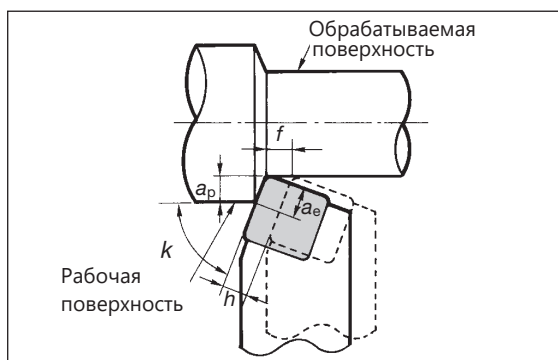


## Токарные инструменты

### Название частей инструментов

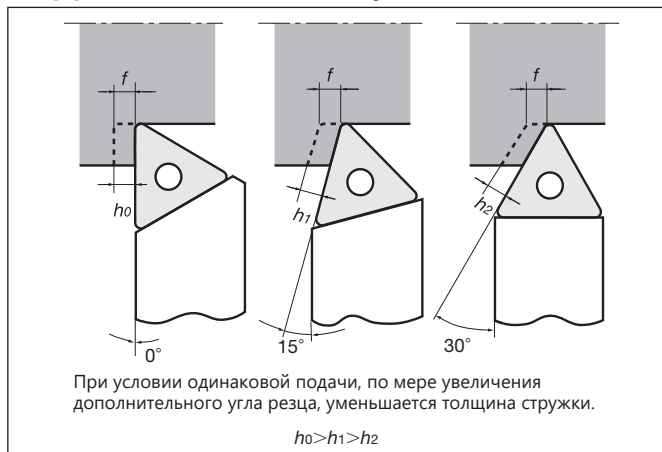


### Соотношения углов между инструментом и деталью



- $a_p$  ... Глубина резания (Расстояние между рабочей поверхностью и обрабатываемой поверхностью)
- $a_e$  ... Длина режущей кромки, участвующей в резании.
- $k$  ... Угол в плане (угол, образующийся между режущей кромкой и обрабатываемой поверхностью)
- $f$  ... Подача на оборот
- $h$  ... Толщина снятия за один оборот
- ...Обрабатываемая поверхность...Поверхность детали после обработки...
- Рабочая поверхность...Поверхность деталь подлежащая обработке.

### Эффект дополнительного угла в плане



### Режущая кромка

Сменные пластины ТАС из режущих сплавов стали имеют хонинг. Спецификация хонингования показана в таблице ниже.

Состояние грани	Форма
Острая кромка	
Круглая фаска	
Плоская фаска	

### Влияние геометрии инструмента на процесс резания

Увеличение	Процесс	Износ по задней поверхности	Лункообразование	Прочность кромки	Сила резания	Качество поверхности	Вибрация	Температура резания	Форма и отвод стружки
Наклон режущей кромки		-	Уменьшение	Ниже	Уменьшение радиальной силы	-	Менее вероятна	Ниже	Влияет на направление схода
Боковой передний угол		-	Уменьшение	Ниже	Уменьшение	-	-	Ниже	Влияет на форму
Задний угол		Уменьшение	-	Ниже	Уменьшение	-	Более вероятна	Ниже	-
Вспомогательный угол в плане		Уменьшение	-	Ниже	Уменьшение радиальной силы	Грубое	Менее вероятна	Ниже	-
Дополнительный угол в плане		Уменьшение	Уменьшение	Увеличение	Уменьшение радиальной силы	-	Более вероятна	Увеличение	Уменьшение толщины
Радиус вершины		Уменьшение до некоторого уровня	-	Увеличение	Увеличение	Улучшение	Более вероятна	Увеличение	Влияет на направление схода
Ширина упрочняющей фаски		Увеличение	-	Увеличение	Увеличение	-	Более вероятна	Увеличение	-

## Токарные инструменты

### Соотношение между силой и условиями резания в процессе обработки

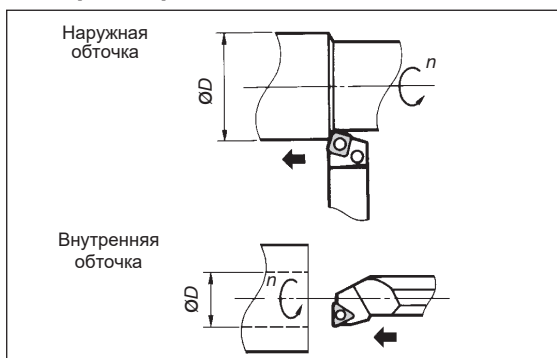
Условия	Серый чугун (HB130)	Нержавеющая сталь (HB145)	Углеродистая сталь (HB230)
Скорость резания и Сила резания $f = 0.2 \text{ мм/об.}$ $a_p = 2 \text{ мм}$ Дополнительный угол в плане $0^\circ$ Радиус вершины $r_\epsilon \in 0.4$			
Глубина резания и Сила резания $V_c = 100 \text{ м/мин}$ $f = 0.2 \text{ мм/об.}$ Дополнительный угол в плане $0^\circ$ Радиус при вершине $r_\epsilon \in 0.4$			
Подача и Сила резания $V_c = 100 \text{ м/мин}$ $a_p = 2 \text{ мм}$ Дополнительный угол в плане $0^\circ$ Радиус при вершине $r_\epsilon \in 0.4$			
Радиус вершины и Сила резания $V_c = 100 \text{ м/мин}$ $f = 0.2 \text{ мм/об}$ $a_p = 1.2 \text{ мм}$ Дополнительный угол в плане $0^\circ$			
Дополнительный угол в плане и Сила резания $V_c = 100 \text{ м/мин}$ $f = 0.2 \text{ мм/об.}$ $a_p = 2 \text{ мм}$ Радиус вершины $r_\epsilon \in 0.4$			
Передний угол и Сила резания $V_c = 100 \text{ м/мин}$ $f = 0.2 \text{ мм/об.}$ $a_p = 2 \text{ мм}$ Дополнительный угол в плане $0^\circ$ Радиус вершины $r_\epsilon \in 0.2$			

\*9.8Н = 1кгс

## Точение

### Расчетные формулы для токарной обработки

#### ●Скорость резания



При расчете скорости резания от числа оборотов:

$$V_c = \frac{\pi \times \varnothing D \times n}{1000}$$

$V_c$ : Скорость резания (м/мин)  
 $n$ : Число оборотов(об/мин)  
 $\varnothing D$ : Диаметр рабочей части(мм)  
 $\pi \approx 3.14$

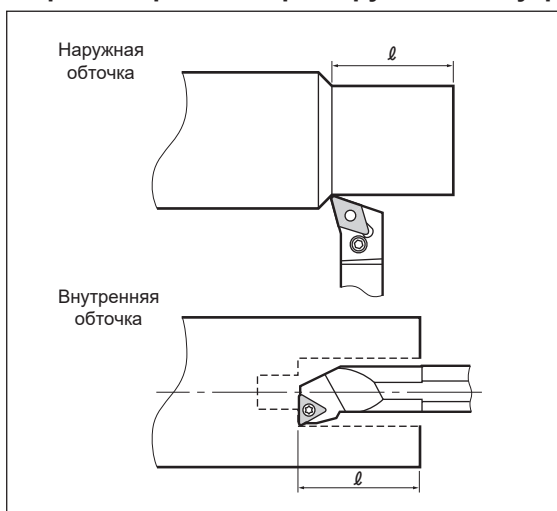
Расчет необходимых оборотов по скорости резания:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times \varnothing D}$$

Пример:Расчета скорости резания при оборотах 250 об/мин и диаметром заготовки 150 мм

$$V_c = \frac{3.14 \times 150 \times 250}{1000} = 117 \text{ м/мин}$$

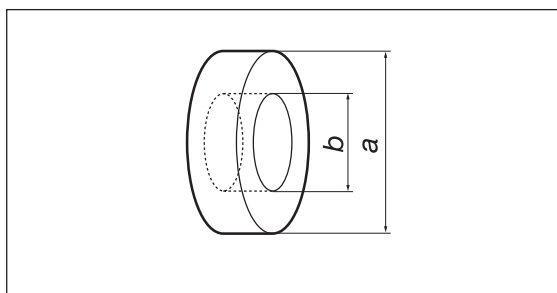
#### ●Время обработки при наружном и внутреннем точении



$$T = \frac{l}{f \times n} \text{ (мин)}$$

$T$ : Время резания(мин)  
 $l$ : Длина резания (мм)  
 $f$ : Подача (мм/об)  
 $n$ : Число оборотов (об/мин)

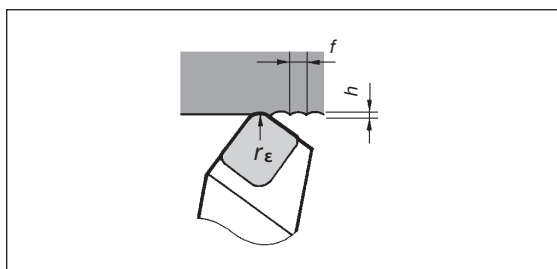
#### ●Время обработки при торцевом точении



$$T = \frac{\pi \times (a^2 - b^2)}{4000 \times v_c \times f} \text{ (мин)}$$

$v_c$ : Скорость резания (м/мин)  
 $f$ : Подача (мм/об)  
 $T$ : Время резания (мин)

#### ●Теоретическая шероховатость поверхности



$$h = \frac{f^2}{8r_\epsilon} \times 1000 \text{ (мкм)}$$

$h$ : Шероховатость поверхности (мкм)  
 $f$ : Подача (мм/об)  
 $r_\epsilon$ : Радиус пластины (мм)

#### ●Вычисление потребления энергии (кВт)

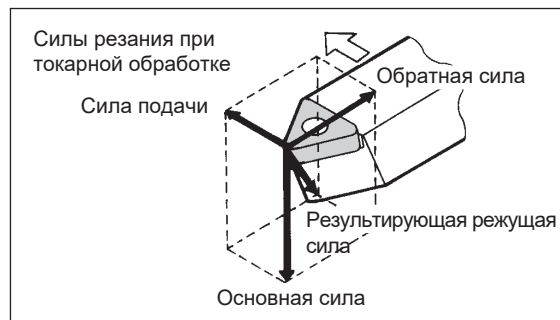
$$P_c = \frac{F \times v_c}{60000} \text{ (кВт)}$$

$P_c$ : Требуемая мощность (кВт)  
 $F$ : Режущая сила (N)  
 $v_c$ : Скорость резания (м/мин)

## Токарные инструменты

### ● Силы резания

- (1) Данные из диаграммы основанные на экспериментальных значениях.
- (2) В случае определения упрощённым уравнением:



$$F = k_c \times a_p \times f$$

(Н)

F : Сила резания (Н)  
 k<sub>c</sub> : Удельная сила резания (Н/мм<sup>2</sup>)  
 (обратите внимание на таблицу ниже)  
 a<sub>p</sub> : Глубина резания (мм)  
 f : Подача (мм/об)

Пример: расчет силы резания при  
 тчении  
 высокоуглеродистой стали (JIS  
 S55C)  
 at f = 0.2 мм/об и a<sub>p</sub> = 3 мм.  
 F = 3430 x 3 x 0.2 = 2058 Н

### ● Вычисление параметров мощности

$$P_c = \frac{k_c \times a_p \times v_c \times f}{60 \times 1000}$$

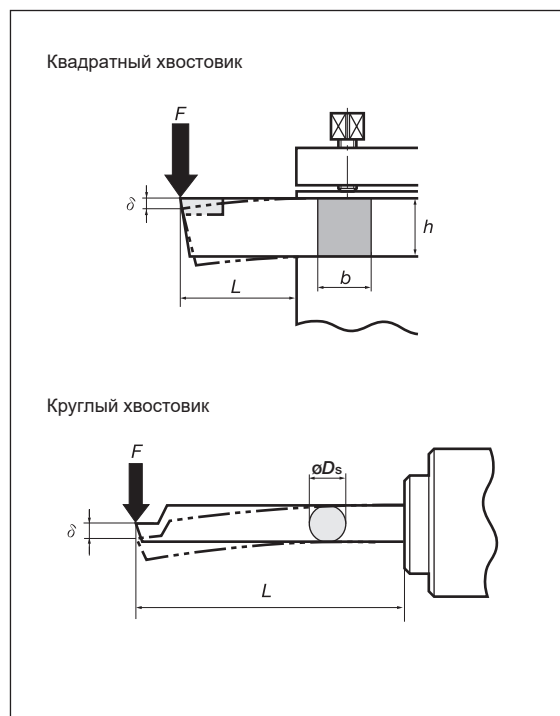
(кВт)

P<sub>c</sub> : Требуемая полезная мощность (кВт)  
 k<sub>c</sub> : Удельная сила резания (Н/мм<sup>2</sup>)  
 (обратите внимание на таблицу ниже)  
 v<sub>c</sub> : Скорость резания (м/мин)  
 a<sub>p</sub> : Глубина резания (мм)  
 f : Подача (мм/об)

## Характеристики материалов (k<sub>c</sub>)

Обрабатываемый материал (JIS)	Прочность на разрыв (МПа)	Твердость (HV)	Значение удельной силы резания от подачи k <sub>c</sub> (Н/мм <sup>2</sup> )				
			0.04 (мм/об)	0.1 (мм/об)	0.2 (мм/об)	0.4 (мм/об)	1.0 (мм/об)
SS400, S15C	390	100	3430	2840	2450	2080	1700
S35C, S40C	590	170	4220	3490	2940	2500	2080
S50C, SCr430	785	230	4900	4020	3430	2940	2400
SCM440, SNCM439	980	300	5390	4410	3780	3240	2650
SDK	1765 ( 56HRC )	56HRC	8390	6870	5880	5000	4120
FC200	( 160HV )	160	2550	1960	1630	1340	1030
FCD600	( 200HV )	200	3330	2550	2110	1750	1340
Алюминиевый сплав	( 89HV )	89	1350	1130	950	810	670
Алюминий			1050	870	740	640	520
Магниевый сплав			390	390	390	390	390
Латунь			1080	1080	1080	1080	1080

### ● Напряжение при изгибе и изгиб инструмента



#### Напряжение изгиба

##### (1) Квадратный хвостовик

$$S = \frac{6 \times F \times L}{b \times h^2}$$

(МПа)

S : Изгибное напряжение в хвостовике (МПа)  
 F : Режущая сила (Н)  
 L : Длина выноса инструмента (мм)  
 b : Ширина хвостовика (мм)  
 h : Высота хвостовика (мм)  
 ØDs : Диаметр хвостовика (мм)  
 E : Модуль упругости материала хвостовика (МПа)

##### (2) Круглый хвостовик

$$S = \frac{32 \times F \times L}{\pi \times \delta S^3}$$

(МПа)

#### Отклонение вершины резца (мм)

##### (1) Квадратный хвостовик

$$\delta = \frac{4 \times F \times L^3}{E \times b \times h^3}$$

(мм)

##### (2) Круглый хвостовик

$$\delta = \frac{64 \times F \times L^3}{3 \times \pi \times E \times \delta S^4}$$

(мм)

(Справочные) значения E

Материал	МПа (Н/мм <sup>2</sup> )	{кгс/мм <sup>2</sup> }
Сталь	210,000	21,000
Твердый сплав	560,000~620,000	56,000~62,000

## Токарные инструменты

### Разрешение проблем, возникающих при токарной обработке

Типичные поломки инструмента		Меры по устранению		
		Сплав инструмента	Условия резания	Геометрия инструмента
Износ по задней поверхности		<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более износостойкий сплав.</li> </ul> <p><b>P, M, K30 → 20 → 10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания.</li> <li>Перейти на более подходящую подачу.</li> <li>Применять СОЖ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> <li>Увеличить задний угол</li> <li>Увеличить вспомогательный угол в плане</li> <li>Увеличить радиус при вершине</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> <li>Увеличить передний угол</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более износостойкий сплав.</li> </ul> <p><b>P, M, K30 → 20 → 10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания.</li> <li>Понизить подачу.</li> <li>Уменьшить глубину резания.</li> <li>Применять СОЖ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать соответствующий стружколом.</li> <li>Увеличить вспомогательный угол в плане</li> <li>Увеличить радиус закругления вершины</li> </ul>
Износ желобком		<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбрать более износостойкий сплав.</li> </ul> <p><b>P, M, K30 → 20 → 10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания.</li> <li>Понизить подачу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Увеличить дополнительный угол</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> <li>Сменить на термостойкие сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Понизить подачу</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Улучшить жесткость крепления рабочей детали и инструмента</li> <li>Уменьшить длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить передний угол.</li> <li>Выбрать стружколом с высокой прочностью кромки</li> <li>Увеличить ширину усиливающей фаски</li> <li>Увеличить дополнительный угол</li> <li>Выберите больший размер хвостовика</li> <li>Увеличить радиус закругления вершины угла</li> </ul>
Выкрашивание		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> <li>Уменьшить глубину резания.</li> <li>Улучшить жесткость крепления рабочей детали и инструмента.</li> <li>Уменьшить длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить передний угол.</li> <li>Выбрать стружколом с высокой прочностью кромки</li> <li>Увеличить ширину усиливающей фаски</li> <li>Увеличить дополнительный угол</li> <li>Выбрать хвостовик большего размера</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить передний угол.</li> <li>Увеличить радиус закругления вершины угла</li> <li>Увеличить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
Отслаивание		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить передний угол.</li> <li>Увеличить радиус закругления вершины угла</li> <li>Увеличить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K30 → 20 → 10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Перейти на более подходящую подачу</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Подача СОЖ в достаточном объеме</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить задний угол</li> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Уменьшить радиус закругления</li> <li>Уменьшить дополнительный угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> </ul>
Напильные стружки		<ul style="list-style-type: none"> <li>Выберите сплав имеющий низкую тенденцию к слипанию с рабочим материалом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Повысить скорость резания</li> <li>Повысить подачу</li> <li>Сменить на водонерастворимую СОЖ.</li> <li>Применять СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> </ul>
		<p><b>Спеченный карбид</b> <b>Твердый сплав с покрытием</b> <b>или металлокерамика</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
Нарост на грани		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> <li>Сменить на термостойкие сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> <li>Сменить на резание без СОЖ</li> <li>Подача СОЖ в достаточном объеме</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Сменить на водонерастворимую СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> <li>Сменить на термостойкие сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> <li>Сменить на резание без СОЖ</li> <li>Подача СОЖ в достаточном объеме</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Сменить на водонерастворимую СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
Термические трещины		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> <li>Сменить на термостойкие сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> <li>Сменить на резание без СОЖ</li> <li>Подача СОЖ в достаточном объеме</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Сменить на водонерастворимую СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Сменить на более прочные сплавы.</li> <li>Сменить на термостойкие сплавы.</li> </ul> <p><b>P, M, K10 → 20 → 30</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снизить скорость резания</li> <li>Понизить подачу</li> <li>Сменить на резание без СОЖ</li> <li>Подача СОЖ в достаточном объеме</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Сменить на водонерастворимую СОЖ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить передний угол</li> <li>Выбрать стружколом с хорошим стружкоотводом</li> <li>Уменьшить ширину усиливающей фаски</li> </ul>

## Токарные инструменты

Проблема	Причина	Меры по устранению	
		Инструмент	Условия резки и другое
Деградирующая шероховатость поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Повышенный износ инструмента</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выберите более износостойкий сплав</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом</li> <li>Используйте пластину с большим радиусом вершины</li> <li>Используйте более острую пластину</li> <li>Используйте пластину с ближайшей погрешностью(От класса М до класса G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Установите правильную подачу</li> <li>Понижьте скорость резания</li> <li>Выберите стружколом с высокой режущей</li> <li>Используйте СОЖ</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выкрашивание</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте более прочный сплав</li> <li>Используйте стружколом с высокой прочностью режущих граней</li> <li>Увеличьте дополнительный угол в плане</li> <li>Используйте хвостовик большего размера</li> <li>Используйте более острую геометрию пластины</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Понижить подачу</li> <li>Использовать более жесткий станок</li> <li>Улучшить жёсткость крепления инструмента и рабочей детали</li> <li>Сократить длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Налипание стружки</li> <li>Нарост на грани</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выберите сплав с меньшей степенью вступления в реакцию с рабочим материалом</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом</li> <li>Выберите стружколом с большой режущей способностью</li> <li>Используйте более острую пластину.</li> <li>Используйте пластину с ближайшей погрешностью(От класса М до класса G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить скорость резания</li> <li>Повысить подачу</li> <li>Используйте водонерастворимую СОЖ</li> <li>Используйте СОЖ</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Колебание и вибрация</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте более прочный сплав</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом</li> <li>Выберите стружколом с высокой режущей способностью</li> <li>Используйте пластину с меньшим радиусом вершины</li> <li>Уменьшить дополнительный угол в плане</li> <li>Используйте пластину с более острой геометрией</li> <li>Используйте хвостовик большего размера</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте правильную скорость резания</li> <li>Понижить подачу</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> <li>Улучшить жёсткость крепления инструмента и рабочей детали</li> <li>Сократите длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>
Деградирующая размерная точность	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильная точность пластины</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте пластину с ближайшей погрешностью (От класса М до класса G)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неполное взаимодействие инструмента и рабочей детали</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте пластину с большим передним углом.</li> <li>Используйте стружколом с большой режущей способностью.</li> <li>Используйте пластину с меньшим радиусом вершины.</li> <li>Используйте пластину с более лёгким хонингом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшить жёсткость крепления инструмента и рабочей детали</li> <li>Сократить длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>
Возникновение заусенцев	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неподходящая скорость резания</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить скорость резания</li> <li>Повысить подачу</li> <li>Использовать СОЖ</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Изношенный инструмент или неправильная геометрия режущей грани.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте более твёрдый сплав.</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом.</li> <li>Используйте стружколом с большей режущей способностью.</li> <li>Уменьшить дополнительный угол в плане.</li> <li>Используйте пластину с меньшим радиусом вершины.</li> <li>Используйте больший размер державки</li> <li>Используйте пластину с более острой геометрией.</li> </ul>	
Разрыв грани	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильная скорость резания</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Понижить подачу</li> <li>Уменьшить глубину резания</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Изношенный инструмент или неправильная геометрия режущей кромки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте более твёрдый сплав.</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом.</li> <li>Используйте стружколом с большей режущей способностью.</li> <li>Увеличьте дополнительный угол в плане.</li> <li>Используйте пластину с большим радиусом вершины.</li> <li>Используйте пластину с более острой геометрией.</li> <li>Используйте хвостовик большего размера.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшить жёсткость крепления инструмента и рабочей детали</li> <li>Сократить длину выноса державки</li> <li>Уменьшить люфт станка</li> </ul>
Рыхлая шероховатость поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильные условия резания</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Повысить скорость резания</li> <li>Выбрать правильную подачу</li> <li>Использовать водонерастворимую СОЖ</li> <li>Использовать СОЖ</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Изношенный инструмент или неправильная геометрия режущей грани</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Используйте более твёрдый сплав.</li> <li>Выберите сплав с меньшей степенью вступления в реакцию с рабочим материалом.</li> <li>Используйте пластину с большим передним углом.</li> <li>Выберите стружколом с большой режущей способностью.</li> <li>Используйте пластину с более острой геометрией</li> </ul>	

## Стружколомы

### Отвод стружки

Необходимость отвода стружки



- ① Зачем необходим контроль отвода стружки?
- ② Эффекты неправильного отвода стружки

#### ① Зачем необходим контроль отвода стружки?

Что такое стружка?



При изготовления продукции из заготовки, продукты обработки, образуемые инструментом установленным на конкретную глубину резания при относительном движении инструмента и рабочей детали, называют стружкой.

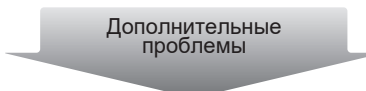
Проблемы при неправильном отводе стружке



Контроль стружколома (проблемы и неполадки)

Проблема	Неполадки
1. Разлетание стружки и охлаждающей жидкости. 2. Скапливание стружки вокруг детали и инструмента 3. Накопление на инструменте, зажимах и шпинделях.	1. Блокировка автоматизированного производства 2. Снижение скорости и эффективности работы 3. Ухудшение качества продукции 4. Проблемы безопасности 5. Сокращение срока службы инструмента

Дополнительные проблемы



#### ② Влияние на работу при плохом отводе стружки

Эффект на качестве

- Дефекты работы
- Дефекты качества поверхности
- Наматывание стружки

Эффект на эксплуатации

- Увеличивающееся кол-во человеко-часов на управление
- Увеличенная стоимость инструмента
- Проблематичное управление стружкой
- Остановка станка и понижение эксплуатационной производительности.

Эффект на безопасности и здоровье

- Пятна и повреждения на станке причинённые неправильным отводом стружки.
- Опасные последствия для тела человека. (Травмы и ожоги на руках, т.п.)

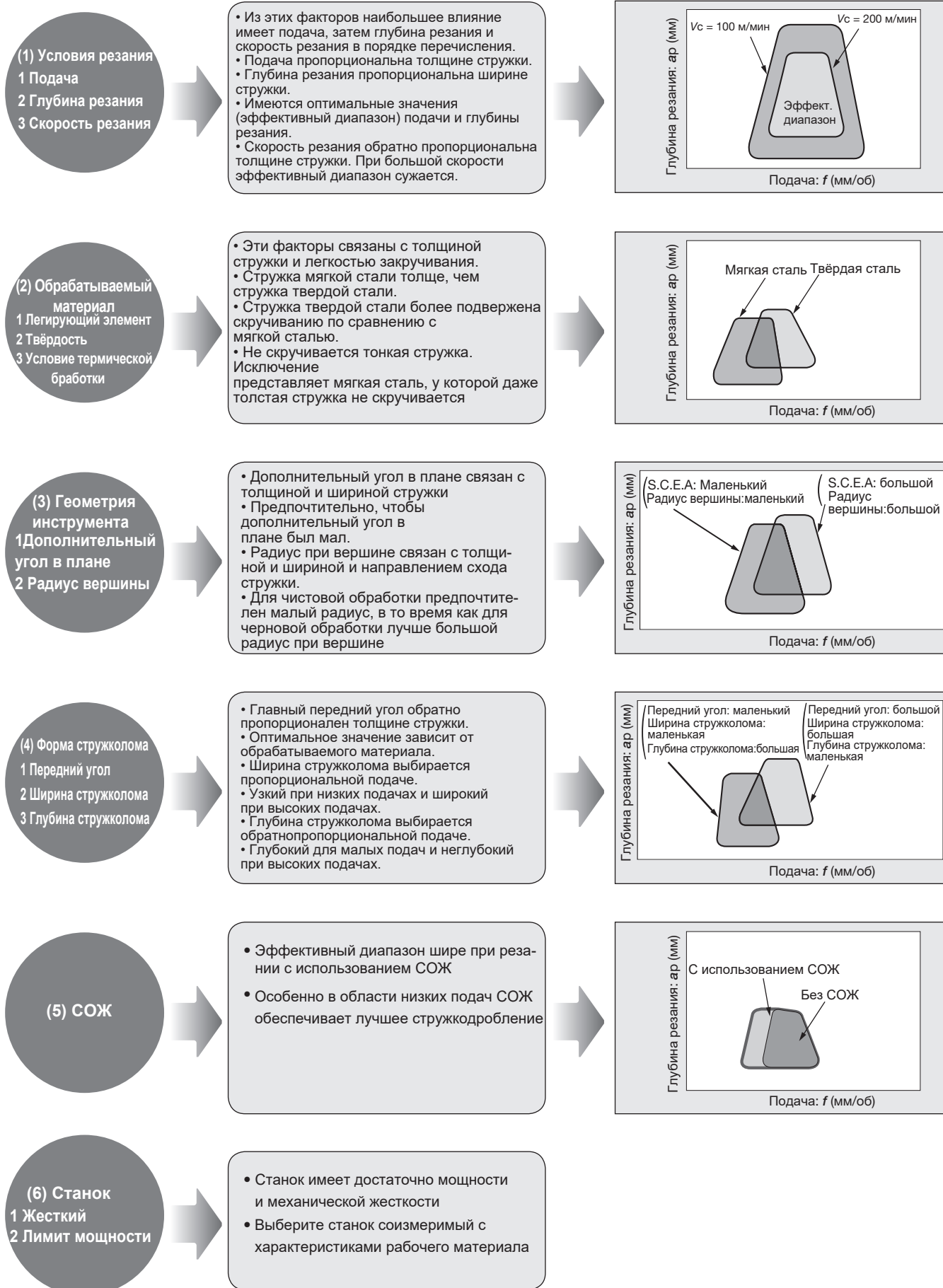
Эффективные меры

“Стружколом”

Классификация	Форма стружки		Описание формы стружки	Приемлемость	Эффект
	Глубина резания: малая	Глубина резания: большая			
Форма А			Запутанная стружка	Не приемлемо	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наматывание вокруг инструмента или рабочей детали, накопление вокруг точки резки, снижение производительности</li> <li>• Возможное повреждение обрабатываемой поверхности</li> </ul>
Форма В			Длинная непрерывная спиральная стружка $l > 50$ мм	Приемлемо	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неудобство при транспортировке по автоматизированной линии</li> <li>• Может быть предпочтительным в случае если станок обслуживается одним оператором</li> </ul>
Форма С			Короткая спиральная стружка $l < 50$ мм		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Равномерный отвод стружки</li> <li>• Малый разброс</li> <li>• Предпочтительная форма</li> </ul>
Форма D			Стружка в форме “С” или “9” (приблизительно один виток)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предпочтительная форма в случае отсутствия разброса</li> <li>• Не громоздкая и легко транспортируемая</li> </ul>
Форма E			Чрезмерно ломанная стружка. Тонкие кусочки или соединённые в волнистой форме, как показано на рисунке слева	Не приемлемо	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Легкость разброса. Если разброс является единственной проблемой, это может быть приемлемо, ввиду возможности использования защитного кожуха, и т.п.</li> <li>• Имеет склонность к возникновению вибрации, причиняя вред качеству шероховатости поверхности или сроку службы инструмента.</li> </ul>

## Стружколомы

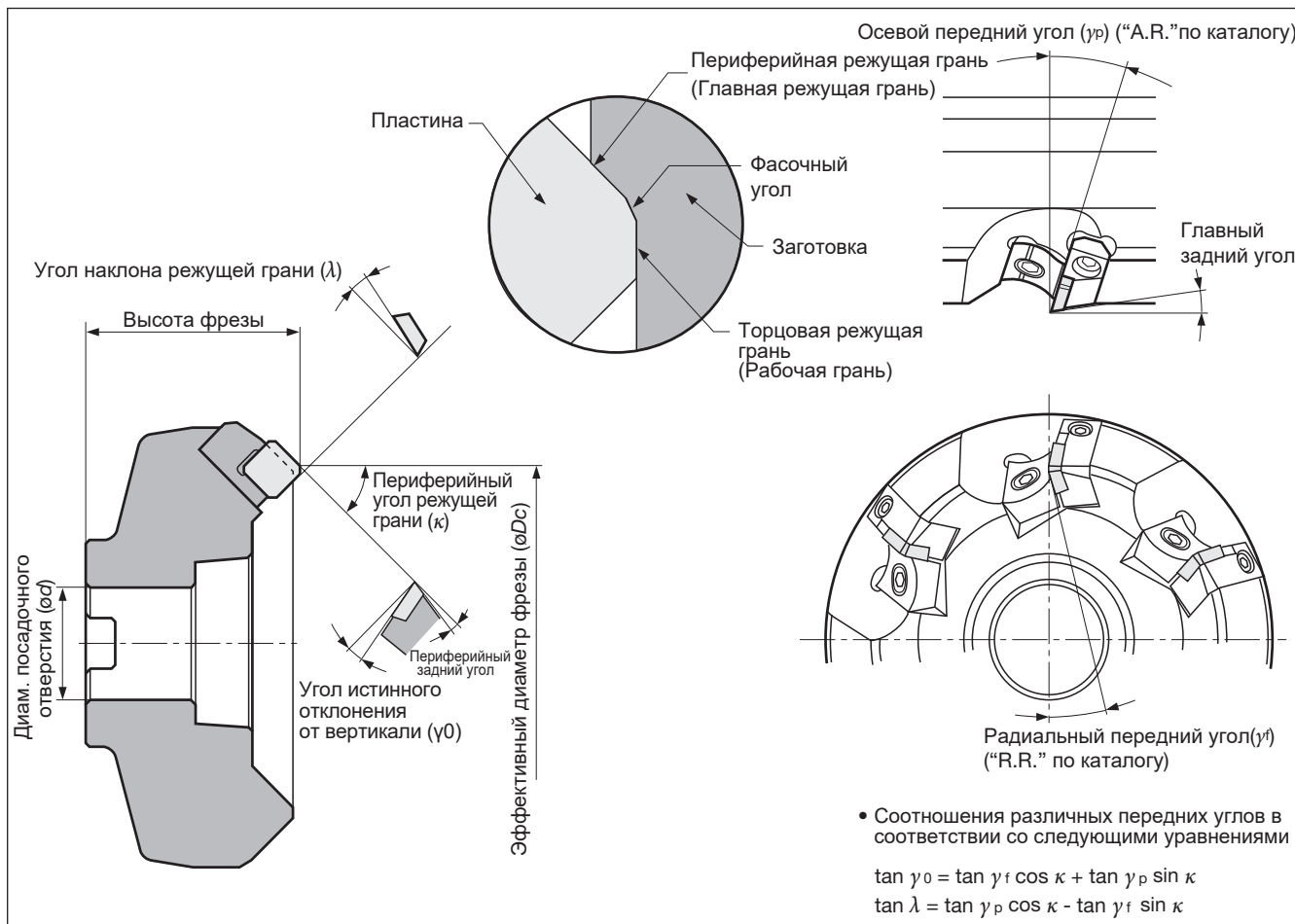
### Факторы влияющие на отвод стружки





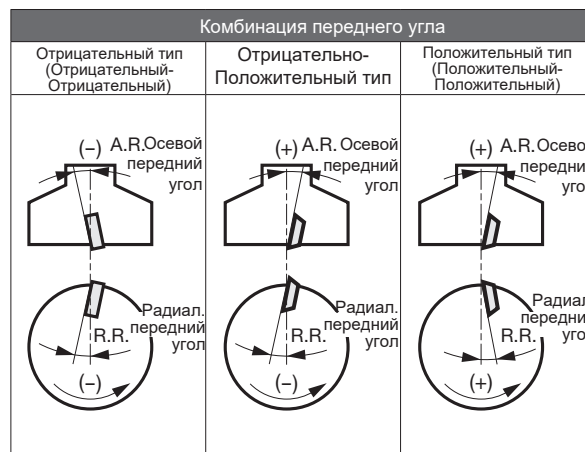
## Фрезерные инструменты

### Классификация торцевых фрез



### Геометрия и применение фрезы

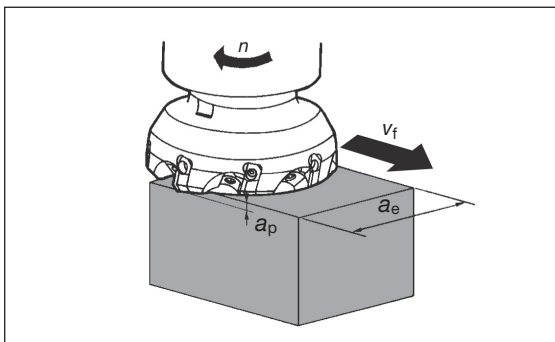
Обрабатываемый материал		Комбинация переднего угла и применимости		
		Отрицат.- Отрицат.	Отрицат.- Положит.	Положит.- Положит.
Формы режущей грани	$\gamma_p$ (A.R.)	-	+	+
	$\gamma_r$ (R.R.)	-	-	+
	$\gamma_0$	-	+	+
Обрабатываемый материал	Углеродистые стали, легированные стали (< 300HB)	△	○	◎
	Нержавеющие стали (< 300HB)	×	◎	○
	Штампованные стали (< 300HB)	△	◎	○
	Чугун, Ковкий чугун	◎	○	○
	Алюминиевые сплавы	×	○	◎
	Медь и медные сплавы	×	○	◎
	Титан и титановые сплавы	×	○	○
	Закалённые стали (40 ~ 55HRC)	○	○	×
Свойства		•Более высокая прочность режущей грани •Много используемых углов пластины	•Отличный отвод стружки •Более высокая прочность режущей грани и режущие свойства.	•Наиболее превосходные режущие свойства
Типичные примеры фрез TAC		TGN4200 DoPent	TAW13 TME4400 TMD4400	THF4000 THE4000



## Фрезерные инструменты

### Вычислительные формулы для фрезерования

#### ● Скорость резания



#### ● Скорость резания (Вычисляется от числа оборотов)

$$V_c = \frac{\pi \times \phi D_c \times n}{1000}$$

(м/мин)

$V_c$  : Скорость резания (м/мин)  
 $\phi D_c$  : Эффект. диаметр(мм)  
 $n$  : Число оборотов (об/мин)  
 $\pi \approx 3.14$

#### ● Число оборотов (вычисляется от скорости резания)

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times \phi D_c}$$

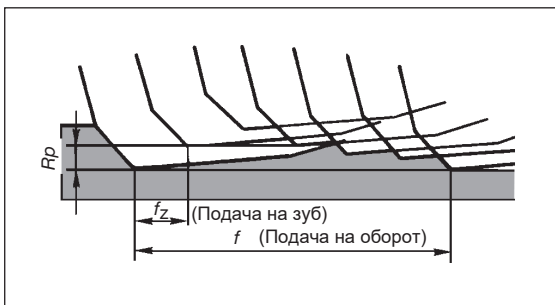
(об/мин)

#### ● Скорость подачи и подача на зуб

$$V_f = f_z \times z \times n$$

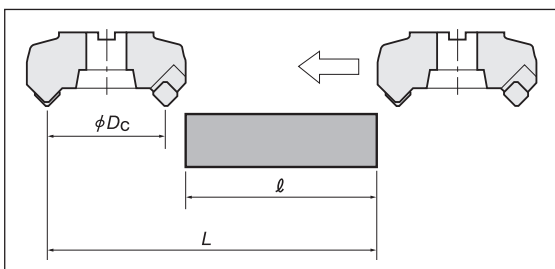
(мм/мин)

$V_f$  : Скорость подачи(мм/мин)  
 $f_z$  : Подача на зуб (мм/зуб)  
 $z$  : Кол-во зубьев на фрезе  
 $n$  : Число оборотов (об/мин)



Подача - это относительная скорость фрезы и обрабатываемого материала, а на обычных фрезерных станках это скорость стола. При фрезеровании очень важна подачи на зуб. Рекомендуемые условия резания выражаются величинами  $V_c$  и  $f_z$  и, используя вышеприведенное уравнение, вычисляем значение  $n$  и  $V_f$ , после чего устанавливаем эти значения на станке.

#### ● Время обработки при торцевом фрезеровании

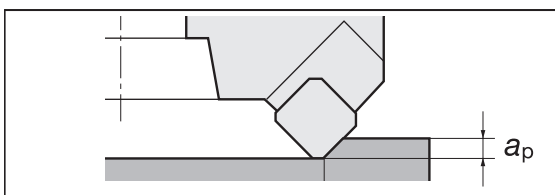


$$T = \frac{L}{V_f}$$

(мин)

$T$  : Время обработки (мин)  
 Общая длина подачи стола  
 ( $l$  : Длина рабочих деталей (мм) +  $\phi D_c$  :  
 Эффективный диаметр фрезы (мм)  
 $V_f$  : Скорость подачи (мм/мин)

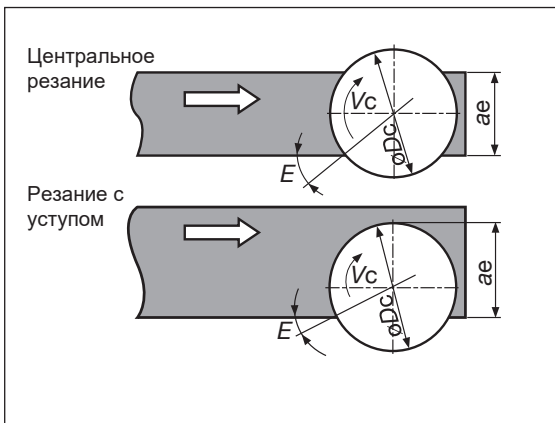
#### Глубина и ширина резания



#### ● Глубина резания

Определить по требуемым припускам на обработку и допустимой нагрузке станка. В случае фрезы ТАС имеются пределы резания в зависимости от формы и размеров пластин. Смотрите спецификацию по каталогу.

$a_p$  : Глубина резания (мм)



#### ● Ширина резания и угол зацепления

Существует оптимальный угол зацепления, зависящий от диаметра фрезы, расположения, обрабатываемого материала и т.п., и обычно значения в ниже приведенной таблице используются в качестве ориентировочных.

$\phi D_c$  : Диаметр фрезы(мм)  
 $E$  : Угол зацепления  
 $a_e$  : Ширина резания (мм)

Центральное резание			Резание с уступом		
Обработ. материал	Приемлемый E	Диам. фрезы и ae	Обработ. материал	Приемлемый E	Диам. фрезы и ae
Сталь	~ 42°	$a_e \approx \frac{2}{3} \phi D_c$	Сталь	~ 30°	$a_e \approx \frac{3}{5} \phi D_c$
Чугун	~ 53°	$a_e \approx \frac{4}{5} \phi D_c$	Чугун	~ 40°	$a_e \approx \frac{3}{4} \phi D_c$

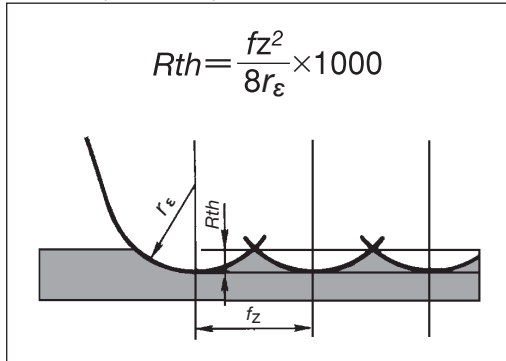
## Фрезерные инструменты

### Шероховатость обработанной поверхности

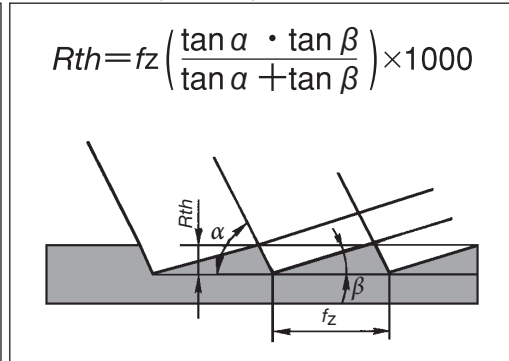
#### (1) Теоретическая шероховатость поверхности

Теоретическая шероховатость как показано ниже, такая же, как при точении токарным резцом с одной вершиной.

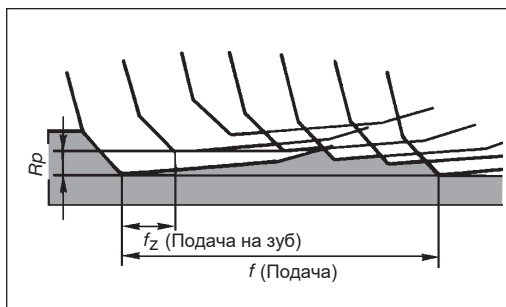
● С радиусом закругления вершины  $r_\epsilon$



● Без радиуса закругления вершины  $r_\epsilon$



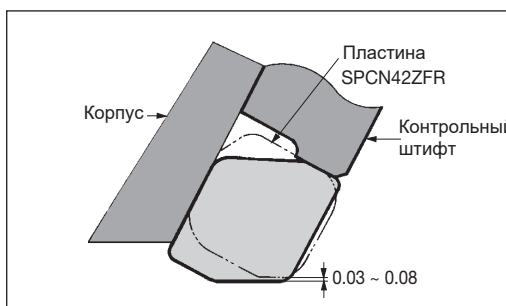
$R_{th}$  : Теоретическая шероховатость (мкм)  
 $f_z$  : Подача на зуб(мм/зуб)  
 $r_\epsilon$  : Радиус при вершине(мм)  
 $\alpha$  : Главный угол в плане  
 $\beta$  : Дополнительный угол в плане



#### (2) Практическая шероховатость поверхности

Однако, при практическом фрезеровании в связи с множеством зубьев имеет место различие предельных размеров режущих кромок. Максимальное различие называется «биением». При торцовом фрезеровании шероховатость чистой поверхности, как показано слева, хуже, чем при точении токарным резцом с одной вершиной. В случае, когда выступает только один зуб, она будет иметь сходное качество с поверхностью, обработанной токарным резцом с одной вершиной, как показано выше, но с большим значением  $f$  (мм/об) для  $f_z$  (мм/зуб).

### Улучшение шероховатости поверхности



Предпочтительно минимизировать торцевое биение и обеспечивать малую подачу при высокой скорости. Кроме того, для достижения хорошей чистой поверхности при высокой эффективности могут использоваться следующие методы:

- (1) В случае с обыкновенной фрезой ТАС Используйте вайперную пластину как показано на рисунке слева.
- (2) Используйте супер финишную фрезу ТАС для чистовой отделки.
  - Используйте комбинацию фрез ТАС с финишной пластиной, таких как, TFD4400-А и TFP4000I
  - Используйте супер финишные фрезы ТАС для чистовой отделки, такие как, фрезы NMS и SFP4000 т.п.

## Фрезерные инструменты

### Расчет потребляемой мощности

$$P_c = \frac{k_c \times a_p \times a_e \times V_f}{60 \times 1000 \times 1000}$$

Так как практическая потребляемая мощность зависит от типа фрезы ТАС (пропорциональна величине угла истинного отклонения от вертикали) и КПД двигателя используемого станка, рассчитанный результат из приведенной выше формулы можно рассматривать как грубо приближительное.

$P_c$  : Требуемая полезная мощность (кВт)

$k_c$  : Удельная сила резания (Н/мм<sup>2</sup>)

(Обратите внимание на таблицу ниже)

$a_p$  : Глубина резания (мм)

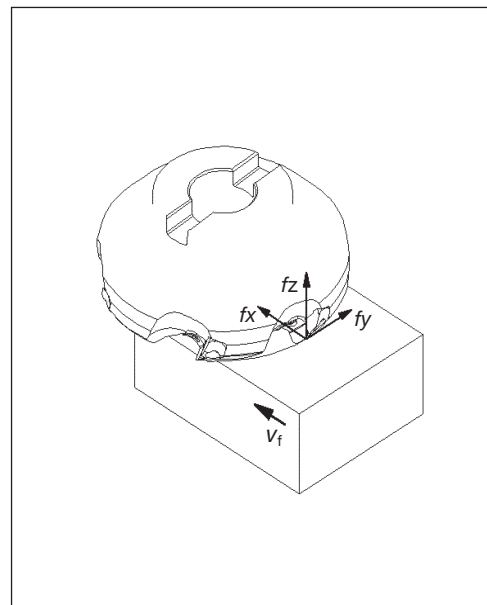
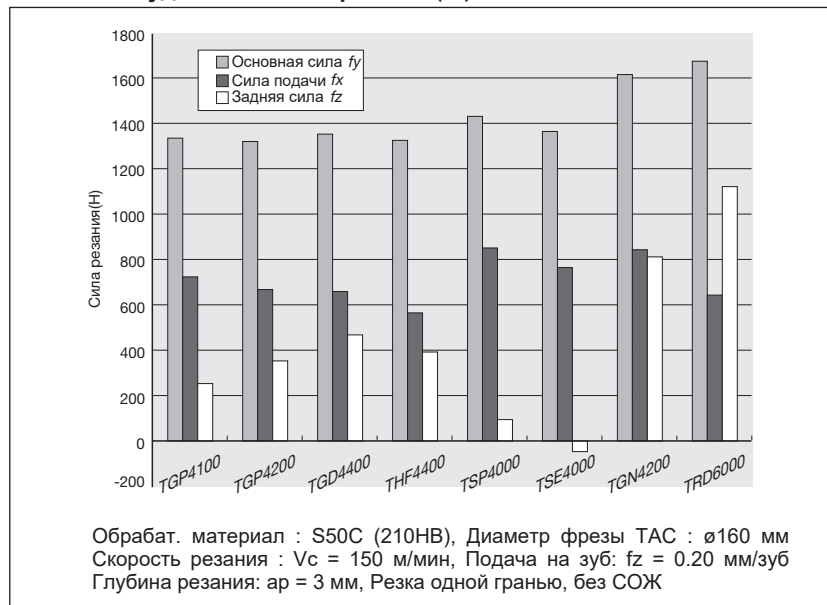
$a_e$  : Ширина резания (мм)

$V_f$  : Подача стола (мм/мин)

### Значения конкретной режущей силы ( $k_c$ )

Обрабат. материал (JIS)	Прочность на разрыв МПа	Значения конкретной режущей силы в подаче на зуб $k_c$ (Н/мм <sup>2</sup> )				
		0.1 (мм/зуб)	0.15 (мм/зуб)	0.2 (мм/зуб)	0.3 (мм/зуб)	0.4 (мм/зуб)
SS400	520	2150	2000	1900	1750	1650
S55C	770	1970	1860	1800	1760	1620
SCM435	730	2450	2350	2200	1980	1710
SKT4	(HB352)	2030	2010	1810	1680	1590
SC450	520	2710	2530	2410	2240	2120
FC250	(HB200)	1660	1450	1320	1150	1030
Al (Si)	200	660	580	522	460	410
Brass	500	1090	960	877	760	680

### Значения удельной силы резания ( $k_c$ )



### Конверсия от скорости резания до числа оборотов

(Ед. изм. об/мин)

Диам. фрезы $\phi D_c$ (мм)	Скорость резания $V_c$ (м/мин)												
	10	30	50	100	125	150	200	300	500	800	1,000	2,000	4,000
10	318	955	1,592	3,184	3,980	4,777	6,369	9,554	15,923	25,477	31,847	63,694	127,388
12	265	796	1,326	2,653	3,317	3,980	5,307	7,961	13,269	21,231	26,539	53,078	106,157
16	199	597	995	1,990	2,488	2,985	3,980	5,971	9,952	15,923	19,904	39,808	79,617
20	159	477	796	1,592	1,990	2,388	3,184	4,777	7,961	12,738	15,923	31,847	63,694
25	127	382	636	1,273	1,592	1,910	2,547	3,821	6,369	10,191	12,738	25,477	50,955
30	106	318	530	1,061	1,326	1,592	2,123	3,184	5,307	8,492	10,615	21,231	42,462
32	99	298	497	995	1,244	1,492	1,990	2,985	4,976	7,961	9,952	19,904	39,808
35	90	272	454	909	1,137	1,364	1,819	2,729	4,549	7,279	9,099	18,198	36,396
40	79	238	398	796	995	1,194	1,592	2,388	3,980	6,369	7,961	15,923	31,847
50	63	191	318	636	796	955	1,273	1,910	3,184	5,095	6,369	12,738	25,477
63	50	151	252	505	631	758	1,011	1,516	2,527	4,044	5,055	10,110	20,220
80	39	119	199	398	497	597	796	1,194	1,990	3,184	3,980	7,961	15,923
100	31	95	159	318	398	477	636	955	1,592	2,547	3,184	6,369	12,738
125	25	76	127	254	318	382	509	764	1,273	2,038	2,547	5,095	10,191
160	19	59	99	199	248	298	398	597	995	1,592	1,990	3,980	7,961
200	15	47	79	159	199	238	318	477	796	1,273	1,592	3,184	6,369
250	12	38	63	127	159	191	254	382	636	1,019	1,273	2,547	5,095
315	10	30	50	101	126	151	202	303	505	808	1,011	2,022	4,044

Примечание: В данной таблице не учтены эффекты центробежной силы, баланса вращения инструмента и оправки, риска полёта деталей фрезы и ограниченных значений разрушения оправки. Поэтому при использовании инструмента на высоких скоростях, удостоверьтесь в соблюдении приведённого диапазона значений.

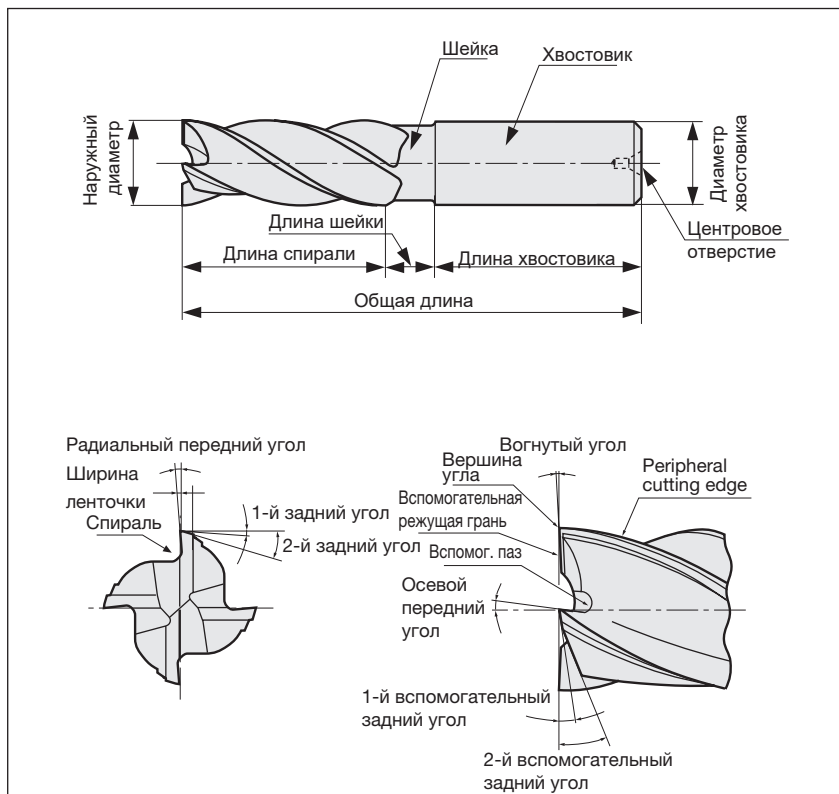
## Фрезерные инструменты

### Устранение неполадок при торцовом фрезеровании

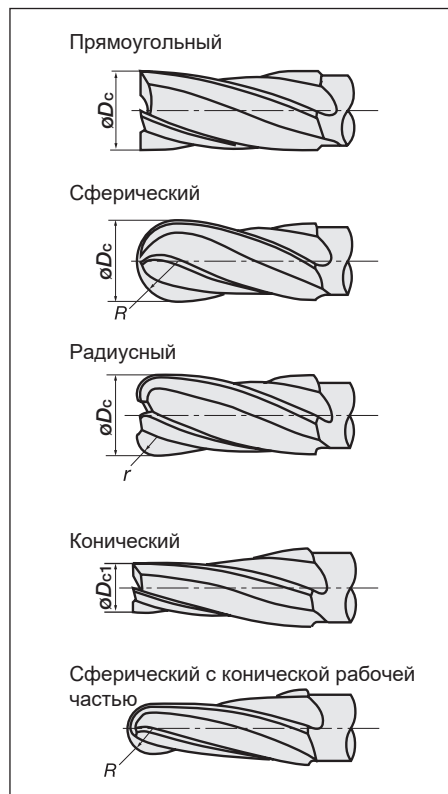
Проблема	Возможные причины	Контрмеры
Быстрый износ режущей кромки	• Неправильно выбранный сплав (Недостаточная износостойкость)	• P30 (Спечённый карбид) / Металлокерамика, сплав с покрытием(для сталей) • K10 (Спечённый карбид) / Сплав с покрытием (для чугуна)
	• Завышенная скорость резания	• Выбрать скорость резания, подходящую для обрабатываемого материала и для сплава пластины
	• Неверная подача	• Использовать стандартные условия резания, указанные в каталоге
Быстрое выкрашивание режущей грани	• Неправильно выбранный сплав пластины (недостаточная прочность)	• Металлокерамика / P30 (Для сталей), K10 / K20 (Для чугуна)
	• Обработка твёрдых материалов и неприемлемое состояние поверхности	• Понижьте скорость резания • Используйте фрезу с прочной режущей гранью
	• Завышенная подача	• Выбрать правильные параметры подачи, согласно рекомендациям в каталоге
	• Завышенное давление на режущую грань	• Правильный выбор угла в плане
	• Трудные для обработки материалы	• Использовать отрицательно-положительный тип фрезы с большим главным углом в плане (Примеры: T/EAW13, T/EME4400, и т.п.)
Поломка	• Образование трещин вследствие термического удара	• Выбрать сплав пластины с большим сопротивлением термическому удару, например, T3130 • Снизить скорость резания
	• Продолжительное использование сильно изношенной пластины	• Сократите стандартный цикл замены пластины
	• Обработка твёрдого материала	• Используйте фрезу с более прочной режущей гранью, такую как T/ER6000 • Используйте фрезу с большим главным углом,
	• Затруднённый отвод стружки • Засорение стружколома налипанием стружки	• Используйте фрезу с более хорошим отводом стружки • Выбирайте марки сплавов пластин устойчивые к налипанию стружки Спечённый карбид / металлокерамика, сплавы с покрытием • Используйте воздушный продув
	• Чрезмерно медленная резка, слишком малая подача	• Выберите скорость резания и подачу оптимизированную для марки сплава пластины и рабочего материала
Чрезмерное налипание стружки или наросты на режущей грани	• Резание мягких материалов, таких как, алюминий, медь, мягкая сталь	• Используйте фрезу с большим передним углом
	• Обработка нержавеющей стали	• P30 / Сплавы с покрытием(АН130, АН3135)
	• Использование фрезы с отрицательным передним углом	• Используйте фрезу с большим передним углом
Плохое качество обрабатываемой поверхности	• Эффект нароста режущей грани	• Повысьте скорость резания • Подходящую глубину резания (допуск на чистовую обработку) • Смените марку сплава покрытия Для сталей-с покрытием-металлокерамика. Для чугуна: К - с покрытием.
	• Биение торцевой режущей кромки	• Правильная установка пластин • Использование пластины с большой размерной точностью • Прочистка гнезда пластины
	• Продолжительное использование сильно изношенной пластины	• Сократите стандартный цикл замены пластины
	• Сильно заметные следы механической обработки	• Установите подачу на оборот в пределах ширины плоскости • Используйте фрезу с пластиной вайперного типа, такую как, T/EAW13 • Используйте фрезу исключительно для чистовой обработки
Вибрация	• Нестабильный зажим заготовки	• Проверьте метод зажима заготовки
	• Резание сварной конструкции из тонкой стальной плиты	• Установите фрезу с большим передним углом и маленьким главным углом
	• Слишком высокие режимы резания	• Перепроверить соответствие объема удаляемой стружки и мощности двигателя главного привода станка.
	• Торцевое фрезерование узких по ширине заготовок	• Использовать фрезу с малым диаметром резания и большим числом зубьев
	• Слишком много одновременно задействованных режущих зубьев	• Уменьшить число зубьев или выбрать фрезу с неравномерным шагом

## Цельные твердосплавные концевые фрезы

### Названия элементов фрезы

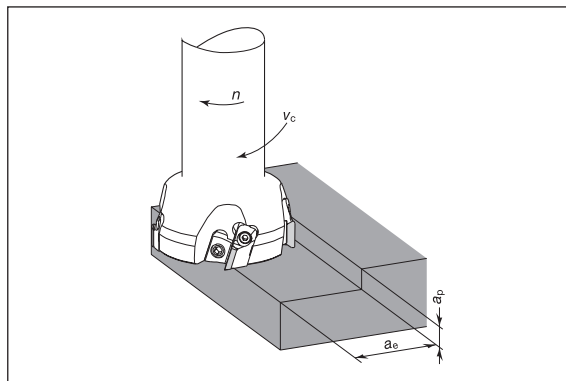


### Типы



## Условия резания для концевых фрез

### ● Скорость резания



#### ● Скорость резания (Вычисляется от числа оборотов)

$$v_c = \frac{\pi \times \varnothing D_c \times n}{1000} \quad \begin{matrix} v_c : \text{Скорость резания (м/мин)} \\ \varnothing D_c : \text{Эффект. диаметр(мм)} \\ n : \text{Число оборотов(об/мин)} \\ \pi \approx 3.14 \end{matrix}$$

#### ● Число оборотов (Вычисляется от скорости резания)

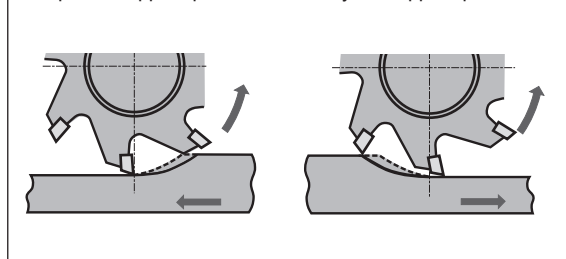
$$n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times \varnothing D_c} \quad (\text{об/мин})$$

#### ● Скорость подачи и подача на зуб

$$v_f = f_z \times z \times n \quad \begin{matrix} v_f : \text{Скорость подачи (мм/мин)} \\ f_z : \text{Подача на зуб (мм/зуб)} \\ z : \text{Число зубьев на концевых фрезах} \\ n : \text{Число оборотов (об/мин)} \end{matrix}$$

Встречное фрезерование

Попутное фрезерование



#### ● Резание

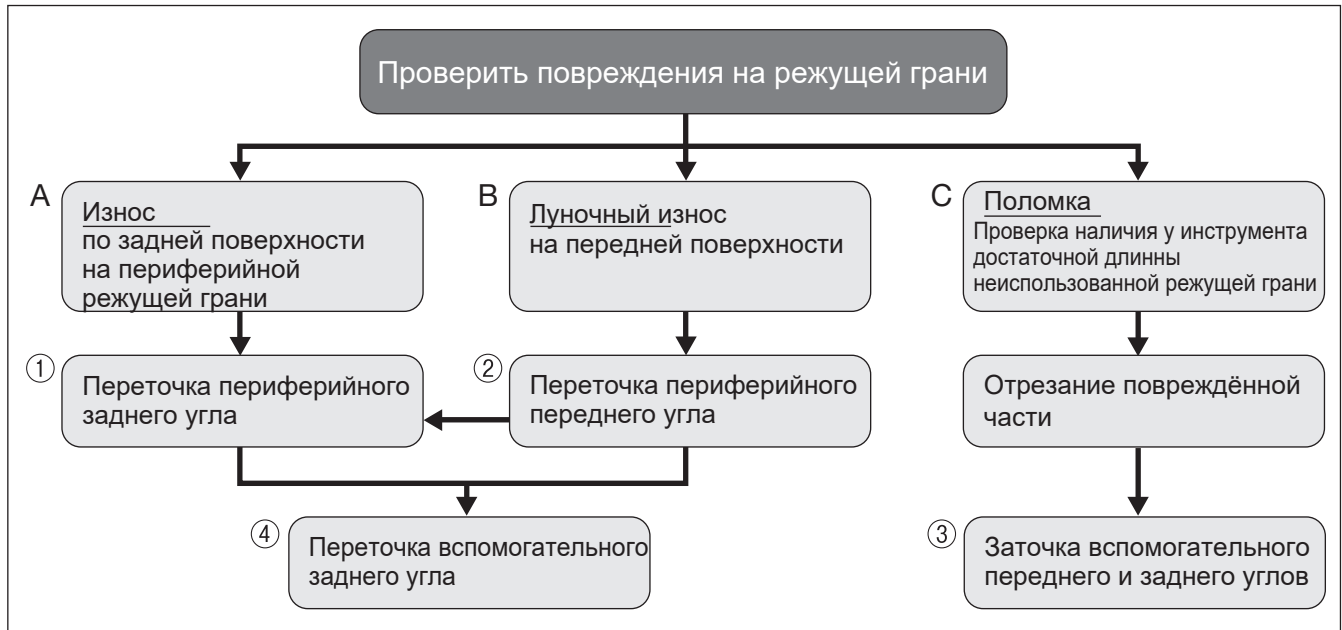
Необходимая пропускная способность станка ограничена длиной режущей грани концевой фрезы.

#### ● Попутное и встречное фрезерование

Зачастую, попутное фрезерование предоставляет лучший срок службы инструмента и шероховатости поверхности.

В случае с песчаным включением чугуна или налипания на поверхности, рекомендуется встречное фрезерование.

### Процедура переточки фрезы



#### 1 Переточка вспомогательного заднего угла

1. Для использования чашеобразного алмазного круга

Используйте алмазный круг с зернистостью 400-600

2. Для использования алмазного круга прямого типа

Формула установки угла  $\alpha$   
 $\tan \alpha = \tan \beta \times \tan \theta$   
 $\beta$  : периферийный задний угол  
 $\theta$  : угол спирали

#### 2 Переточка периферийного переднего угла

Чашеобразный алмазный круг

#### 3 Переточка вспомогательного переднего угла (вспомогательный паз)

Для двух спиральной концевой фрезы:  
алмазный круг прямого типа  
Для 3-х и более спиральной концевой фрезы:  
Чашеобразный алмазный круг

0° ~ 3°

#### 4 Переточка вспомогательного заднего угла

Чашеобразный алмазный круг  $\gamma$  :

1-й вспомогательный задний угол:  
5° ~ 7°  
2-й вспомогательный задний угол:  
15° ~ 20°

#### Примечание по переточке

(1) В случае если после осмотра повреждений режущей грани повреждения относятся к категории А или В приведённых в диаграмме, инструмент следует переточить. Слишком большие повреждения режущей грани требуют снятия большого количества припуска, что снижает срок службы инструмента.

(2) Пожалуйста, используйте алмазный точильный круг.

(3) Периферийный задний угол следует точить под углом 18-10 градусов. Задний угол фрез малого диаметра для обработки алюминия должен иметь большой градус.

(4) Сначала проверьте может ли категория С быть адаптирована для преточки концевой фрезы с покрытием. Если процедура переточки категории С может быть адаптирована, срок службы инструмента после переточки будет дольше чем у новой фрезы, ввиду того, что оставшийся слой покрытия на режущей грани и укороченная длина инструмента добавят дополнительную прочность инструменту, по сравнению с непереточенным.

(5) Пожалуйста, проверьте отклонение периферийной режущей грани, основной режущей грани, с помощью треугольного блока после переточки.

Значение отклонения должно находиться в пределах 0.01мм.

#### Примечание по переточке сферических концевых фрез

-Возможна переточка только заднего угла. Размер радиуса носика после переточки будет меньше.

-После переточки понадобится хонингование режущей грани.

## Цельные твердосплавные концевые фрезы

### Устранение неполадок при концевом фрезеровании

Trouble	Возможные причины	Контрмеры
<b>Поломка</b>  (В случае с цельно-твердосплавными концевыми фрезами и концевыми фрезами с напаянными режущими пластинами малого диаметра)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● В начале обработки</li> <li>● В конце обработки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу</li> <li>● Уменьшить длину вылета инструмента</li> <li>● Сменить на инструмент с короткой режущей гранью</li> </ul>
	При обычной обработке	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу</li> <li>● Оперировать со сроком службы инструмента - более короткий интервал замены</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> <li>● Уменьшить длину вылета инструмента</li> <li>● Создать оптимальный хонинг режущей грани</li> <li>● Уменьшить кол-во спиралей. Пр. 4 спирали - 3 спирали, или 2 спирали</li> <li>● Использовать достаточное кол-во СОЖ. Сменить направление подачи СОЖ</li> </ul>
	При смене направления подачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Использовать круговую интерполяцию в станке с ЧПУ. Останавливать подачу вскоре после замены</li> <li>● Понизить подачу в месте сменной детали</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> </ul>
<b>Выкрашивание на режущей кромке</b>	Выкрашивание режущей кромки	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Снять фаску угла с помощью брускового точила.</li> <li>● Попутное фрезерование ⇒ встречное фрезерование</li> </ul>
	Выкрашивание на граничной части	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сменить направление резания. Попутное фрезерование → встречное фрезерование</li> <li>● Понизить скорость резания</li> </ul>
	Выкрашивание центральной части или всех граней	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сделать лёгкий хонинг на грани, или сделать хонинг больше</li> <li>● Поменять кол-во оборотов вала</li> <li>● Повысить скорость резания</li> <li>● В случае вибрации, повысить подачу</li> <li>● Использовать СОЖ или струю воздуха</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> <li>● Понизить скорость резания</li> </ul>
	Изломы на режущей грани	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу</li> <li>● Уменьшить кол-во спиралей. Пр. 4 спирали- 3 спирали, или 2 спирали.</li> <li>● Сделать лёгкий хонинг на грани. Или сделать хонинг больше</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> </ul> <p><b>【Для литых твердосплавных фрез】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Уменьшите скорость резания</li> <li>● Использовать достаточное кол-во СОЖ. Поменять направление подачи СОЖ.</li> </ul>
<b>Сильный износ при непродолжительном использовании</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить скорость резания</li> <li>● Сменить направление резания, Попутное фрезерование - встречное фрезерование</li> <li>● Повысить подачу</li> <li>● Использовать СОЖ или струю воздуха</li> <li>● В случае с переточенным инструментом, точить боковую поверхность кругом с меньшей зернистостью.</li> </ul>

(Продолжение на следующей странице)

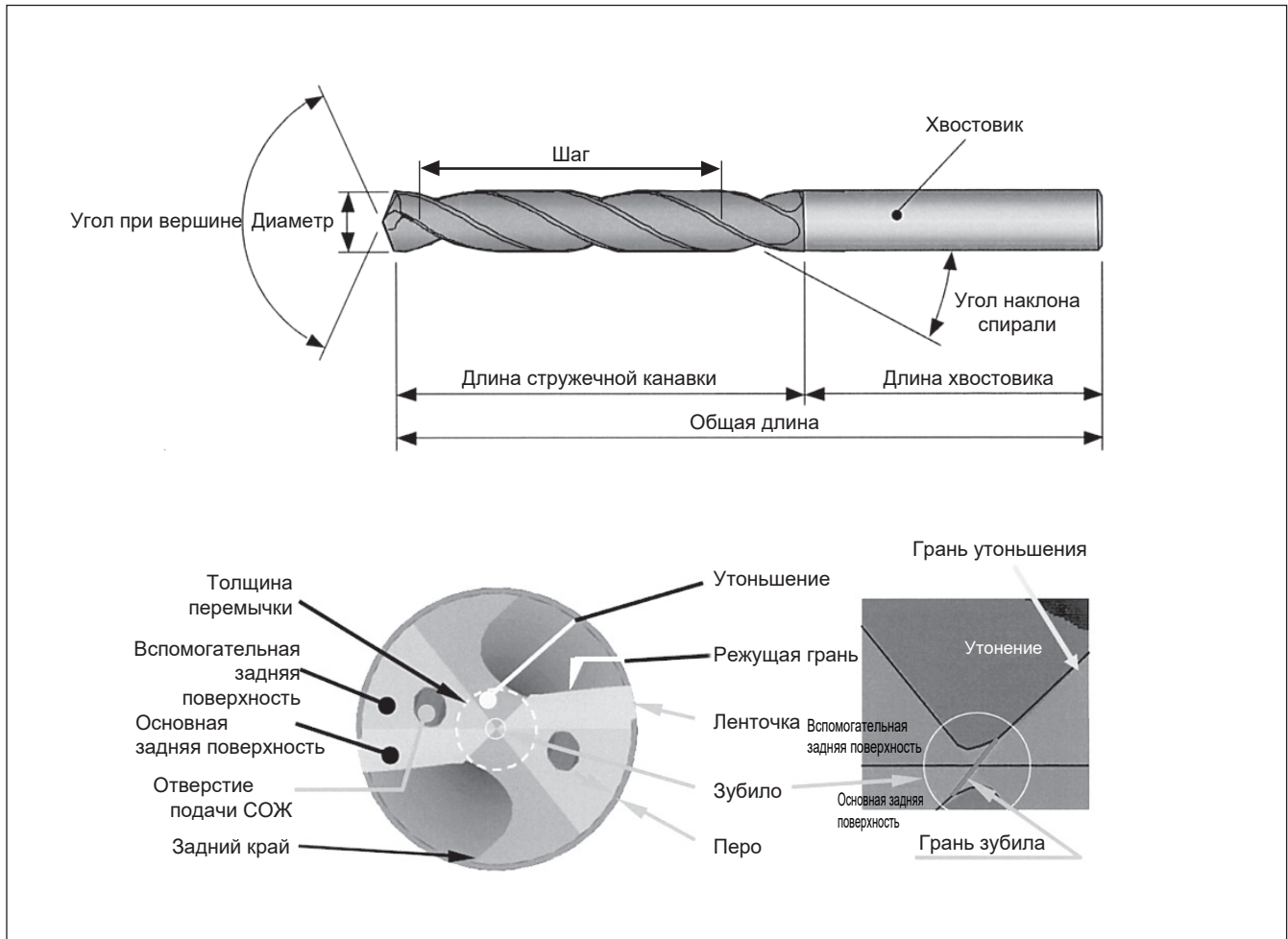


## Цельные твердосплавные концевые фрезы

Проблема	Возможные причины	Контрмеры
Плохое качество чистовой обработки	Яркая, но волнистая поверхность	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу на зуб</li> <li>● Увеличить кол-во спиралей. Пр. 2 спирали - 3 спирали, или 4 спирали</li> </ul>
	Маленькие кусочки стружки налипают на поверхность.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Повысить скорость резания</li> <li>● Использовать СОЖ или струю воздуха, или повысить подачу СОЖ</li> <li>● Сделать лёгкий хонинг на режущей грани</li> <li>● Попутное фрезерование - встречное фрезерование</li> <li>● Повысить подачу на зуб. Увеличить глубину резки.</li> </ul>
	Царапины на поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сделать лёгкий хонинг на режущей грани</li> <li>● Использовать водонерастворимую СОЖ</li> <li>● Попутное фрезерование - встречное фрезерование</li> </ul>
	Плохое качество поверхности из-за перерезания	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Уменьшить глубину резания</li> <li>● Повысить скорость резания.</li> <li>● Понизить подачу на зуб</li> </ul>
Плохая точность	Окончательный размер имеет отрицательную тенденцию	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Попутное фрезерование → встречное фрезерование</li> <li>● Уменьшить глубину резания</li> <li>● Уменьшить глубину резания</li> <li>● Уменьшить длину вылета</li> <li>● Повысить скорость резания</li> </ul>
	Плохая прямолинейность	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Уменьшить глубину резания</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> <li>● Уменьшить длину вылета</li> <li>● Повысить скорость резания</li> <li>● Увеличить кол-во спиралей, Пр. 2 спирали - 4 спирали</li> <li>● Понизить подачу на зуб</li> <li>● Проверять режущую грань. Производить замену инструмента по мере необходимости</li> </ul>
Вибрация		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Повысить подачу на зуб</li> <li>● Понизить подачу на зуб, в случае когда подача более чем 0.07</li> <li>● Сменить скорость резания</li> <li>● Заменить цангу или патрон на новые</li> <li>● Уменьшить длину вылета</li> <li>● Использовать инструмент с 2 спиральями при черновой обработке. Использовать инструмент с 4 спиральями для чистовой обработки.</li> <li>● Попутное фрезерование → встречное фрезерование</li> </ul>

## Инструменты для сверления

### Система обозначений для свёрл



### Усилия резания и потребляемая мощность

#### ● Спиральное сверло

##### Потребляемая мощность

$$P_c = K \varnothing D c^2 n (0.647 + 17.29f) \times 10^{-6} \text{ (кВт)}$$

##### Осевая сила

$$T_c = 570 K \varnothing D c f^{0.85} \text{ (Н)}$$

##### Крутящий момент

$$M_c = \frac{K \varnothing D c^2 (0.630 + 16.84f)}{100} \text{ (Н·м)}$$

$P_c$  : Потребляемая мощность (кВт)

$T_c$  : Осевая сила (Н)

$M_c$  : Крутящий момент (Н·м)

$\varnothing D_c$  : Диаметр сверла (мм)

$f$  : Подача (мм/об)

$n$  : Число оборотов (об/мин)

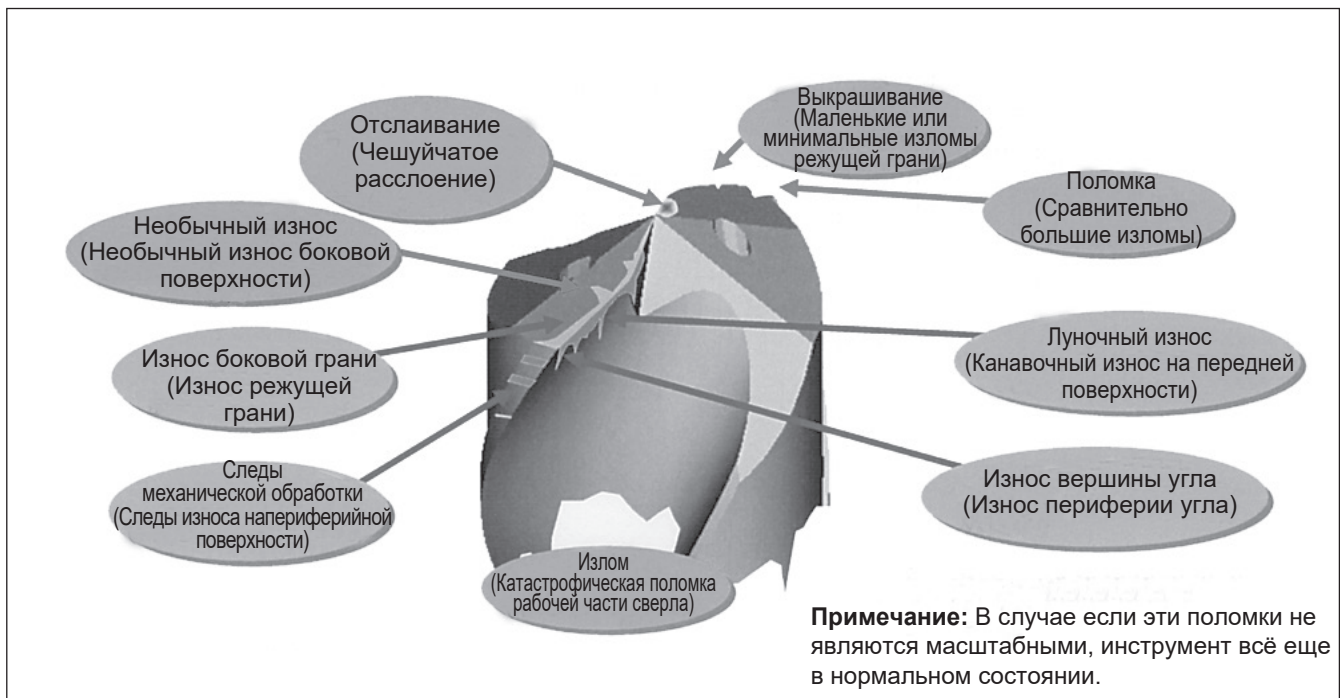
$K$  : Константа материала.... См. таблицу справа

● Компенсационная константа материала для потребляемой мощности и осевой силы

Материал заготовки	Предел прочности		Твёрдость по Бринеллю (НВ)	Константа материала (К)
	МПа (Н/мм <sup>2</sup> )	Кгс/мм <sup>2</sup>		
Чугун	210	21	177	1.00
Чугун	280	28	198	1.39
Чугун	350	35	224	1.88
Алюминий	250	25	100	1.01
Низко углеродистая сталь (JIS S20C)	550	55	160	2.22
Легко обрабатываемая сталь (JIS SUM32)	620	62	183	1.42
Марганцевая сталь (JIS SMn438)	630	63	197	1.45
Хромоникелевая сталь (JIS SNC236)	690	69	174	2.02
4115 steel Cr0.5, Mo0.11, Mn0.8	630	63	167	1.62
Хромомолибденовая сталь (JIS SCM430)	770	77	229	2.10
Хромомолибденовая сталь (JIS SCM440)	940	94	269	2.41
Хромоникелевомолибденовая сталь (JIS SNCM420)	750	75	212	2.12
Хромоникелевомолибденовая сталь (JIS SNCM625)	1,400	140	390	3.44
Хромованданиевая сталь Cr0.6, Mn0.6, V0.12	580	58	174	2.08
Cr0.8, Mn0.8, V0.1	800	80	255	2.22

## Инструменты для сверления

### Повреждение режущей грани сверлильных инструментов



### Изменения в форме стружки при сверлении

#### ● Изменения формы стружки относящиеся к условиям резки

На фотографиях ниже показаны изменения формы стружки в зависимости от изменений подачи и скорости резания. Все эти формы хорошо отводятся в правильном диапазоне условий обработки.

В случае низкой скорости и подачи стружка имеет беловатый цвет, а хвостик стружки имеет тенденцию постепенно удлиняться. В противном случае, с высокой скоростью и подачей, стружка становится более яркой и компактной формой с коротким хвостиком. Эти изменения в форме зависят от температуры резки. По мере повышения температуры стружка склонна ломаться.



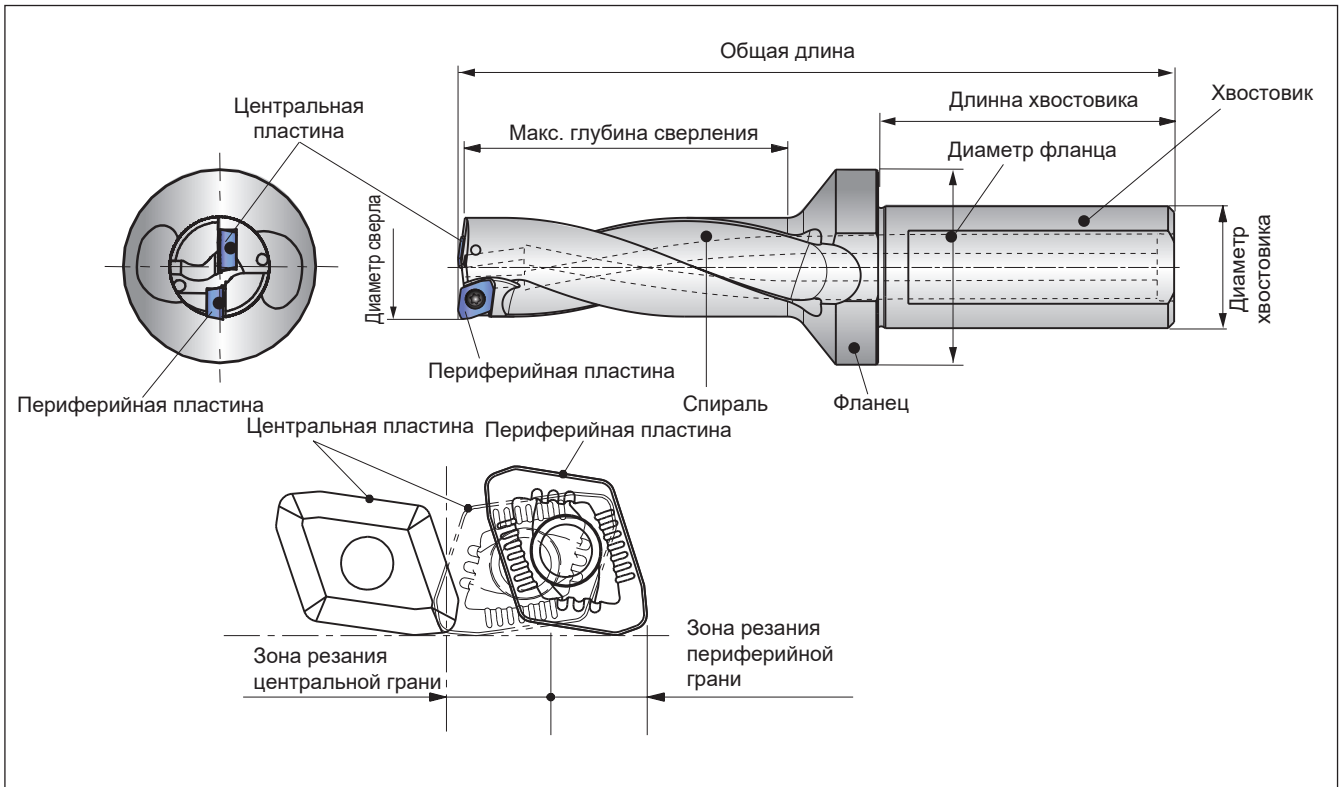
## Инструменты для сверления

### Сверление - проблемы и решения

Проблема	Причина	Контрмеры		
Нетипичный износ	Задняя поверхность	Неправильная скорость резки	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Если нетипичный износ наблюдается в районе центра, повысить скорость резки на 10% в пределах стандартных условий</li> <li>•Если нетипичный износ наблюдается по периферии, понизить скорость резки на 10% в пределах стандартных условий</li> </ul>	
		Неправильная СОЖ	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить фильтр</li> <li>•Использовать СОЖ с более высокой смазочной способностью.(Повысить степень растворения)</li> </ul>	
	Ленточка	Неправильная скорость резки	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Понизить скорость резки на 10%</li> </ul>	
		Время переточки, недостаточная степень переточки	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Сократить продолжительность работы до переточки</li> </ul>	
		Недостаточная жесткость станка и рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Заменить систему зажима на более жесткую</li> </ul>	
		Недостаточная жесткость сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Использовать минимально возможный вылет</li> </ul>	
		Неправильная СОЖ	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить фильтр</li> <li>•Использовать СОЖ с более высокой смазочной способностью.(Повысить степень растворения)</li> </ul>	
Прерывистая резание при входе	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Избегать прерывания на входе и выходе</li> <li>•Понизить подачу приблизительно на 50% при входе и выходе из рабочей детали</li> </ul>			
Выкрашивание и излом	Клинообразная область (Центр режущей кромки сверла)	Недостаточная жесткость сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Максимально возможно уменьшить вылет сверла</li> <li>•Повысить подачу на входе когда выбрана низкая скорость в диапазоне условий резки</li> <li>•Использовать кондукторную втулку или центровочное сверло</li> </ul>	
		Недостаточная жесткость станка или рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Поменять систему зажима на более жесткую</li> </ul>	
		Неправильный вход в рабочую деталь	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Избегать прерываний при входе в рабочую деталь</li> <li>•Понизить подачу при входе на 10%</li> </ul>	
		Высокая твердость рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Понизить подачу на 10%.</li> </ul>	
		Неправильный хонинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить сделан ли хонинг до центра режущей грани</li> </ul>	
	Периферийная режущая кромка	Недостаточная жесткость сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Понизить подачу на 10%</li> <li>•Повысить подачу на входе когда выбрана низкая скорость в диапазоне стандартных условий резания.</li> </ul>	
		Неправильная установочная точность сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить точность отклонения после установки сверла (0.03мм или меньше)</li> </ul>	
		Недостаточная жесткость станка и рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Заменить систему зажима на более жесткую</li> <li>•Понизить подачу при входе и выходе из рабочей детали</li> </ul>	
		Неправильный хонинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить сделан ли хонинг до периферии режущей грани</li> </ul>	
		Ленточка	Недостаточная жесткость станка и рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Заменить систему зажима на более жесткую</li> </ul>
			Недостаточная жесткость сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Использовать минимально возможный вылет</li> <li>•Использовать кондукторную втулку или центровочное сверло</li> </ul>
	Время переточки, недостаточная степень переточки		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Сократить время переточки</li> </ul>	
	Прерывистая резка при входе или выходе	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Избегать прерывания при входе и выходе</li> <li>•Понизить подачу примерно на 50% во время входа и выхода из рабочей детали</li> </ul>		
	Поломка	Склонность к крошению или нетипичному износу	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверьте состояние режима полочки до её возникновения и примените необходимые контрмеры</li> </ul>	
Накопление стружки в спиральных сверла		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Пересмотрите условия резания</li> <li>•Для внутренней подачи СОЖ, повысьте давление подачи СОЖ</li> <li>•Для глубоких отверстий используйте подачу с периодическим выводом сверла</li> </ul>		
Недостаточная выходная мощность станка		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Пересмотрите условия резания</li> <li>•Используйте станок с высокой мощностью</li> </ul>		
Недостаточная точность отверстия	Недостаточная жесткость станка и рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Смените систему зажима на более жесткую</li> </ul>		
	Неправильная установочная точность сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверить точность отклонения после установки сверла (0.03мм или меньше)</li> </ul>		
	Накопление стружки в спиральных сверла.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Пересмотрите условия резания</li> <li>•Повысьте давление подачи СОЖ</li> <li>•Для глубоких отверстий используйте подачу с периодическим выводом сверла</li> </ul>		
	Неправильная точность заточки грани	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Проверьте точность формы грани</li> </ul>		
Вытянутая стружка	Неправильные условия резания	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Повысьте подачу на 10% в пределах стандартных условий резки</li> </ul>		
	Неправильный хонинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Предоставьте правильный хонинг</li> </ul>		
	Крошение или поломка режущей грани	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Понизьте скорость резки на 10%</li> </ul>		

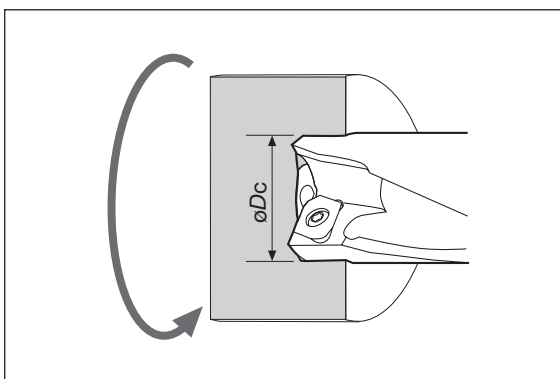
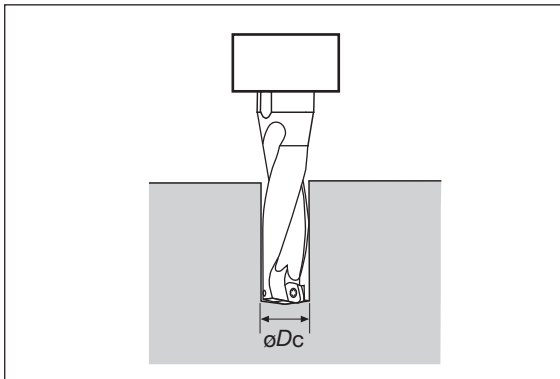
## Инструменты для сверления

### Система обозначений для свёрл со сменными пластинами



### Вычислительные формулы для свёрл со сменными пластинами

#### ● Скорость резания



#### ● Вычисление скорости резания от числа оборотов: (Формулы сверления)

$$v_c = \frac{\pi \times \varnothing D_c \times n}{1000}$$

$v_c$ : Скорость резания (м/мин)  
 $\varnothing D_c$ : Диам. сверления (мм)  
 $n$ : Число оборотов (об/мин)  
 $\pi \approx 3.14$

#### ● Вычисление необходимого числа оборотов от скорости резания: (Формулы сверления)

$$n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times \varnothing D_c}$$

#### ● Вычисление скорости резания от числа оборотов: (Для вращающейся рабочей детали)

$$v_c = \frac{\pi \times \varnothing D_c \times n}{1000}$$

$v_c$ : Скорость резания (м/мин)  
 $\varnothing D_c$ : Диам. сверления (мм)  
 $n$ : Число оборотов (об/мин)  
 $\pi \approx 3.14$

#### ● Вычисление числа оборотов от скорости резки: (Для вращающейся рабочей детали)

$$n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times \varnothing D_c}$$

#### ● Вычисление скорости подачи

$$v_f = f \times n$$

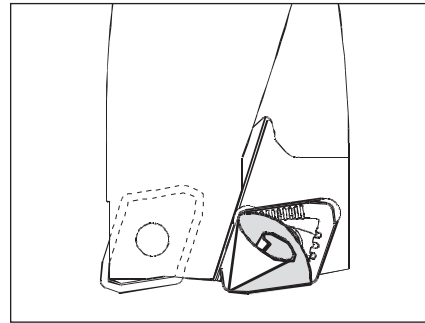
$v_f$ : Скорость подачи (мм/мин)  
 $f$ : Подача (мм/об)  
 $n$ : Число оборотов (об/мин)

## Инструменты для сверления

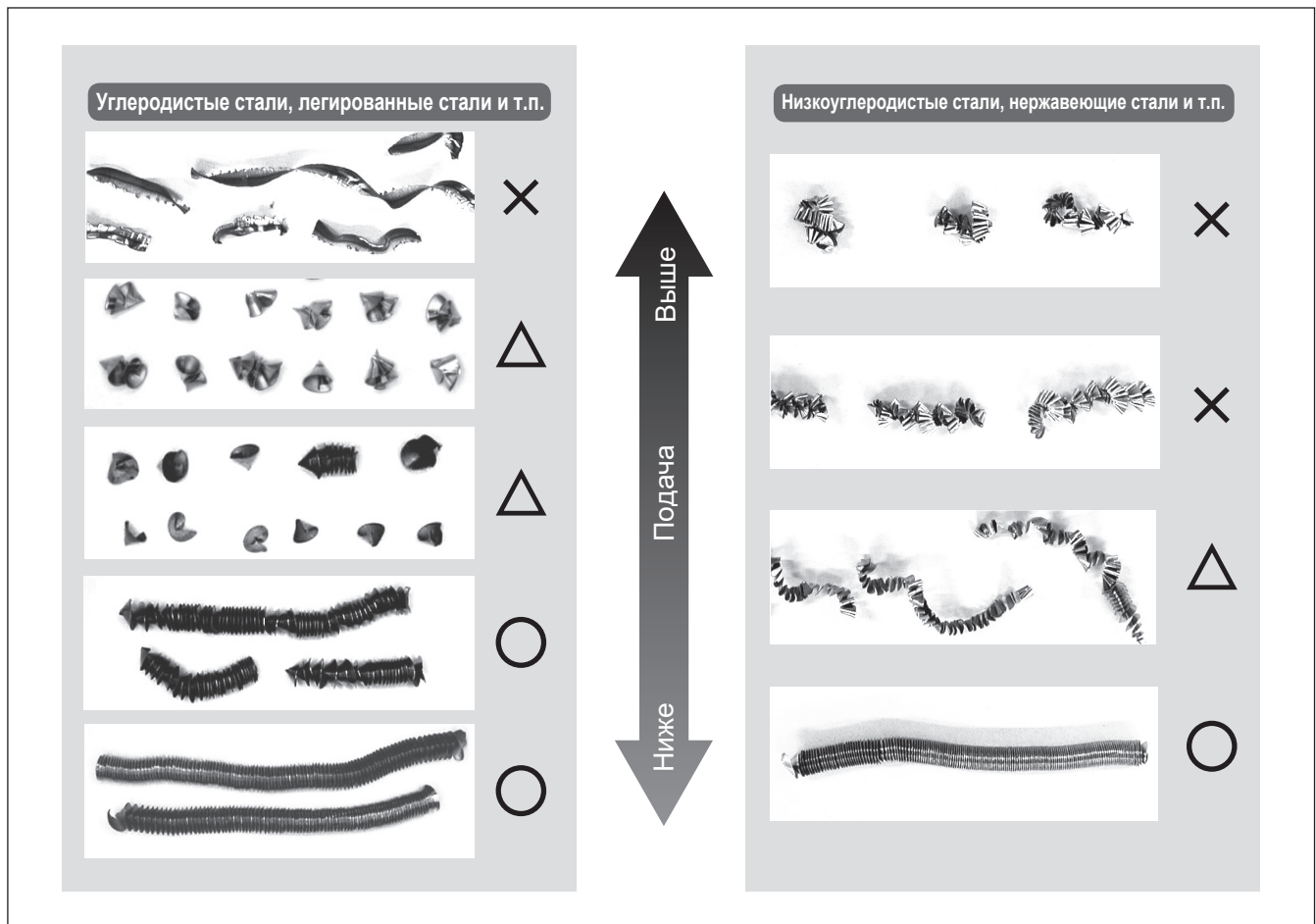
### Формы стружки

#### Форма стружки получаемая центральной пластиной

- Базовой формой стружки является коническая, верхняя часть которой соприкасается с вращающимся центром сверла. Стружка ломается на маленькие сегменты с повышением подачи. Тем не менее, чрезмерно высокая подача способствует образованию толстой стружки и влечёт к появлению вибрации, что нарушает стабильную обработку.
- В случае со сверлами TDХ, наиболее приемлемый тип стружки в форме **О**. Этот тип стружки ломается на куски соответствующего размера под воздействием центробежной силы при использовании обработки с вращением инструмента. С другой стороны, при обработке с вращающейся деталью, например как на токарном станке, зачастую, образуется длинная стружка, которая не запутывается.

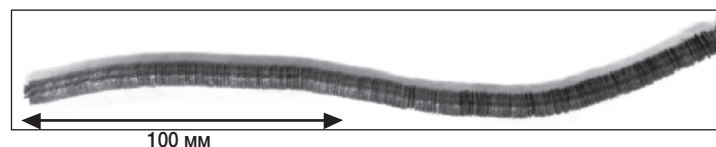


Связь между формами стружки и материалами (в случае центральной пластины)



●Пример формы стружки при обработке с вращающейся деталью (В случае центральной пластины)

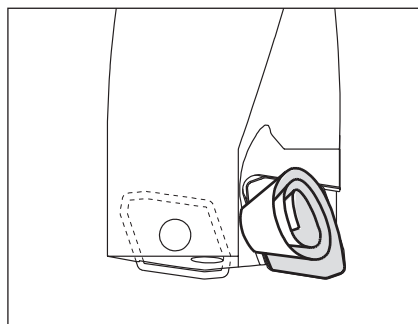
( $\varnothing 26$ , JIS S45C,  $V_c = 100$  м/мин,  $f = 0.1$  мм/об)



## Инструменты для сверления

### ● Форма стружки получаемая периферийной пластиной

- Проблемы с отводом стружки, такие как, запутывание, в большинстве случаев образуются из-за периферийной пластины. Эти проблемы зависят от типа рабочего материала и условий обработки.
- Как показано выше, в случае если подача слишком низкая, стружка запрыгивает через паз стружколома формируя длинную ленту и может обернуть рабочую часть сверла.
- В случае если подача слишком высокая, стружка становится слишком толстой, что препятствует её загибанию.
- Ввиду этого, важно правильно выбирать условия резки подходящие типу обработки, это обеспечит правильное формирование и отвод стружки.

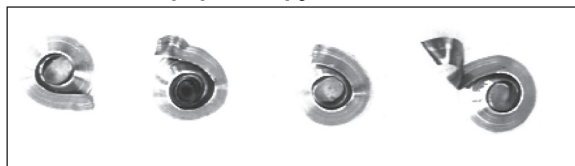


### Средне и высоко углеродистые стали, легированные стали, и т.п.

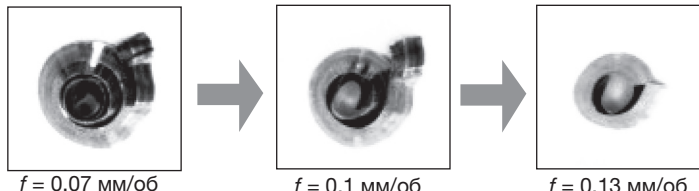
Как показано ниже, идеальной формой являются несколько витков спирали.

По мере повышения подачи радиус загибания и число оборотов уменьшаются.

### ● Типичные формы стружки основных сталей



### ● Варианты форм стружки по отношению к подаче



### Нержавеющие стали, низко углеродистые стали, низколегированные стали, и т.п.

- При обработке материалов продуцирующих длинную стружку, таких как, нержавеющие стали, легко обрабатываемые стали, неправильный выбор условий резки приведет к запутыванию стружки и поломке инструмента в худшем случае. Поэтому, следует тщательно подбирать правильные условия резки.
- Идеальная форма получаемой стружки будет в форме “С” с продолговатыми витками от нескольких до десяти оборотов равномерно делящейся длины

### ● Идеальная форма стружки

	Нержавеющая сталь (JIS SUS 304) ( $\phi 22$ , $V_c = 100$ м/мин, $f = 0.1$ мм/об)	Мягкая сталь (JIS SS400) ( $\phi 22$ , $V_c = 160$ м/мин, $f = 0.08$ мм/об)
DS стружколом		
DJ стружколом		

Для обработки нержавеющих сталей или низко углеродистых сталей, рекомендуется стружколом DS. При использовании сверла TDX в обработке с вращающимся инструментом, стружколом DS продуцирует компактную стружку и способствует более стабильной обработке чем стружколом DJ. В случае использования стружколома DS в обработке с вращающейся деталью, он предоставляет исключительное качество отвода стружки.

## Инструменты для сверления

### Формы стружки склонные к запутыванию и способы их устранения

#### ① Стружка в форме чищенной кожуры яблока

Зачастую, стружка такого типа получается при обработке мягких сталей или низко углеродистых сталей на низких скоростях при низкой подаче.

#### Способ устранения

Повысить скорость резания поэтапно на 20% в пределах диапазона стандартных условий резания. В случае отсутствия эффекта, повысить подачу примерно на 10% в то время как скорость повышена на 20%.



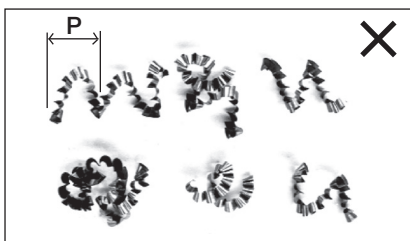
Стружка в форме чищенной кожуры яблока (без загибания)

#### ② Стружка с мелким шагом

Зачастую, эта стружка получается в процессе обработки нержавеющей сталей на низкой подаче и имеет тенденцию запутываться на инструменте несмотря на короткую длину.

#### Способ устранения

Повысить подачу примерно на 10%. В случае отсутствия результата, повысить подачу поэтапно на 10% в пределах диапазона стандартных условий резания.



Продолительно загибающаяся в форме "С" с мелким шагом (P)

#### ③ Слишком длинная стружка

Зачастую, получается при обработке мягких сталей или низко углеродистых сталей с неправильными условиями резания.

#### Способ устранения

Повысить скорость резания поэтапно на 20% в пределах диапазона стандартных условий резания. В случае отсутствия эффекта, понизить подачу примерно на 10% в тоже время понизив скорость на 20%.

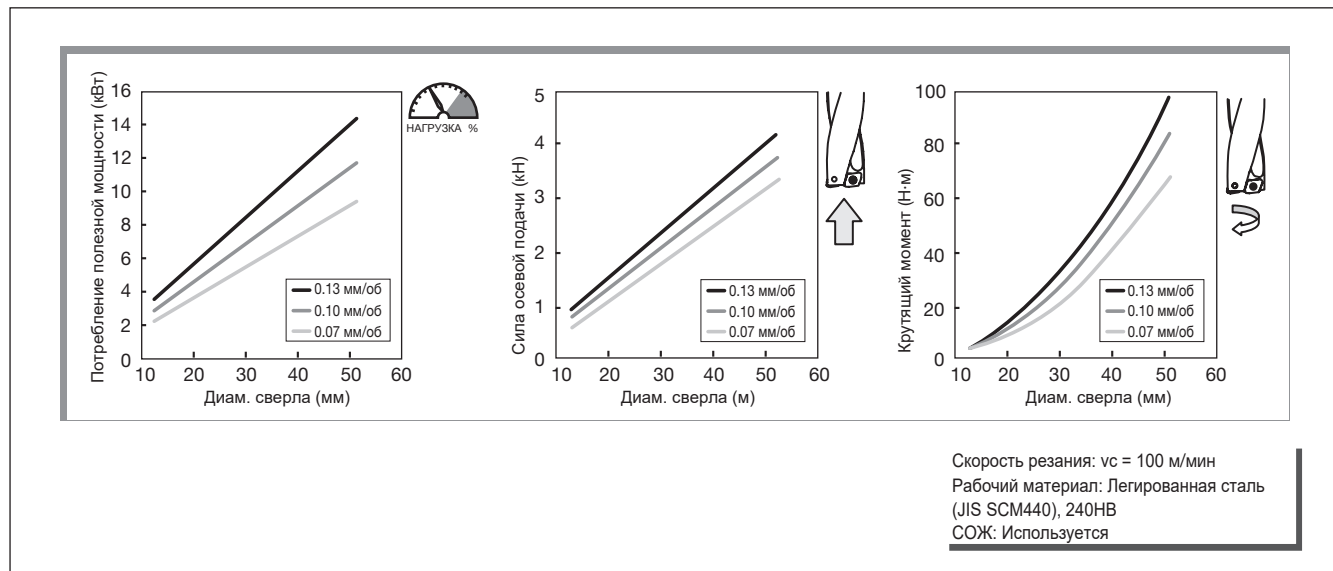


Продолительно спиральная длинная стружка

## Режущие силы

Диаграммы приведённые ниже служат руководством для режущих сил. Используйте свёрла TDХ на станках с достаточной мощностью и жесткостью

### ● Силы резания при сверлении





## Инструменты для сверления

### Сверление - проблемы и решения для свёрл со сменными пластинами

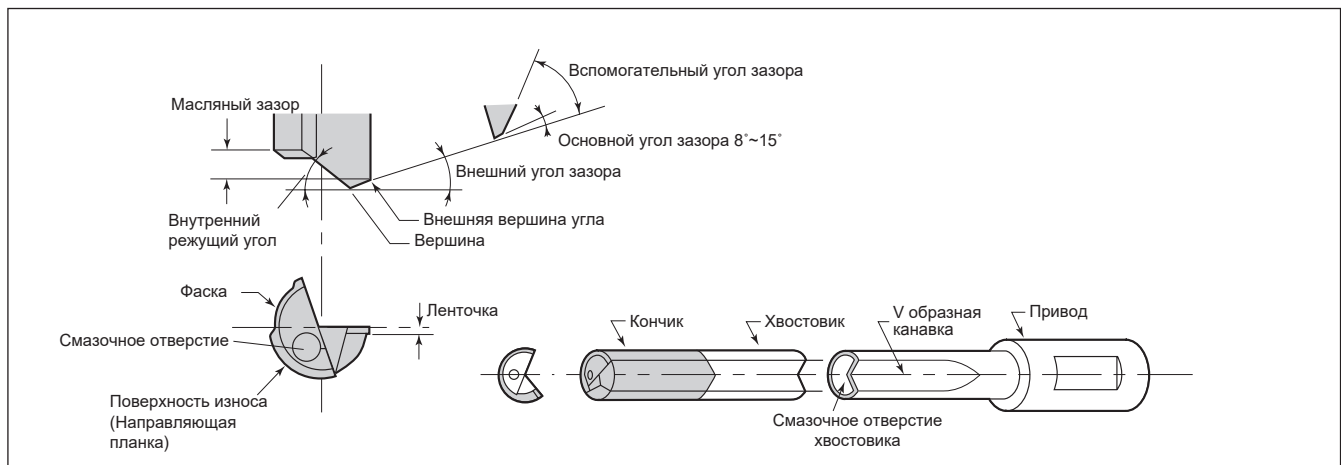
Проблема		Причина	Контрмеры	
Ненормальный износ	Центр. режущая грань	Неправильные условия резания	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Повысить скорость резания на 10% в пределах стандартных условий</li> <li>● Понизить подачу на 10%</li> </ul>	
	Периферийная режущая грань			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Повысить скорость резания на 10% в пределах стандартных условий</li> <li>● В случае когда подача чрезвычайно низкая или высокая, установить её в пределах стандартных условий</li> </ul>
	Общие	Задняя поверхность	Вариации и подача СОЖ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Удостовериться что подача СОЖ больше 7 литров/мин.</li> <li>● Концентрация СОЖ должна быть более чем 5%</li> <li>● Использовать СОЖ с более высокой смазочной способностью</li> <li>● Сменить наружную подачу СОЖ на внутреннюю</li> </ul>
			Вибрация сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Поменять на станок с большим крутящим моментом</li> <li>● Сменить систему зажима на более жесткую</li> <li>● Сменить метод настройки сверла</li> </ul>
			Неподходящий сплав	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сменить на марку сплава с большей износостойкостью</li> </ul>
			Люфт винтов	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Затянуть винт</li> </ul>
		Выемки	Слишком высокая температура резания	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сменить наружную подачу СОЖ на внутреннюю</li> <li>● Повысить скорость подачи СОЖ (более 10литров/мин)</li> <li>● Уменьшить подачу на 20% в пределах стандартных условий</li> <li>● Уменьшите скорость резания на 20% в пределах стандартных условий</li> </ul>
			Чрезмерное налипание стружки	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий</li> <li>● Понизить скорость резания на 20% в пределах стандартных условий</li> </ul>
	Стружколом	Накопление стружки	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу на 20% и повысить скорость резания на 20% в пределах стандартных условий</li> <li>● Повысить давление СОЖ(более чем 1.5МПа)</li> </ul>	
	Крошение и излом	Центральная режущая грань	Вращающийся центр сверла	Отклонение для вращения рабочей детали
Большое смещение				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Проверьте инструкцию и используйте смещение в пределах допустим. диапазона</li> </ul>
Отсутствие плоскости обработанной поверхности				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Выровняйте входную поверхность в предварительной обработке</li> <li>● Выставьте подачу ниже чем 0.05мм/об в местах с неровной поверхностью</li> </ul>
Высокая подача				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизьте подачу на 20-50% в пределах стандартных условий</li> </ul>
Использование обдирочного угла				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Проверьте угол вершины при замене пластин</li> </ul>
Периферийная режущая грань		Периферийная часть угла	Использование пластины с вышедшим сроком службы	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Замените угол пластины до износа носика 0.3мм</li> </ul>
			Отсутствие плоскости обработанной поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Выровняйте входную поверхность в предварительной обработке</li> <li>● Выставьте подачу ниже чем 0.05мм/об в местах с неровной поверхностью</li> </ul>
			Наличие прерывистых участков	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Выставьте подачу ниже чем 0.05мм/об в местах с прерывистой поверхностью</li> </ul>
			Использование обдирочного угла	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Проверьте угол вершины при замене пластин</li> </ul>
Обычные		Неиспользованная часть угла режущей грани	Высокая твёрдость рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу на 20% и повысить скорость резания на 20% в пределах стандартных условий.</li> <li>● Повысить давление СОЖ(более чем 1.5МПа)</li> </ul>
			Накопление стружки	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий</li> </ul>
			Механический удар	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сменить на продолжительную подачу вместо подачи с периодическим выводом</li> </ul>
		Контактная граница	Использование пластины с вышедшим сроком службы	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Замените угол пластины до износа носика 0.3мм</li> </ul>
			Вибрация при сверлении	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Поменять на станок с большим крутящим моментом</li> <li>● Сменить систему зажима на более жесткую</li> <li>● Сменить метод настройки сверла</li> </ul>
	Отслаивание	Высокая твёрдость рабочей детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Установить подачу ниже чем 0.05</li> </ul>	
		Тепловой удар	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Сменить внутреннюю подачу СОЖ на наружную</li> <li>● Понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий</li> </ul>	
	Обычные	Неподходящий для выбранного сплава	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Выбрать более прочную марку сплава</li> </ul>	
Люфт винтов		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Затянуть винт</li> </ul>		

## Инструменты для сверления

Проблема		Причина	Контрмеры	
Царапины на инструменте	Периферия инструмента	Отклонение ротации рабочей детали	● Выставить отклонение на 0~0.2мм	
		Смещение обработки за пределы допустимого диапазона	● Использовать инструмент в допустимом диапазоне смещения	
		Смещение направления уменьшенного диаметра рабочей детали	● Выставить направление расширенного диаметра смещения рабочей детали	
		Отсутствие плоскости входной поверхности	● Выровняйте входную поверхность в предварительной обработке ● Выставьте подачу ниже чем 0.05мм/об в местах с неровной поверхностью	
		Крошение периферийной режущей грани	● Замена пластины	
		Выгибание рабочей детали	● Смена метода зажима на более жесткий	
		Накопление стружки	● Повысить скорость резания на 20% и понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий ● Повысить давление СОЖ (более чем 1.5МПа)	
Неправильная точность отверстия	Диаметр отверстия	Отклонение ротации рабочей детали	● Выставить отклонение на 0~0.2мм	
		Неправильное содержание смещения	● Откорректировать содержание смещения	
		Отсутствие плоскости входной поверхности	● Выровняйте входную поверхность в предварительной обработке ● Выставьте подачу ниже чем 0.05мм/об в местах с неровной поверхностью	
	Шероховатость	Вариации и подача СОЖ	● Концентрация СОЖ должна быть более чем 5% ● Использовать СОЖ с более высокой смазочной способностью ● Сменить наружную подачу СОЖ на внутреннюю	
		Неправильные условия резания	● Понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий ● Понизить скорость резания на 20% в пределах стандартных условий	
	Обычные	Поломки пластин	● Заменить пластину	
		Накопление стружки	● Повысить скорость резания на 20% и понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий ● Повысить давление СОЖ (более чем 1.5МПа)	
		Люфт винтов	● Затянуть винт	
	Отвод стружки	Удлиненная и скрученная стружка	Неправильные условия резания	● Обработать в пределах стандартных условий ● Повысить скорость резания на 10% в пределах стандартных условий ● Повысить подачу на 10% в пределах стандартных условий
			Поломки пластин	● Заменить пластину
Обработка с наружной подачей СОЖ			● Сменить внутреннюю подачу СОЖ на наружную ● Обработать с шаговой подачей ● Использовать функцию выдержки примерно на 0.1сек	
Стружка вокруг центральной режущей грани			● Существует тенденция укорачивания стружки путём повышения скорости резания и подачи	
Накопление стружки		Подача СОЖ	● Сменить наружную подачу СОЖ на внутреннюю ● Повысить давление СОЖ(более чем 1.5МПа)	
		Неправильные условия резания	● Повысить скорость резания на 20% и понизить подачу на 20% в пределах стандартных условий ● Повысить давление СОЖ(более чем 1.5МПа)	
Обычные		Значительная поломка сверлильного патрона	● Поменять сверлильный патрон	
	Люфт винтов	● Затянуть винт		
Другие	Вибрация	Неправильные условия резания	● Понизить скорость резания на 20% в пределах стандартных условий ● Повысить подачу на 10% в пределах стандартных условий	
		Сильный износ пластин	● Заменить пластину	
		Вибрация при сверлении	● Поменять на станок с большим крутящим моментом ● Сменить систему зажима на более жесткую ● Сменить метод настройки сверла	
		Люфт винтов	● Затянуть винт	
	Остановка станка	Недостаточная мощность и крутящий момент станка	● Используйте диапазон оборотов подходящий спецификации станка.Понизьте подачу на 20-50%	
		Обгорелые пластины	● Замените пластины перед тем как поломка станет больше ● Проверьте плотно ли зажат винт смазочного отверстия ● Удостоверьтесь в мощной подаче СОЖ из сверла ● Понизьте скорость резки и подачу на 20% в пределах стандартных условий	
	Большие заусенцы	Поломки пластин	● Замените пластину	
		Неправильные условия резания	● Понизьте подачу на 20-50% непосредственно перед выходом из рабочей детали	

## Инструменты для сверления

### Система маркировки ружейных свёрл



### Устранение неполадок в ружейном сверлении

Проблема	Возможные причины		Контрмеры	
Поломка сверла	При входе в рабочую деталь	Причина в станке	Люфт зажима рабочей детали	Плотно зажмите заготовку
			Направляющая втулка отличается от поверхности заготовки на входе	Прижмите направляющую втулку вплотную к заготовке.
			Ведется обработка с высокой подачей	Используйте меньшую подачу
			Возникает эффект прогиба	Поместите направляющую втулку в соответствующее положение.
			Форма направляющей втулки не подходит	Используйте направляющую втулку по форме, подходящей для заготовки
	Причина в сверле	Сверло установлено неправильно	Установите сверло с соответствующим крутящим моментом, гидравлическим давлением и т. д.	
		Заточка не качественная	Убедитесь, что на сверле нет повреждений, и геометрия режущей кромки не изменилась	
Неправильные условия резания	Подача (f) слишком высока	Уменьшите подачу		
Причина в рабочей детали	Поверхность заготовки наклонена	Уменьшите подачу		
Во время сверления	Причина в станке	Зажим заготовки неустойчив	Плотно зажмите заготовку	
		Форма направляющей втулки не подходит	Измените форму направляющей втулки. Подробнее см. «Образование стружки» для деталей.	
		Скорость подачи (Vf) не постоянная	Используйте постоянную механическую подачу	
		Число оборотов изменяется (уменьшается)	Увеличьте мощность станка или отрегулируйте условия резания	
	Причина в сверле	Возникает ненормальный урон	Подробнее см. «Короткий срок службы инструмента».	
	Неправильные условия резания	Подача (f) не подходит	Используйте рекомендуемую подачу	
	Причина в рабочей детали	Происходит прерывистое или неравномерное сверление.	Смените на стандартное ружейное сверло	
Другие	Наблюдается накопление стружки	Подробнее см. «Образование стружки» для деталей		
На выходе из рабочей детали	Причина в сверле	Наконечник слишком длинный	Уменьшите длину наконечника	
		Выбор направляющих планок не подходит	Используйте 2 направляющие, вместо 3	
		Зазор отверстия охлаждающей жидкости слишком велик	Уменьшите зазор отверстия для СОЖ	
	Неправильные условия резания	Подача (f) слишком высока	Используйте более низкую подачу	
Причина в рабочей детали	Поверхность заготовки наклонена	Используйте более низкую подачу		
Во время обратного хода	Причина в станке	Зажим заготовки неустойчив	Плотно зажмите заготовку	
	Неправильные условия резания	Крутящий момент (мощность резания)увеличивается за счет уменьшения диаметра отверстия	Уменьшите скорость резания (Vc)	

## Инструменты для сверления

### Устранение неполадок в ружейном сверлении

Проблема	Причина	Контрмера		
Точность отверстия	Черновое качество поверхности	Причина в станке	Зажим заготовки неустойчив	Плотно зажмите заготовку
		Не подходит тип СОЖ	Используйте водонерастворимую СОЖ	
		Инеродный материал находится в хладагенте	Тщательно фильтруйте СОЖ(используйте фильтр с точностью фильтрации 10 мкм или менее)	
		Выбег шпинделя слишком велик	Минимизируйте выбег шпинделя	
		Зазор между направляющей втулкой и сверлом не подходит	Замените направляющую втулку (зазор должен быть между +0.003мм и +0.008мм)	
		Скорость подачи (Vf) изменяется	Используйте механическую подачу	
		Число оборотов изменяется (уменьшается)	Увеличьте мощность станка или отрегулируйте условия резания.	
		Причина в сверле	Возникает ненормальный урон	Подробнее см. «Короткий срок службы инструмента».
			Некачественная заточка	Убедитесь, что на сверле нет повреждений, и геометрия режущей кромки не изменилась
	Неправильные условия резания		Подача (f) слишком высока	Уменьшите подачу
	Другие	Наблюдается накопление стружки	Подробнее см.«Образование стружки»для деталей	
	Неприемлемые, шероховатые, цилиндричность, и припуск	Причина в станке	Зазор между направляющей втулкой и сверлом не подходит	Замените направляющую втулку (зазор должен быть между +0.003мм и +0.008мм)
Направляющая втулка отличается от поверхности заготовки на входе			Контакт направляющей втулке должен быть вплотную к заготовке	
Тип СОЖ не подходит			Используйте водонерастворимую СОЖ	
Причина в сверле		Концентричность направляющей втулки и шпинделя слишком велика	Уменьшите концентричность направляющей втулки и шпинделя	
		Возникает ненормальный урон	Подробнее см. «Короткий срок службы инструмента».	
Некачественная заточка		Убедитесь, что на сверле нет повреждений, и геометрия режущей кромки не изменилась		
Неправильные условия резания		Подача (f) не подходит	Используйте рекомендованную подачу	
Проблемы в рабочей детали	Происходит прерывистое или неравномерное сверление.	Смените на стандартное ружейное сверло		
Другие	Наблюдается накопление стружки	Подробнее см.«Образование стружки»для деталей		
Выгибание отверстия	Причина в станке	Зажим заготовки неустойчив	Плотно зажмите заготовку	
		Направляющая втулка отличается от поверхности заготовки на входе	Контакт направляющей втулке должен быть вплотную к заготовке	
		Концентричность направляющей втулки и шпинделя слишком велика	Уменьшите концентричность направляющей втулки и шпинделя	
		Зазор между направляющей втулкой и сверлом не подходит	Замените направляющую втулку (зазор должен быть между +0.003мм и +0.008мм)	
	Причина в сверле	Выбор направляющих прокладок не подходит	Используйте 2 направляющие, вместо 3	
		Некачественная заточка	Убедитесь, что на сверле нет повреждений, и геометрия режущей кромки не изменилась	
	Неправильные условия резания	Подача (f) слишком высока	Уменьшите подачу	
	Проблемы в рабочей детали	Заготовка имеет полости или неровности	Используйте деталь без дефекта	
		Поверхность заготовки наклонена на входе	Используйте низкую подачу	
Происходит прерывистое или неравномерное сверление.		Смените на стандартное ружейное сверло		

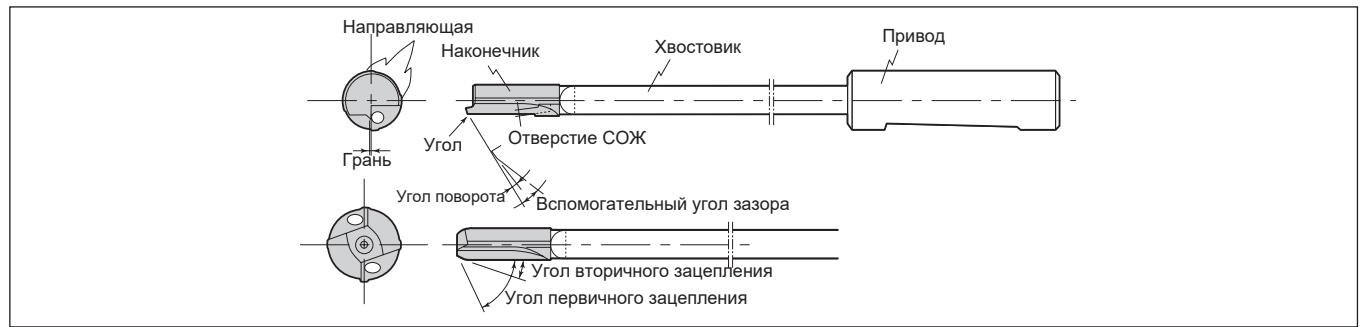
## Инструменты для сверления

### Устранение неполадок в ружейном сверлении

Проблема		Возможные причины		Контрмеры	
Точность отверстия	Черновое качество обработки	Причина в станке	Не подходит тип СОЖ	Используйте водонерастворимую СОЖ	
			Инородный материал находится в СОЖ	Тщательно фильтруйте СОЖ(используйте фильтр с точностью фильтрации 10 мкм или менее)	
			Зазор между направляющей втулкой и сверлом не подходит	Замените направляющую втулку (зазор должен быть между +0.003мм и +0.008мм)	
			Возникает эффект взбивания	Поместите направляющую втулку в соответствующее положение	
			Концентричность направляющей втулки и шпинделя слишком велика	Уменьшите концентричность направляющей втулки и шпинделя	
			Температура СОЖ слишком высока	Увеличьте емкость бака	
		Причина в сверле	Выбор направляющих втулок не подходит	Используйте 2 направляющие, вместо 3	
			Некачественная заточка	Убедитесь, что на сверле нет повреждений, и геометрия режущей кромки не изменилась	
			Общая длина сверла является чрезмерной	Уменьшите общую длину сверла	
			Из-за чрезмерного износа происходит изменение формы стружки	Восстановите сверло (уменьшите срок работы инструмента)	
		Неправильные условия резания	Скорость резания (Vc) слишком высока	Уменьшите скорость резания	
			Подача (f) слишком высока	Уменьшите подачу	
			Давление СОЖ недостаточно высоко	Увеличьте давление СОЖ	
		Причина в рабочей детали	Неравномерное качество материала	Уменьшите скорость резания (Vc)	
Отвод стружки	Накопление стружки	Причина в станке	Форма направляющей втулки не подходит	Измените наконечник направляющей втулки в соответствии с формой поверхности заготовки на входе	
			Число оборотов изменяется (уменьшается)	Увеличьте мощность станка или отрегулируйте условия резания	
			Мало места для эффективного удаления стружки	Увеличьте место для отвода стружки	
		Неправильные условия резания	Подача (f) не подходит	Используйте рекомендованную подачу	
			Давление СОЖ недостаточно высоко	Увеличьте давление охлаждающей жидкости	
		Причина в рабочей детали	Происходит прерывистое или неравномерное сверление.	Смените на стандартное ружейное сверло	
	Работа выполнена для штабелированных пластин		Измените форму режущей кромки так, чтобы сердцевины стали маленькими		
	Не постоянное качество материала		Увеличьте подачу		
	Запугивание стружки	Причина в сверле	Режущая кромка с трещинами или скошена	Подробнее см. «Поломка».	
			Износ на внешнем углу чрезмерный	Восстановите сверло (уменьшите срок работы инструмента)	
		Неправильные условия резания	Подача (f) слишком низкая	Увеличьте подачу	
Причина в рабочей детали		Требуется сверление центрального отверстия	Сделайте центральное отверстие чуть меньше, чем диаметр сверла, и увеличьте давление охлаждающей жидкости		

## Инструменты для сверления

### Номенклатура для расточки ружейными сверлами



### Устранение неполадок при растачивании пушечными сверлами

Проблема	Возможная причина		Контрмеры	
Разрыв развертки	Увеличенный крутящий момент за счет чрезмерно малого зазора	● Угол фаски маленький	● Увеличьте угол фаски и уменьшите вылет штока	
		● Чрезмерный износ периферийной режущей кромки	● Уменьшите скорость резания, чтобы предотвратить периферийный износ кромки ● Повысить смазывающую способность режущей жидкости	
	Залипание	● Неисправная фильтрация СОЖ ● Неправильный выбор СОЖ ● Недостаточное давление СОЖ	● Повысить качество фильтрации ● Переход на СОЖ с повышенной смазывающей способностью ● Повысить давление жидкости	
	Механические проблемы		● Ремонт электрооборудования ● Улучшить метод зажима детали	
Неверная точность обработки	Плохая шероховатость поверхности	Чрезмерная скорость подачи на каждый зуб	● Уменьшить давление жидкости ● Увеличение количества зубцов	
		Неправильные спецификации инструмента	● Чрезмерный угол фаски ● Чрезмерный задний конус ● Не точные периферийные устройства	● Уменьшить угол фаски ● Уменьшить конусность ● Улучшить точность выполнения
	Слишком большой и неравномерный размер	Поврежденный наконечник	● Вырвы кромки ● Остаточное повреждение в процессе	● Улучшить точность выполнения ● Полностью удалить остаточный урон
		Неправильная СОЖ	● Чрезмерное давление жидкости ● Неправильный выбор режущей жидкости	● Уменьшить давление жидкости ● Повысить активность и смазывающую способность жидкости
		Неверная точность станка		● Правильный ход шпинделя и зазор и выравнивание втулки
		Неисправный зажим детали	● Неправильное положение зажима ● Неправильная зажимная сила	● Неправильное положение зажима ● Увеличьте силу зажима
	Дефектный из-за овальности	Неверная точность станка	● Чрезмерный зазор втулки ● Неисправность шпинделя и выравнивание	● Правильный зазор втулки ● Исправьте шпиндель и выровняйте его
		Неправильные спецификации инструмента	● Внешний выход из развертки большой ● Недостаточная жесткость развертки	● Подобрать правильный размер ● Повысить жесткость развертки
		Неправильное положение зажима детали		● Изменить положение зажима
		Неравномерность толщины стенки заготовки		● Уменьшить ширину направляющей расширителя (ширина фаски)
Недостаточное количество припуска	Угол фаски маленький		● Увеличьте угол фаски	
	Чрезмерный износ периферийной режущей кромки	● Слишком высокая скорость резания ● Неисправная смазывающая способность СОЖ	● Уменьшить скорость резания ● Увеличьте смазочную способность	
	Неправильная переточка (остался ущерб)		● Увеличьте запас запасных частей	

## Допуски ISO (Классы IT)

### Допуски ISO (Классы IT)

Классы международного допуска показывают допуск ISO для разницы диаметров отверстия и стержня. По мере добавления числа после увеличения допуска ISO, допуск становится грубым. В зависимости от базового размера, величина допуска меняется для каждого класса. В каталоге, классы ISO показаны в виде инструкции размерного отклонения в диаметрах отверстий обрабатываемых сверлом. Для информации, допуск H8 для отверстия диаметром 8.0 составляет от 0 до +0.022мм, ширина значения такая же как у IT8. В таблице приведённой ниже, области допуска достижимого с помощью обычных сверлильных инструментов разделены разными цветами. Монолитные сверла в основном используются для обработки отверстий от IT9 до 12. Для обработки отверстия лучше чем IT8, требуется такой процесс чистовой обработки, как развёртывание. Для обработки отверстия лучше чем IT5, требуется высокоточная чистовая обработка. Данное описание основано на обработке обычной стали. На практике, класс ISO достижимый с помощью инструментов сильно варьирует в зависимости от твёрдости и состава рабочего материала.

### ● Классы ISO

Базовые размеры (мм)		Международные классы допуска																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
>	≤							(мкм)						(мм)					
-	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	73	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

Область допуска  
требующая процесса  
чистовой обработки  
развертыванием.

Область допуска  
достижимая с  
помощью  
монолитных сверл

Область допуска  
достижимая с  
помощью сверл с  
пластинами

# Руководство пользователя - Технический справочник

## Отклонения валов, используемых в общемашиностроительных установках

### Предельные отклонения размеров стержней используемых в распространённых посадках

(JIS B0401 extract)

Базовый размер шага (мм)		Поле допуска вала (мкм.)															
>	≤	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6
-	3	-14 -39	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-2 -6	-2 -8	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	±2	±3	±5	+4 0	+6 0
3	6	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+6 +1	+9 +1
6	10	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7	+7 +1	+10 +1
10	14	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1
14	18																
18	24	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10	+11 +2	+15 +2
24	30																
30	40	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12	+13 +2	+18 +2
40	50																
50	65	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2
65	80																
80	100	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17	+18 +3	+25 +3
100	120																

В каждом шаге приведённом в таблице, верхнее значение показывает отклонение в большую сторону, а нижнее значение в меньшую.

### Предельные отклонения размеров отверстий используемых в распространённых посадках

(JIS B0401 extract)

Базовый размер шага (мм)		Поле допуска отверстия (мкм.)																
>	≤	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7	H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7
-	3	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	±3	±5	0 -6	0 -10
3	6	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	±4	±6	+2 -6	+3 -9
6	10	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	±4.5	±7	+2 -7	+5 -10
10	14	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	±5.5	±9	+2 -9	+6 -12
14	18																	
18	24	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	±6.5	±10	+2 -11	+6 -15
24	30																	
30	40	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	±8	±12	+3 -13	+7 -18
40	50																	
50	65	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	±9.5	±15	+4 -15	+9 -21
65	80																	
80	100	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	±11	±17	+4 -18	+10 -25
100	120																	

В каждом шаге приведённом в таблице, верхнее значение показывает отклонение в большую сторону, а нижнее значение в меньшую.



# Руководство пользователя- Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Углеродистые стали и легированные стали

Тип	Япония	Международный	Другие страны				
	JIS		ISO	США AISI SAE	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN
Углеродистая сталь	S10C	C10	1010	C10 C10E C10R	C10E C10R	C10E C10R	-
	S15C	C15E4 C15M2	1015	C15 C15E C15R	C15E C15R	C15E C15R	-
	S20C	-	1020	C22, C22E C22R	C22 C22E C22R	C22 C22E C22R	-
	S25C	C25 C25E4 C25M2	1025	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	C25 C25E C25R	-
	S30C	C30 C30E4 C30M2	1030	C30 C30E C30R	C30 C30E C30R	C30 C30E C30R	30Г
	S35C	C35 C35E4 C35M2	1035	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	C35 C35E C35R	35Г
	S40C	C40 C40E4 C40M2	1039 1040	C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	C40 C40E C40R	40Г
	S43C	-	1042 1043	080A42	-	-	40Г
	S45C	C45 C45E4 C45M2	1045 1046	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	C45 C45E C45R	45Г
	S48C	-	-	-	-	-	45Г
	S50C	C50 C50E4 C50M2	1049	C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	C50 C50E C50R	50Г
	S53C	-	1050 1053	-	-	-	50Г
	S55C	C55 C55E4 C55M2	1055	C55 C55E C55R	C55 C55E C55R	C55 C55E C55R	-
	S58C	C60 C60E4 C60M2	1059 1060	C60 C60E C60R	C60 C60E C60R	C60 C60E C60R	60Г

Тип	Япония	Международный	Другие страны					
	JIS		ISO	США AISI SAE	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN	Россия Гост
Хромо- никелевая сталь	SNC236	-	-	-	-	-	40XH	
	SNC415(H)	-	-	-	-	-	-	
	SNC631(H)	-	-	-	-	-	30XH3A	
	SNC815(H)	15NiCr13	-	15NiCr13	15NiCr13	15NiCr13	-	
	SNC836	-	-	-	-	-	-	
Легированная сталь	SNCM220	20NiCrMo2	8615 8617(H)	20NiCrMo2-2	20NiCrMo2-2	20NiCrMo2-2	-	
		20NiCrMoS2	8620(H) 8622(H)	20NiCrMoS2-2	20NiCrMoS2-2	20NiCrMoS2-2	-	
	Хромо- никелево- молибде- новая сталь	SNCM240	41CrNiMo2	8637	-	-	-	-
			41CrNiMoS2	8640	-	-	-	-
		SNCM415	-	-	-	-	-	-
		SNCM420(H)	-	4320(H)	-	-	-	20XH2M(20XHM)
		SNCM431	-	-	-	-	-	-
		SNCM439	-	4340	-	-	-	-
		SNCM447	-	-	-	-	-	-
		SNCM616	-	-	-	-	-	-
SNCM625	-	-	-	-	-	-		
SNCM630	-	-	-	-	-	-		
SNCM815	-	-	-	-	-	-		

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя - Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Сталь легированная

Тип	Япония	Международный	Другие страны				
	JIS		ISO	США AISI SAE	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN
Хромистая сталь	SCr415(H)	-	-	17Cr3 17CrS3	17Cr3 17CrS3	17Cr3 17CrS3	15X 15XA
	SCr420(H)	20Cr4(H) 20CrS4	5120(H)	-	-	-	20X
	SCr430(H)	34Cr4 34CrS4	5130(H) 5132(H)	34Cr4 34CrS4	34Cr4 34CrS4	34Cr4 34CrS4	30X
	SCr435(H)	34Cr4 34CrS4 37Cr4 37CrS4	5132	37Cr4 37CrS4	37Cr4 37CrS4	37Cr4 37CrS4	35X
	SCr440(H)	37Cr4 37CrS4 41Cr4 41CrS4	5140(H)	530M40 41Cr4 41CrS4	41Cr4 41CrS4	41Cr4 41CrS4	40X
	SCr445(H)	-	-	-	-	-	45X
Хромо-молибденовая сталь	SCM415(H)	-	-	-	-	-	-
	SCM418(H)	18CrMo4 18CrMoS4	-	18CrMo4 18CrMoS4	18CrMo4 18CrMoS4	18CrMo4 18CrMoS4	20XM
	SCM420(H)	-	-	708M20(708H20)	-	-	20XM
	SCM430	-	4130	-	-	-	30XM 30XMA
	SCM432	-	-	-	-	-	-
	SCM435(H)	34CrMo4 34CrMoS4	4137(H)	34CrMo4 34CrMoS4	34CrMo4 34CrMoS4	34CrMo4 34CrMoS4	35XM
	SCM440(H)	42CrMo4 42CrMoS4	4140(H) 4142(H)	42CrMo4 42CrMoS4	42CrMo4 42CrMoS4	42CrMo4 42CrMoS4	-
	SCM445(H)	-	4145(H) 4147(H)	-	-	-	-
Марганцевая сталь и хромо-марганцевая сталь	SMn420(H)	22Mn6(H)	1522(H)	-	-	-	-
	SMn433(H)	-	1534	-	-	-	30Г2 35Г2
	SMn438(H)	36Mn6(H)	1541(H)	-	-	-	35Г2 40Г2
	SMn443(H)	42Mn6(H)	1541(H)	-	-	-	40Г2 45Г2
	SMnC420(H) SMnC443(H)	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Хромо-молибдено-алюминиевая сталь	SACM645	41CrAlMo74	-	-	-	-	-

### ● Нержавеющая сталь

Тип	Япония	Международный	Другие страны						
	JIS		ISO	США UNS	AISI SAE	Great Britain BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN	Россия ГОСТ
Нержавеющая сталь Аустенитная	SUS201	X12CrMnNiN17-7-5	S20100	201				Z12CMN17-07Az	
	SUS202	X12CrMnNiN18-9-5	S20200	202	284S16				12X17Г9АН4
	SUS301	X10CrNi18-8	S30100	301	301S21		X12CrNi17-7	Z11CN17-08	07X16H6
	SUS301L	X2CrNiN18-7					X2CrNiN18-7		
	SUS301J1						X12CrNi17-7		
	SUS302		S30200	302	302S25			Z12CN18-09	12X18H9
	SUS302B	X12CrNiSi18-9-3	S30215	302B					
	SUS303	X10CrNiS18-9	S30300	303	303S21		X10CrNiS18-9	Z8CNF18-09	
	SUS303Se		S30323	303Se	303S41				12X18H10E
	SUS303Cu								
	SUS304	X5CrNi18-9	S30400	304	304S31		X5CrNi18-10	Z7CN18-09	08X18H10
	SUS304L	X2CrNi18-9	S30403	304L	304S11		X2CrNi19-11	Z3CN19-11	03X18H11
	SUS304N1	X5CrNiN18-8	S30451	304N				Z6CN19-09Az	
	SUS304N2		S30452						
	SUS304LN	X2CrNiN18-9	S30453	304LN			X2CrNiN18-10	Z3CN18-10Az	
	SUS304J1								
	SUS304J2								
SUS304J3		S30431	S30431						
SUS305	X6CrNi18-12	S30500	305	305S19		X5CrNi18-12	Z8CN18-12	06X18H11	

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя- Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Нержавеющая сталь

Тип	Япония	Международный	Другие страны							
			США		Великобритания	Германия	Франция	Россия		
			JIS	ISO	UNS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ
Нержавеющая сталь	Аустенитная	SUS305J1								
		SUS309S			S30908	309S			Z10CN24-13	
		SUS310S	X6CrNi25-21		S31008	310S	310S31		Z8CN25-20	10X23H18
		SUS315J1								
		SUS315J2								
		SUS316	X5CrNiMo17-12-2 X3CrNiMo17-12-3		S31600	316	316S31	X5CrNiMo17-12-2 X5CrNiMo17-13-3	Z7CND17-12-02 Z6CND18-12-03	
		SUS316F								
		SUS316L	X2CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo17-12-3 X2CrNiMo18-14-3		S31603	316L	316S11	X2CrNiMo17-13-2 X2CrNiMo17-14-3	Z3CND17-12-02 Z3CND17-12-03	03X17H14M3
		SUS316N			S31651	316N				
		SUS316LN	X2CrNiMoN17-11-2 X2CrNiMoN17-12-3		S31653	316LN		X2CrNiMoN17-12-2 X2CrNiMoN17-13-3	Z3CND17-11Az Z3CND17-12Az	
		SUS316Ti	X6CrNiMoTi17-12-2		S31635			X6CrNiMoTi17-12-2	Z6CNDT17-12	08X17H13M2T
		SUS316J1								
		SUS316J1L								
		SUS317			S31700	317	317S16			
		SUS317L	X2CrNiMo19-14-4		S31703	317L	317S12	X2CrNiMo18-16-4	Z3CND19-15-04	
		SUS317LN	X2CrNiMoN18-12-4		S31753				Z3CND19-14Az	
		SUS317J1								
		SUS317J2								
		SUS317J3L								
		SUS836L			N08367					
		SUS890L	X1CrNiMoCu25-20-5		N08904	N08904	904S14		Z2NCDU25-20	
		SUS321	X6CrNiTi18-10		S32100	321	321S31	X6CrNiTi18-10	Z6CNT18-10	08X18H10T
		SUS347	X6CrNiNb18-10		S34700	347	347S31	X6CrNiNb18-10	Z6CNNb18-10	08X18H12B
		SUS384	X3NiCr18-16		S38400	384			Z6CN18-16	
		SUSXM7	X3CrNiCu18-9-4		S30430	304Cu	394S17		Z2CNU18-10	
	SUSXM15J1			S38100				Z15CNS20-12		
	Аустенитная Ферритная	SUS329J1		S32900	329					
		SUS329J3L	X2CrNiMoN22-5-3	S31803	31803			Z3CNDU22-05Az	08X21H6M2T	
		SUS329J4L	X2CrNiMoCuN25-6-3	S32250	32250			Z3CNDU25-07Az		
	Ферритная	SUS405	X6CrAl13	S40500	405	405S17	X6CrAl13	Z8CA12		
		SUS410L						Z3C14		
		SUS429		S42900	429					
		SUS430	X6Cr17	S43000	430	430S17	X6Cr17	Z8C17	12X17	
		SUS430F	X7CrS17	S43020	430F		X7CrS18	Z8CF17		
		SUS430LX	X3CrTi17 X3CrNb17	S43035			X6CrTi17	Z4CT17		
		SUS430J1L	X2CrTi17				X6CrNb17	Z4CNb17		
		SUS434	X6CrMo17-1	S43400	434	434S17	X6CrMo17-1	Z8CD17-01		
		SUS436L	X1CrMoTi16-1	S43600	436					
		SUS436J1L								
		SUS444	X2CrMoTi18-2	S44400	444			Z3CDT18-02		
		SUS445J1								
		SUS445J2								
		SUS447J1			S44700					
		SUSXM27			S44627				Z1CD26-01	
		Мартенситная	SUS403		S40300	403				
SUS410			X12Cr13	S41000	410	410S21	X10Cr13	Z13C13		
SUS410S			X6Cr13	S41008	410S	403S17	X6Cr13	Z8C12	08X13	
SUS410F2										
SUS410J1					S41025					
SUS416	X12CrS13		S41600	416	416S21		Z11CF13			
SUS420J1	X20Cr13		S42000	420	420S29	X20Cr13	Z20C13	20X13		
SUS420J2	X30Cr13		S42000	420	420S37	X30Cr13	Z33C13	30X13		
SUS420F	X29CrS13		S42020	420F			Z30CF13			
SUS420F2										
SUS429J1										
SUS431	X19CrNi16-2		S43100	431	431S29	X20CrNi17-2	Z15CN16-02	20X17H2		
SUS440A	X70CrMo15		S44002	440A			Z70C15			
SUS440B		S44003	440B							
SUS440C	X105CrMo17	S44004	440C			Z100CD17	95X18			
SUS440F		S44020	S44020							
Дисперсионно твердеющий тип	SUS630	X5CrNiCuNb16-4	S17400	S17400			Z6CNU17-04			
	SUS631	X7CrNiAl17-7	S17700	S17700		X7CrNiAl17-7	Z9CNA17-07	09X17H7IO		
	SUS631J1									

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя - Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Жаропрочная сталь

Тип	Япония	Международный	Другие страны						
	JIS		ISO	США		Великобритания	Германия	Франция	Россия
			UNS	AISI SAE	BS BS/EN	DIN DIN/EN	NF NF/EN	ГОСТ	
Жаропрочная сталь	Аустенитная	SUH31			331S42		Z35CNWS14-14	45X14H14B2M	
		SUH35		S63008	349S52		Z52CMN21-09Az		
		SUH36			349S54	X53CrMnNi21-9	Z55CMN21-09Az	55X20Г9 АН4	
		SUH37		S63017	381S34				
		SUH38							
		SUH309		S30900	309	309S24		Z15CN24-13	
		SUH310		S31000	310	310S24	CrNi2520	Z15CN25-20	20X25H20C2
		SUH330		N08330	N08330			Z12NCS35-16	
		SUH660		S66286				Z6NCTV25-20	
		SUH661		R30155					
Жаропрочная сталь	Ферритная	SUH21				CrAl1205			
		SUH409	X6CrTi12	S40900	409	409S19	X6CrTi12	Z6CT12	
		SUH409L	X2CrTi12					Z3CT12	
		SUH446		S44600	446			Z12C25	15X28
Жаропрочная сталь	Мартенситная	SUH1		S65007	401S45	X45CrSi9-3	Z45CS9		
		SUH3					Z40CSD10	40X10C2M	
		SUH4			443S65		Z80CSN20-02		
		SUH11						40X9C2	
		SUH600						20X12BHMБФР	
		SUH616		S42200					

### ● Инструментальная сталь

Тип	Япония	Международный	США	Тип	Япония	Международный	США
	JIS		ISO		AISI ASTM		JIS
Углеродистая инструментальная сталь	SK140	-	-	Легированная инструментальная сталь	SKS5	-	-
	SK120	C120U	W1-11 1/2		SKS51	-	L6
	SK105	C105U	W1-10		SKS7	-	-
	SK95	-	W1-9		SKS81	-	-
	SK90	C90U	-		SKS8	-	-
	SK85	-	W1-8		SKS4	-	-
	SK80	C80U	-		SKS41	-	-
	SK75	-	-		SKS43	105V	W2-9 1/2
	SK70	C70U	-		SKS44	-	W2-8 1/2
	SK65	-	-		SKS3	-	-
	SK60	-	-		SKS31	-	-
					SKS93	-	-
					SKS94	-	-
			SKS95	-	-		
Быстрорежущая сталь	SKH2	HS18-0-1	T1	SKD1	X210Cr12	D3	
	SKH3	-	T4	SKD2	X210CrW12	-	
	SKH4	-	T5	SKD10	X153CrMoV12	-	
	SKH10	-	T15	SKD11	-	D2	
	SKH40	HS6-5-3-8	-	SKD12	X100CrMoV5	A2	
	SKH50	HS1-8-1	-	SKD4	-	-	
	SKH51	HS6-5-2	M2	SKD5	X30WCrV9-3	H21	
	SKH52	HS6-6-2	M3-1	SKD6	-	H11	
	SKH53	HS6-5-3	M3-2	SKD61	X40CrMoV5-1	H13	
	SKH54	HS6-5-4	M4	SKD62	X35CrWMoV5	H12	
	SKH55	HS6-5-2-5	-	SKD7	32CrMoV12-28	H10	
	SKH56	-	M36	SKD8	38CrCoWV18-17-17	H19	
	SKH57	HS10-4-3-10	-	SKT3	-	-	
SKH58	HS2-9-2	M7	SKT4	55NiCrMoV7	-		
SKH59	HS2-9-1-8	M42	SKT6	45NiCrMo16	-		
Легированная инструментальная сталь	SKS11	-	F2				
	SKS2	-	-				
	SKS21	-	-				

### ● Сталь специального назначения

Тип	Япония	Международный	США	Тип	Япония	Международный	США
	JIS		ISO		AISI ASTM		JIS
Легко обрабатываемая углеродистая сталь	SUM11	-	1110	Легко обрабатываемая углеродистая сталь	SUM32	-	-
	SUM12	-	1109		SUM41	-	1137
	SUM21	9S20	1212		SUM42	-	1141
	SUM22	11SMn28	1213		SUM43	44SMn28	1144
	SUM22L	11SMnPb28	-				
	SUM23	-	1215	Высоко углеродистая хромовая	SUJ1	B1	52100
	SUM23L	-	-		SUJ2	B2	ASTM A
	SUM24L	11SMnPb28	12L14		SUJ3	-	485
	SUM25	12SMn35	-		SUJ4	-	Grade 1
	SUM31	-	1117		SUJ5	-	-
	SUM31L	-	-				

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя- Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Литые или ковкие стали

Тип	Япония	Международный	Другие страны					
	JIS		ISO	США AISI ASTM	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/ EN	Франция NF NF/EN	Россия ГОСТ
Литейная сталь	Углеродистая сталь	SC	200-400, 230-450, 270-480	U-	A1, A2	GS-	GE230, GE280, GE320	-
	Литейная сталь для сварных конструкций	SCW	200-400W, 230-450W, 270-480W, 340-550W	WCA, WCB, WCC	A4	-	GE230, GE280	-
	Жаропрочная литейная сталь	SCH	GX40CrSi24, GX40CrNiSi22-10, GX40NiCrSi38-19	Grade HC, HD, HF	309C30, 310C45, 330C12	-	GX40NiCrNb45-35, GX50NiCrCoW35-25-15-5	-
	Литейная сталь для сервиса с высокими температурами и давлением	SCPH	-	Grade WC1, WC6, WC9	A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5, B7	G20Mo5, G17CrMo5-5, G17CrMo5-10	G17CrMo9-10, GX15CrMo5, GP240GH, GP280GH	-
	Литейная сталь для сервиса с низкими температурами и высоким давлением	SCPL	-	Grade LCB, LC1, LC2, LC3	AL1, BL2	-	FB-M, FC1-M, FC2-M, FC3-M	-
Чугун	Серый литейный чугун	FC	100,150,200,250, 300,350	No.20,25,30,35, 40,45,50	EN-GJL-	EN-GJL-	EN-GJL-	-
	Литейный чугун со сферическим графитом	FCD	700-2, 600-3, 500-7, 450-10, 400-15, 400-18, 350-22	60-40-18, 65-45-12, 8-55-06, 100-70-03, 120-90-02	EN-GJS-	EN-GJS-	EN-GJS-	Вч
	Изотермический литейный чугун со сферическим графитом	FCAD	-	-	EN-GJS-	EN-GJS-	EN-GJS-	-
	Аустенитный литейный чугун	FCA-FCDA-	L-, S-	Type 1, 2, Type D-2, D-3A Class 1, 2	F1, F2, S2W, S5S	GGL-, GGG-	L-, S-	-
Ковкая сталь	Универсальная ковкая углеродистая сталь	SF	-	Class A, B, C, D, E, F	C22, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60	P285, P355	P245, P280, P305	-
	Универсальная молибдено-хромовая ковкая сталь	SFCM	-	Class E, F, G, I Grade 3A, 4 Class G, J, K, L, M	-	-	-	-
	Универсальная молибдено-хромоникелевая ковкая сталь	SFNCM	-	Class G, H, I, J Class 3A, 4, 5, 6 Class K, L, M	-	-	-	-

### ● Цветные металлы

Тип	Япония	Международный	Другие страны		
	JIS		ISO	США ASTM SAE	Великобритания BS BS/EN
Медный литой сплав	CAC101	-	-	-	-
	CAC102	-	-	-	Cu-C(CC040AgradeC)
	CAC103	-	-	-	Cu-C(CC040AgradeA,B)
Латунное литье	CAC201	-	-	-	CuZn15As-C(CC760S)
	CAC202	-	C85400	-	CuZn33Pb2-C(CC750S)
	CAC203	-	C85700	-	CuZn39Pb1-C(CC754S)
Высокопрочное латунное литье	CAC301	-	C86500	-	CuZn35Mn2Al1Fe-C(CC765S)
	CAC302	-	C86400	-	CuZn34Mn3Al2Fe1-C(CC764S)
	CAC303	-	C86200	-	CuZn25Al5Mn4Fe3-C(CC762S)
	CAC304	-	C86300	-	CuZn25Al5Mn4Fe3-C(CC762S)
Бронзовое литье	CAC401	-	C84400	-	CuSn3Zn8Pb5-C(CC490K)
	CAC402	-	C90300	-	-
	CAC403	-	C90500	-	-
	CAC406	-	C83600	-	CuSn5Zn5Pb5-C(CC490K)
Бронзо-фосфорное литье	CAC407	-	C92200	-	-
	CAC502A	-	-	-	-
	CAC502B	-	C90700	-	CuSn10-C(CC480K)
	CAC503A	-	C90800	-	CuSn12-C(CC483K)
Бронзо-алюминиевое литье	CAC503B	-	-	-	-
	CAC701	-	C95200	-	CuAl10Fe2-C(CC331G)
	CAC702	-	C95400	-	-
	CAC703	-	C95410	-	CuAl10Ni3Fe2-C(CC332G)
Кремнисто-бронзовое литье	CAC704	-	C95800	-	CuAl10Fe5Ni5-C(CC333G)
	CAC801	-	-	-	-
Кремнисто-бронзовое литье	CAC802	-	C87500	-	-
	CAC803	-	C87400	-	-
					CuZn16Si4-C(CC761S)

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя - Технический справочник

## Обозначения металлов

### ● Цветные металлы

Тип	Япония	Международный	Другие страны				
	JIS		ISO	США ASTM SAE	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN
Алюминиевые сплавы	Чушки для литья из алюминиевого сплава	AC1B	Al-Cu4MgTi	204.0		EN AC-2100	
		AC2A	-	-		-	
		AC2B	-	319.0			
		AC3A	-	-			EN AC-44100
		AC4A	-	-			-
		AC4B	Al-Si8Cu3	333.0			EN AC-46200
		AC4C	Al-Si7Mg(Fe)	356.0			EN AC-42000
		AC4CH	Al-Si7Mg0.3	A356.0			EN AC-42100
		AC4D	-	355.0			EN AC-45300
		AC5A	Al-Cu4Ni2Mg2	242.0			-
		AC7A	-	514.0			-
		AC8A	Al-Si12CuNiMg	-			EN AC-48000
		AC8B	-	-			-
		AC8C	-	332.0			-
	AC9A	-	-			-	
	AC9B	-	-			-	
	Алюминиевый сплав кокильной отливки	ADC1	-	A413.0			-
		ADC3	-	A360.0			-
		ADC5	-	518.0			-
		ADC6	-	-			-
ADC10		-	-			-	
ADC10Z		-	A380.0			-	
ADC12		-	-			-	
ADC12Z		-	383.0			-	
ADC14	-	-	B390.0			-	
Магнелиевые сплавы	Литье магнелиевого сплава	MC5	-	AM100A			-
		MC6	-	ZK51A			-
		MC7	-	ZK61A			-
		MC8	MgRE3Zn2Zr	EZ33A			EN MC65120
		MC9	MgAg3RE2Zr	QE22A			EN MC65210
		MC10	MgZn4RE1Zr	ZE41A			EN MC35110
	Магнелиевый сплав кокильной отливки	MD1A	-	AZ91A			G-A9Z1Y4
		MDC1B	-	AZ91B			-
		MDC1D	MgAl9Zn1(A)	AZ91D			EN MC21120
		MDC2B	MgAl6Mn	AM60B			EN MC21320
Тип	Япония	Международный	Другие страны				
	JIS		ISO	США ASTM AA	Великобритания BS BS/EN	Германия DIN DIN/EN	Франция NF NF/EN
Алюминиевые сплавы	Профили из алюминевого сплава	A5052S	-	5052		EN AW-5052	
		A5454S	-	5454		EN AW-5454	
		A5083S	AlMg4.5Mn0.7	5083		EN AW-5083	
		A5086S	-	5086		EN AW-5086	
		A6061S	AlMg1SiCu	6061		EN AW-6061	
		A6063S	AlMg0.7Si	6063		EN AW-6063	
		A7003S	-	-			EN AW-7003
		A7N01S	-	-			-
		A7075S	AlZn5.5MgCu	7075			EN AW-7075

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя- Технический справочник

## Таблица сравнения твердости

● Ориентировочное значение преобразования для твердости по Бринеллю. \* 1 (Источник: JIS HB Черные материалы и металлургия I-2005)

HB		HV	Твердость по Роквеллу *3				HS		HB		HV	Твердость по Роквеллу*3				HS	
Бринелль, 10мм шар, нагрузка 3000 кг		Твердость по Виккерсу	HRA	HRB	HRC	HRD	По Шору	Прибл. прочность на разрыв (Мпа). * 2	Бринелль, 10 мм шар, нагрузка 3000 кг		Твердость по Виккерсу	HRA	HRB	HRC	HRD	По Шору	Прибл. прочность на разрыв (Мпа). * 2
Стандартный шар	Твердосплавный шар Tungsten		А шкала Нагрузка 60кг, алмазный индентор	Шкала В, нагрузка 100кг, Стальной шар диаметр 1/16 дюйма	Шкала С, нагрузка 150кг, алмазный индентор	Шкала D, нагрузка 100кг, алмазный индентор			Стандартный шар	Твердосплавный шар Tungsten		А шкала Нагрузка 60кг, алмазный индентор	Шкала В, нагрузка 100кг, Стальной шар диаметр 1/16 дюйма	Шкала С, нагрузка 150кг, алмазный индентор	Шкала D, нагрузка 100кг, алмазный индентор		
-	-	940	85.6	-	68.0	76.9	97	-	429	429	455	73.4	-	45.7	59.7	61	1510
-	-	920	85.3	-	67.5	76.5	96	-	415	415	440	72.8	-	44.5	58.8	59	1460
-	-	900	85.0	-	67.0	76.1	95	-	401	401	425	72.0	-	43.1	57.8	58	1390
-	(767)	880	84.7	-	66.4	75.7	93	-	388	388	410	71.4	-	41.8	56.8	56	1330
-	(757)	860	84.4	-	65.9	75.3	92	-	375	375	396	70.6	-	40.4	55.7	54	1270
-	(745)	840	84.1	-	65.3	74.8	91	-	363	363	383	70.0	-	39.1	54.6	52	1220
-	(733)	820	83.8	-	64.7	74.3	90	-	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
-	(722)	800	83.4	-	64.0	73.8	88	-	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
-	(712)	-	-	-	-	-	-	-	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
-	(710)	780	83.0	-	63.3	73.3	87	-	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
-	(698)	760	82.6	-	62.5	72.6	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	(684)	740	82.2	-	61.8	72.1	-	-	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
-	(682)	737	82.2	-	61.7	72.0	84	-	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
-	(670)	720	81.8	-	61.0	71.5	83	-	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
-	(656)	700	81.3	-	60.1	70.8	-	-	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	-	950
-	(653)	697	81.2	-	60.0	70.7	81	-	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
-	(647)	690	81.1	-	59.7	70.5	-	-	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
-	(638)	680	80.8	-	59.2	70.1	80	-	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
-	630	670	80.6	-	58.8	69.8	-	-	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
-	627	667	80.5	-	58.7	69.7	79	-	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
-	-	677	80.7	-	59.1	70.0	-	-	241	241	253	61.8	100.0	22.8	42.0	36	800
-	601	640	79.8	-	57.3	68.7	77	-	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
-	-	640	79.8	-	57.3	68.7	-	-	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
-	578	615	79.1	-	56.0	67.7	75	-	223	223	234	-	97.3	(18.8)	-	-	-
-	-	607	78.8	-	55.6	67.4	-	-	217	217	228	-	96.4	(17.5)	-	33	725
-	555	591	78.4	-	54.7	66.7	73	2055	212	212	222	-	95.5	(16.0)	-	-	705
-	-	579	78.0	-	54.0	66.1	-	2015	207	207	218	-	94.6	(15.2)	-	32	690
-	534	569	77.8	-	53.5	65.8	71	1985	201	201	212	-	93.8	(13.8)	-	31	675
-	-	553	77.1	-	52.5	65.0	-	1915	197	197	207	-	92.8	(12.7)	-	30	655
-	514	547	76.9	-	52.1	64.7	70	1890	192	192	202	-	91.9	(11.5)	-	29	640
-	-	539	76.7	-	51.6	64.3	-	1855	187	187	196	-	90.7	(10.0)	-	-	620
-	-	530	76.4	-	51.1	63.9	-	1825	183	183	192	-	90.0	(9.0)	-	28	615
-	495	528	76.3	-	51.0	63.8	68	1820	179	179	188	-	89.0	(8.0)	-	27	600
-	-	516	75.9	-	50.3	63.2	-	1780	174	174	182	-	87.8	(6.4)	-	-	585
-	-	508	75.6	-	49.6	62.7	-	1740	170	170	178	-	86.8	(5.4)	-	26	570
-	477	508	75.6	-	49.6	62.7	66	1740	167	167	175	-	86.0	(4.4)	-	-	560
-	-	495	75.1	-	48.8	61.9	-	1680	163	163	171	-	85.0	(3.3)	-	25	545
-	-	491	74.9	-	48.5	61.7	-	1670	156	156	163	-	82.9	(0.9)	-	-	525
-	461	491	74.9	-	48.5	61.7	65	1670	149	149	156	-	80.8	-	-	23	505
444	-	474	74.3	-	47.2	61.0	-	1595	143	143	150	-	78.7	-	-	22	490
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	137	137	143	-	76.4	-	-	21	460
-	444	472	74.2	-	47.1	60.8	63	1585	131	131	137	-	74.0	-	-	-	450
-	-	474	74.3	-	47.2	61.0	-	1595	126	126	132	-	72.0	-	-	20	435
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	121	121	127	-	69.8	-	-	19	415
-	-	474	74.2	-	47.1	60.8	63	1585	116	116	122	-	67.6	-	-	18	400
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	-	65.7	-	-	15	385

Примечание:

\* 1: Эта таблица основана на AMS Metals Handbook, восьмом выпуске, том 1, и включает некоторую информацию, добавленную в «Приблиз. прочность на растяжение (МПа)», например значения, вычисленные в метрике; и твердость по Бринеллю, которая превышает рекомендуемые значения.

\*2: 1 МПа = 1 Н/мм<sup>2</sup>

\*3: Цифры в () обычно не используются. Это просто ссылка.

## Шероховатость поверхности

(В соответствии с Японским промышленным стандартом V0601, 2011 и пояснения к нему)

Тип	Обозначение	Как определить	Пример (Рис.)
Среднеарифметическая высота Максимальная высота микронеровностей	<b>Ra</b>	<p>Ra Выбрать опорную длину в направлении средней линии кривой высот микронеровностей. Взять ось X в направлении вертикального возрастания. Выразить кривую высот микронеровностей в виде функции <math>Y = f(x)</math>. В этом случае величина, определяемая следующим уравнением выражается в микрометрах (мкм) и называется среднеарифметической высотой микронеровностей. <math>y = f(x)</math>:</p> $Ra = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell}  f(x)  dx$ <p>где, <math>\ell</math> : эталонная длина</p>	
Максимальная высота	<b>Rz</b>	<p>Rz Выбрать опорную длину в направлении средней линии кривой высот микронеровностей. Измерить расстояние между линией гребней и линией впадин выбранной области в направлении вертикального возрастания значений кривой высоты микронеровностей. Это значение выражается в микрометрах (мкм) и называется максимальной высотой.</p> $Rz = Rp + Rv$	
Средняя высота микронеровностей по десяти точкам	<b>RzJIS</b>	<p>RzJIS Выбрать опорную длину в направлении средней линии кривой высот микронеровностей. Определить сумму средней величины абсолютных значений высот (<math>Yp</math>) пяти гребней от средней линии и средней величины абсолютного значения высоты (<math>Yv</math>) пяти впадин, начиная с самой глубокой впадины. Это значение выражается в микрометрах (мкм) и называется средней высотой микронеровностей по десяти точкам.</p> $RzJIS = \frac{ Zp1+Zp2+Zp3+Zp4+Zp5  +  Zv1+Zv2+Zv3+Zv4+Zv5 }{5}$	<p>где, <math>Zp1, Zp2, Zp3, Zp4, Zp5</math> : Величина пяти самых высоких пиков профильных дискретизированных частей, соответствующей эталонной длине L</p> <p>где, <math>Zv1, Zv2, Zv3, Zv4, Zv5</math> : Величина пяти самых глубоких впадин профильных дискретизированных частей, соответствующей эталонной длине L</p>



# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Марки сплавов с покрытием CVD

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
Классификация	Символ															
<b>P</b>	P01	<b>T9105</b>	UE6105	AC810P	GC4205 GC4305	CA5505 CA510	HG8010	JC110V		TP0500 TP0501	KC9105 KCP05	IC8150 IC9150 IC9015	TT8115	TN10P TN20K	WPP01 WPP05 WPP05S	
	P10	<b>T9105</b> <b>T9115</b>	UE6105 UE6110	AC810P AC820P	GC4205 GC4215 GC4305 GC4315	CA5515 CA515	HG8010 GM8020	JC110V JC215V	CP7 CP5	TP0500 TP1500 TP0501 TP1501	KC9110 KC9105 KCP10	IC8150 IC9150 IC8080 IC9080 IC9015	TT8115	TN10P TN20K WP15CT	WPP05 WPP10 WAK20 WPP05S WPP10S	CTC3110 CTCK120
	P20	<b>T9115</b> <b>T9125</b>	UE6110 UE6020 MC6025	AC820P AC830P AC8025P	GC4215 GC4315 GC4225 GC4325	CA5515 CA515 CA5525 CA525	HG8025 GM8020 GM25	JC110V JC215V	CP7 CP5	TP1500 TP2500 TP1501 TP2501	KC9215 KC9225 KC9325 KCP25	IC8150 IC9150 IC9015 IC8250 IC9250	TT8125 TT5100	TN10P TN15M WP25CT	WPP20 WPP20S	CTCP115 CTCP125 CTC1425
	P30	<b>T9125</b> <b>T9135</b> <b>T6130</b>	MC6025 UE6035	AC8025P AC830P	GC4225 GC4235 GC4325	CA5525 CA5535 CA530	HG8025 GM8035 GM25	JC215V JC325V		TP2500 TP3500 TP2501	KC9140 KC9240 KCP30	IC8080 IC656 IC9350	TT8125 TT5100 TT8135	TN30P TN30M WP35CT	WPP30 WAK30 WPP30S	CTCP125 CTC1425 CTC1135 CTC1435 CTC2135
	P40	<b>T9135</b> <b>T6130</b>	UE6035 UH6400	AC830P AC630M	GC4235	CA5535 CA530	GM8035 GX30	JC325V		TP3500	KC9140 KC9240 KCP40	IC9350 IC635	TT8135 TT7100	TN30P TN30M	WPP30 WAK30 WPP30S	CTC1135 CTC1435 CTC2135
<b>M</b>	M10	<b>T9115</b>	MC7015	AC610M	GC2015	CA6515		JC110V			KCM15	IC9250 IC520M	TT9215	TN15M WM15CT		CTCP115
	M20	<b>T6120</b> <b>T9125</b>	MC7015 US7020 MC7025	AC6030M	GC2015 GC2025	CA6525	HG8025 GM25	JC110V		TM2000	KCM15 KCM25	IC9025 IC9350 IC4050	TT9215 TT9225	TN15M WM25CT		CTC1425 CTCP125 CTC1135
	M30	<b>T6130</b>	MC7025 US735	AC6030M AC630M	GC2025 GC235		GM8035 GM25 GX30	JC215V		TM2000 TM4000	KCM25 KCM35	IC9350 IC4050 IC635	TT9225 TT9235	TN30M WM35CT		CTC1435 CTC2135
	M40		US735		GC235		GX30			TM4000	KCM35 KCP40	IC635	TT9235			
<b>K</b>	K01	<b>T5105</b>	MC5005 UC5105	AC405K	GC3205	CA4505	HX3505	JC050W JC105V	CP1	TK1001 TK1000	KCK05	IC8080		WK05CT	WAK10 WPP01	
	K10	<b>T515</b> <b>T5105</b> <b>T5115</b>	MC5015 UC5115	AC415K	GC3210	CA4515	HX3515 GM10 HG8010	JC105V JC110V	CP1	TK1001 TK1000	KCK05 KCK15	IC9150 IC5100 IC4100	TT7005	WK05CT	WAK10 WPP10 WKK10S	CTC3110 CTC1425
	K20	<b>T515</b> <b>T5115</b> <b>T5125</b>	MC5015 UC5115	AC420K	GC3215	CA4515	HX3515 GM8020	JC110V JC215V	CP1	TK2000 TK2001	KCK15 KCK20	IC9150 IC5100 IC4100 IC9080	TT7310	WK20CT	WAK20 WPP20 WKK20S	CTC1435 CTCK120 CTCP115
	K30	<b>T5125</b> <b>T9115</b>					HG8025	JC215V			KCP25	IC520M IC4050			WAK30 WKP30S	CTCP125

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Марки сплавов с покрытием PVD

ISO	Классификация	Символ	Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit	
<b>P</b>	P01						PR1005									WXN10		
	P10	AH710	VP10RT		GC1525		PR930 PR1005 PR1115 PR1215 PR1425	IP2000	JC5003 JC5030	VM1 DT4 DM4	TS2000 CP200	KC5010 KC5510 KCU10	IC507 IC807 IC907		WS10PT	WSM10 WSM21		
	P20	AH120 AH725 AH730 SH725 SH730 J740	VP10RT VP15TF VP20MF VP20RT UP20M	AC520U	GC1525 GC1125		PR930 PR1025 PR1115 PR1215 PR1425 PR1225	IP2000 IP3000	JC5030 JC5040	VM1 DT4 DM4	TS2500 CP200	KC5025 KC5525 KCU25	IC507 IC807 IC907	TT9030	WS10PT WS25PT	WSM20 WSM21		
	P30	AH120 AH725 SH725 AH730 SH730 GH730 J740	VP15TF VP20MF VP20RT UP20M	AC530U	GC1125		PR1025 PR1225	IP3000	JC5040	DT4 DM4 QM3	CP500		KC5025 KC5525 KCU25	IC328 IC928 IC3028	TT9030 TT8020	WS25PT	WSM30	CTP1235 CTP1625 CTP2235
	P40	AH120 AH725 AH645		AC530U							CP500		IC328 IC3028	TT8020				CTP1235 CTP2235
<b>M</b>	M01												IC520			WXM10		
	M10	AH630	VP10RT		GC1105 GC1115 GC1525		PR1025 PR1215	IP100S IP050S	JC5003 JC8015	TM4 ZM3	TS2000 TS2500 CP200	KC5010 KC5510 KCU10	IC520 IC507 IC807 IC907		WS10PT	WSM10 WSM10S		
	M20	AH630 AH120 AH725 SH725 SH730 AH8015	VP10RT VP15TF VP20MF VP20RT UP20M	AC520U	GC1115 GC1125 GC1525		PR930 PR1025 PR1125 PR1215 PR1425 PR1225	IP100S IP050S	JC5015 JC5030 JC8015	TM4 ZM3 DT4 DM4	TS2500 CP200 CP500	KC5025 KC5525 KCU25	IC520 IC507 IC807 IC907 IC308 IC3028	TT9030 TT8010	WS10PT WS25PT	WSM20 WSM21 WSM20S	CTP1235 CTP2120	
	M30	AH645 AH120 AH725 SH725 SH730 J740	VP15TF VP20MF VP20RT UP20M MP7035	AC530U AC6040M	GC1125 GC2035		PR1125	IP100S	JC5015 JC5030 JC5040	TM4 ZM3 DT4 DM4	CP500		KC5025 KC5525 KCU25	IC3028 IC308 IC908 IC928	TT8020	WS25PT	WSM30 WSM30S	CTP1235 CTP2120 CTP2235 CTP1625
	M40	AH645	MP7035	AC530U AC6040M	GC2035								IC228 IC328					
<b>K</b>	K01	AH110											IC910					
	K10	AH110 AH110	VP10RT	AC510U			PR905 PR1215		JC5003 JC5015		TS2000 CP200	KC5010 KC5510 KCU10	IC910 IC308 IC508	TT9030	WS10PT		CTP6215	
	K20	AH120	VP10RT VP20RT VP15TF				PR905 PR1215		JC5015		TS2500 CP200 CP250	KC5025 KC5525 KCU25	IC910 IC308 IC508 IC928 IC1008	TT9030	WS10PT WS25PT		CTP6215	
	K30	AH120 GH130	VP20RT VP15TF								CP500		IC928 IC1008	TT9030	WS25PT		CTP1625	
<b>S</b>	S01	AH8005	VP05RT MP9005						JC8003							WSM10		
	S10	AH8005 AH8015	VP10RT MP9015	AC510U AC520U	GC1105		PR1305 PR1310		JC8015 JC5015	DT4 DM4	TS2000 TS2500 CP200 CP500	KC5010 KC5510 KCU10	IC507 IC807 IC907 IC908	TT8010	WS10PT	WSM10 WSM10S	CTP2235	
	S20	AH8015	VP15TF MP9015 VP20RT	AC520U	GC1115 GC1125		PR1310		JC8015 JC5015	DT4 DM4	TS2000 TS2500 CP200 CP500	KC5025 KC5525 KCU25	IC507 IC807 IC907 IC908	TT8020	WS10PT WS25PT	WSM20 WSM21 WSM20S	CTP2235	
	S30	AH630 AH7025	VP15TF VP20RT	AC520U	GC1125		PR1325						IC830 IC928		WS25PT	WSM30 WSM30S		

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Кермет для токарной обработки

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratzit	
Классификация	Символ																
<b>P</b>	P01	<b>NS520</b>	AP25N VP25N	T110A T1000A		TN30 PV30 TN6010 PV7010		LN10	Q15 C7Z		KT1120		PV3010 CT3000				
	P10	<b>GT9530</b> <b>J9530</b>	AP25N VP25N NX2525	T1500Z T2000Z T1200A T1500A	CT5015	TN60 TN6010 PV7010 TN610 PV710	CZ25	CX50 PX75	C7Z Z15	TP1020 C15M	KT315	IC30N IC530N	PV3010 CT3000	TT115	WCE10	TCC410 TCM10 TCM407	
	P20	<b>GT9530</b> <b>NS9530</b> <b>J9530</b>	AP25N VP25N VP45N NX2525 NX3025	T1200A T2000Z T1500Z T2000Z	CT5015 GC1525	TN90 TN6020 PV7020 PV7025 TN620 PV720	CZ25 CH550	CX75 PX75 PX90	C7Z T15	TP1020 TP1030 C15M	KT5020	IC30N IC530N	PV3010 CT3000	TT115	WCE10	TCC410 TCM10	
	P30	<b>NS9530</b>	VP45N NX4545	T3000Z	GC1525			PX90	N40 C7X								
<b>M</b>	M10	<b>NS520</b>	AP25N VP25N NX2525	T1000A T2000Z	CT5015	TN60 TN6020 PV7020 PV7025		LN10 CX50	C7Z C7X	TP1020 TP1030	KT315 KT5020		PV3010 CT3000	TT115		TCC410 TCM10 TCM407	
	M20	<b>GT9530</b> <b>NS9530</b> <b>J9530</b>	NX2525 AP25N VP25N	T1500A T2000Z	GC1525	TN90 TN6020 PV7020 PV7025	CZ25 CH550	CX75	C7Z C7X	C15M	KT5020	IC30N IC530N	PV3010 CT3000				
	M30	<b>NS9530</b>	NX4545	T3000Z													
<b>K</b>	K01	<b>NS520</b>	AP25N VP25N	T1000A		TN30 PV30 PV7005		LN10					PV3010 CT3000			TCC410	
	K10	<b>GT9530</b> <b>NS9530</b> <b>J9530</b>	AP25N VP25N NX2525	T1500A T2000Z	CT5015	TN60 TN6010 PV7005 PV7010	CZ25 CH550	LN10 CX75				KT315 KT5020	IC30N IC530N	CT3000	TT115		TCC410 TCM10 TCM407
	K20	<b>NS9530</b>	AP25N VP25N NX2525	T3000Z				CX75				KT5020					TCM407

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Цементированный карбид для точения

ISO Классификация	Символ	Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratzit	
		<b>P</b>	P01															
	P10	<b>TH10</b>		ST10P			WS10	SRT			P10	IC70		P10	TN15U			
	P20	<b>KS20</b>	UTi20T	ST20E	SMA H10F		EX35	SRT SR20	KM1	S10M	K125M TTM	IC70	P40	P20	TN15U			
	P30	<b>KS15F UX30</b>	UTi20T	A30 A30N	SM30 H10F	PW30	EX40	DX30 SR30	KM3	S25M	GK K600 TTR	IC28 IC54	P40	P30				S40T
	P40	<b>TX40</b>		ST40E			EX45	SR30		S60M	G13	IC28 IC54		P40				S40T
<b>M</b>	M01																	
	M10	<b>TH10</b>		U10E EH510	H10A		WA10B	UMN	KM1	890	K313	IC20		M10	TN15U WU10HT			
	M20	<b>KS20</b>	UTi20T	U2 EH520	H13A		EX35	DX25 UMS		HX 883	K68 KMF K125M TTM	IC20	IN30M	M20	TN15U WU10HT			CTW7120 H210T
	M30	<b>UX30</b>	UTi20T	A30 A30N	H10F SM30		EX45	UMS			GK K600 TTR	IC28	IN30M					
	M40	<b>TU40</b>						UM40			G13	IC28	IN30M	M40				S40T
<b>K</b>	K01	<b>KS05F</b>	HTi05T	H2 H1			WH01 WH05	KG03			K605			UF1	TN15U WU10HT			
	K10	<b>TH10</b>	HTi10	H1 EH10 EH510	H10	KW10	WH10	KG10 KT9 CR1	KM1	890	K313 K110M THM THM-U	IC20 IC09T	IN05S	K10	TN15U WU10HT			H210T H216T H10T
	K20	<b>KS15F KS20</b>	UTi20T	G10E EH20 EH520	H13A H10F	KW10 GW15	WH20	KT9 CR1 KG20 FB15		890 HX 883	K715 KMF K600	IC20 IC09T	IN05S IN10K IN15K IN30M	K20	TN15U WU10HT			CTW7120 H210T H216T H10T
	K30		UTi20T	G10E	H13A H10F	GW25		KG30		883	THR	IC28	IN10K IN15K IN30M	K30				
	K40										G13		IN30M					
<b>N</b>	N01	<b>KS05F</b>		H1	H10	KW10					K605	IC20						
	N10	<b>TH10</b>	HTi10	H1	H10 H10F	GW15	WH10	KT9 CR1	KM1	890 HX KX H15	K313 K110M THM THM-U	IC20 IC28	IN05S IN10K	K10	TN15U WU10HT	WK1 WK10		H210T H216T H10T
	N20	<b>KS15F</b>			H10F H13A		WH20	KT9 CR1	KM1	890 HX KX 883	K715 KMF K600	IC20 IC28	IN10K IN15K	K20	TN15U WU10HT	WK1 WK10		CTW7120 H210T H216T H10T
	N30									883 H25	G13 THR		IN15K IN30M					WK40 WMG40
<b>S</b>	S01		RT9005									IC20						
	S10	<b>KS05F TH10</b>	RT9005 RT9010	EH510	H10 H10A	KW10	WH10	KG10	KM1	890 883	K10 K313 THM	IC20	IN05S IN10K	K10	TN15U WU10HT	WK1		H210T H216T H10T
	S20	<b>KS15F KS20</b>	RT9010 TF15	EH520	H10F H13A	GW25	WH20	KG20	KM1	890 883 H25	K715 KMF	IC20 IC28	IN10K IN15K	K20	TN15U WU10HT	WK1 WMG40		CTW7120 H210T H216T H10T
	S30		TF15							883	G13 K600 THR		IN15K IN30M					WMG40
<b>H</b>	H01							KG03				IC20						
	H10	<b>TH10</b>			H13A			FZ05				IC20	IN10K	K10				
	H20							FZ15		890 HX 883			IN15K					

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Сплавы PCBN и PCD для точения

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
Классификация	Символ															
<b>K</b>	K01	<b>BX930</b> <b>BX910</b> <b>BX870</b>	MB710 MB730 MB5015	BN500 BNC500	CB7525 CB7050 CB50	KBN60M		B52		KB9610 KD120 KB1630	IB10K		KB90	WBH10C	WCB80	TA100 CTL3215
	K10	<b>BX470</b> <b>BX480</b> <b>BX950</b>	MB710 MB730	BN7000 BN7500 BN500 BNC500	CB7050 CB7925 CB50	KBN60M	JBN795	B23 B30 B52	CBN200 CBN300 CBN400C CBN010	KB9640 KD120 KB1630	IB05S IB10S		KB90A	WBK40U	WCB80 WCB50	TA120 TA201 CTL3215
	K20	<b>BXC90</b> <b>BX90S</b>	MB730 MBS140	BNS800	CB7050	KBN900		B23 B30 B52	CBN300 CBN500 CBN600 CBN010	KB1340 KB1345	IB90 IB25KD			WBK45U	WCB80	CTL3215
	K30	<b>BXC90</b> <b>BX90S</b>	MBS140	BNS800		KBN900		B16	CBN500 CBN600	KB1340 KB1345						
<b>S</b>	S01	<b>M714B</b>	MB730	BN350			JBN795	JP2	CBN170				KB90			
	S10	<b>BX470</b> <b>BX480</b> <b>BX950</b>	MB4020	BN7500	CB7050	KBN65B KBN65M		B23 B30	CBN200	KB1630	IB05S IB10S		KB90A	WBK45U	WCB80	TA201
<b>H</b>	H01	<b>BXM10</b> <b>BX310</b>	BC8110 MBC010 MB810	BNC100 BNC160 BNC2010 BNX10 BN1000	CB20	KBN510 KBN10C KBN05M KBN10M		B52 B5K	CBN10 CBN100 CBN160C CBN050C	KB1610 KB5610	IB05H IB10HC		KB50	WBH10C	WCB30	
	H10	<b>BXM10</b> <b>BX330</b> <b>BX530</b>	BC8110 MBC020 MB8025	BNC160 BNC200 BNC2020 BN250 BN1000	CB7015 CB7025 CB20 CB50	KBN525 KBN05M KBN10M KBN25M	JBN245	B36 B52 B6K	CBN150 CBN200 CBN300 CBN060K CBN050C CBN160C CBN300P CBN400C	KB9610 KB1610 KB5610	IB50 IB55 IB10H IB10HC IB20H IB25HA		KB50 TB650	WBH10C WBH10P WBH10U	WCB30 WCB50	CTL3215 TA100
	H20	<b>BXM20</b> <b>BXA20</b> <b>BX360</b>	MBC020 BC8120 MB8025 MB825	BNC200 BNC2020 BN250 BNX20 BNX25 BN2000	CB7025 CB20 CB7035	KBN525 KBN05M KBN10M KBN25M	JBN300 JBN330	B22 B36 B40 B6K	CBN150 CBN200 CBN300 CBN060K CBN160C CBN300P CBN400C	KB5625 KB1625	IB20H IB20HC IB25HA IB25HC		TB650	WBH25P	WCB50 WCB80	CTL3215 TA120
	H30	<b>BXC50</b> <b>BX380</b>	MB835	BNC300 BN350 BNX25	CB7525	KBN35M KBN900	JBN300 JBN330	B22 B40	CBN500	KB1630 KB9640	IB25HC			WBH40C		TA201
	H30	<b>BXC50</b> <b>BX380</b>	MB835	BNC300 BN350 BNX25	CB7525	KBN35M KBN900	JBN300 JBN330	B22 B40	CBN500	KB1630 KB9640	IB25HC			WBH40C		TA201
<b>N</b>	N01	<b>DX160</b> <b>DX180</b>	MD205	DA90	CD10	KPD001	JDA30 JDA735			KD1400 KD1405 KD100	ID5				WCD10	CTD4125
	N10	<b>DX140</b>	MD205 MD220	DA150	CD10	KPD001 KPD010 KPD230	JDA715	PD1	PCD05 PCD10	KD100 KD1400 KD1425	ID5	IN90D	KP500	WDN25U	WCD10	CTD4125 CTD4110
	N20	<b>DX120</b>	MD220 MD230	DA2200 DA1000	CD10	KPD001 KPD010 KPD230	JDA715	PD1	PCD05 PCD20	KD1425		IN90D	KP300	WDN25U	WCD10	CTD4205
	N30	<b>DX110</b>	MD230	DA2200 DA1000			JDA10		OVD20 PCD30 PCD30M				KP100			

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Керамика для точения

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Кюцера	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
Классификация	Символ																
<b>K</b>	K01	LX11 LX21		NB90S NB90M	CC6190 CC650	KA30 A65 KT66 PT600M			HC1 HW2 SE1 HC2		KY1310 KY1615			AW20 AB30 AS10	CW2015		CTN3105 CTS3105
	K10	CX710 FX105			CC6190 CC650	A65 KT66 A66N PT600M			HC1 HW2 SE1 WA1 WA5		KY1310 KY1320 KY1615 KY3400		IN70N	AB30 AS10	CW2015 CW5025	WSN10	CTN3105 CTM3110 CTI3105 CTN3110 CTS3105
	K20	FX105 CX710			CC6190	KS6000			SP9 SX1 SX8 SX9		KY1320 KY3400 KY3500 KY4300		IN70N	AS10	CW5025	WSN10	CTM3110 CTN3110
<b>H</b>	H01	LX11		NB100C	CC6050 CC650	A65 KT66 A66N PT600M			ZC4 ZC7		KY4300			AW20	CW2015		CTS3105

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ● Сплавы с CVD покрытием для фрезерования

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
Классификация	Символ																
<b>P</b>	P01											IC9015 IC5400 IC8080 IC9080			TN2510		
	P10		FH7020	ACP100	GC4220 GC4230			JC730U		MP1500	KCPM20	IC9015 IC5400 IC8080 IC9080 IC4100 IC5100			TN2510 TN7525	WKP25	GM226+
	P20	<b>T3225</b>	FH7020 F7030	ACP100	GC4220 GC4230		GX2140 GX2160	JC730U		MP1500 MP2500 T25M	KCPM20 KCPK30 KCPM30 KC927M	IC8080 IC9080 IC4100 IC5100 IC9250 IC520M	IN6530	TT7800	TN7525 TN7535	WKP25 WKP35 WKP35S	GM226+
	P30	<b>T3130</b> <b>T3225</b>	F7030	ACP100	GC4230 GC4240 GC2040		GX2140 GX2160			MP1500 MP2500 T350M T25M	KCPK30 KCPM30 KC927M	IC9250 IC520M IC4050 IC635	IN6530	TT7800	TN7525 TN7535	WKP25 WKP35 WKP35S	GM226+ GM246 GM43+
	P40				GC4230 GC4240 GC2040		GX2160			MM4500 T350M	KCPK30 KCPM30	IC4050 IC635	IN6530	TT7800	TN7535	WKP35 WKP35S	GM246 GM43+
<b>M</b>	M10			ACM200	GC2015			JC730U			KCPM20	IC9250 IC520M IC9350			TN7525		
	M20	<b>T3225</b>	F7030	ACM200	GC4230	CA6535		JC730U		MP2500 T350M T25M	KCPM20 KCPM30 KC927M	IC9250 IC520M IC9350 IC4050 IC635	IN6530	TT7800	TN7525 TN7535		CTC5235 GM226+
	M30	<b>T3225</b> <b>T3130</b>	F7030	ACM200	GC2040 GC4230 GC4240 S40T	CA6535	GX2160	JC730U		MP2500 T350M T25M	KCPM30 KC927M	IC9350 IC4050 IC635	IN6530	TT7800	TN7525 TN7535		CTC5235 CTC5240 GM226+ GM246 GM43+
	M40				GC2040 GC4240 S40T	CA6535	GX2160			MM4500 T350M		IC635	IN6530		TN7535		CTC5235 CTC5240 GM246 GM43+
<b>K</b>	K01		MC5020	ACK200		CA420M		JC605W			KC907M	IC8080 IC4100 IC5100 IC9150			TN2510 TN5505	WKP15	CTC3215
	K10	<b>T1215</b> <b>T1115</b>	MC5020	ACK200	GC3220	CA420M	GX2120	JC605W JC608X JC610		MK1500	KC907M KC914M KC917M KC924M KCK15	IC8080 IC4100 IC5100 IC9150 IC9080 IC520M		TT6800	TN2510 TN5505 TN5515 TN5520	WKP15 WKP25	CTC3215 SR216 SR226+
	K20	<b>T1215</b>	MC5020	ACK200	GC3220 GC3330 GC3040 GC4220 GC4230	CA420M	GX2120 GX2140	JC605W JC608X JC610		MK1500 MP1500	KC917M KC924M KCK15 KCPM20 KCPK30 KC927M	IC5100 IC9150 IC9080 IC520M IC4050	IN6515 IN6530	TT6800	TN5515 TN5520	WKP15 WKP25 WKP35 WKP35S	SR216 SR226+
	K30		MC5020		GC3330 GC3040 GC4220 GC4230 GC4240		GX2140	JC610		MK1500 MP1500	KCPM20 KCPK30 KC927M	IC520M IC4050	IN6515 IN6530			WKP25 WKP35 WKP35S	

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ● Сплавы с PVD покрытием для фрезерования

ISO Классификация	Символ	Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit	
		<b>P</b>																
P	P01	AH710 AH110			GC1010		ATH80D JP4105	JC8003			KC505M KC510M KC515M	IC903		TT2510 TT5505	TN2505 TN6505			
	P10	AH120 AH725 AH8015	MP6120 VP15TF	ACP200	GC1010 GC1025	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	ATH80D PN08M ATH10E PN15M JP4105 JP4115 JP4120	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118	DM4		KC505M KC510M KC515M KC610M KC715M	IC903 IC907 IC950 IC908 IC910 IC380 IC900	IN2505	TT2510 TT5505 TT5515 TT7080	TN2505 TN2525 TN6425 TN6505	WHH15 WXM15		
	P20	AH120 AH725 AH3135 AH9030	MP6120 VP15TF MP6130 UP20M VP20RT	ACP200 ACP300	GC1025 GC1030 GC2030	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	JP4120 JS4045 CY250	JC8015 JC5015 JC5118 JC5040			MP3000 F25M	KC522M KC525M KC527M KC530M KC610M KC620M KC635M KC715M KC720M KC730M	IC907 IC950 IC908 IC910 IC380 IC900 IC830 IC928 IC1008	IN2040 IN2505 IN4005 IN4030	TT2510 TT5505 TT5525 TT7080 TT9030 TT9080	TN2525 TN6425 TN6430 TN6525	WHH15 WXM15	CTP1235 CTP1625
	P30	AH120 AH725 AH3135 AH130 AH6030	MP6120 VP15TF MP6130 UP20M VP20RT VP30RT	ACP200 ACP300	GC1025 GC1030 GC2030	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	JS4045 CY250 JM4160	JC5118 JC5040 JC8050 JC7560			MP3000 F25M F30M F40M	KC525M KC527M KC530M KC537M KC610M KC620M KC720M KC725M KC730M KC735M	IC907 IC950 IC908 IC910 IC380 IC900 IC830 IC928 IC1008	IN2040 IN2505 IN2530 IN4005 IN4030	TT5525 TT7080 TT8020 TT8080 TT9030 TT9080	TN6430 TN6525 TN6540	WSP45 WSP46	CTP1235 CTP1625 CTP2235
	P40	AH140	VP30RT	ACP300	GC1030 GC2030		JM4160	JC5118 JC5040 JC8050 JC7560			MP3000 F40M T60M	KC537M KC720M KC725M KC735M	IC830 IC928 IC1008	IN2040 IN2530 IN4005 IN4030	TT8020	TN6540	WSP45 WSP46	CTP1235 CTP2235
	M01			ACM100 ACK300	GC1010		PCS08M		DM4				IC907 IC903					
M10	AH725	VP15TF	ACM100 ACK300 ACP300	GC1010 GC1025 GC1030 GC2030	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	PCS08M CY150		DM4			KC515M KC610M KC635M KC720M	IC907 IC903	IN2505	TT5525 TT9030 TT9080	TN6425 TN6525	WXM15		
M20	AH725 AH3135 AH130 AH6030	VP15TF MP7130 MP7030 UP20M VP20RT	ACM300 ACP300	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	CY150 CY250	JC8015 JC5015 JC5118	DM4		MP3000 F25M F30M	KC522M KC525M KC530M KC610M KC635M KC720M KC730M	IC380 IC900 IC908 IC928 IC1008	IN2005 IN2530 IN4005	TT8020 TT8080	TN6425 TN6525	WXM15 WSM35 WSM36	CTP1235 CTP1625	
M30	AH3135 AH130	VP15TF MP7130 MP7030 UP20M VP20RT MP7140 VP30RT	ACM300	GC1040 GC2030	PR830 PR1225 PR1535	CY250 JM4160	JC8015 JC5015 JC5118 JC8050 JC7560			MP3000 MS2050 F30M F40M	KC522M KC525M KC530M KC537M KC725M KC730M KC735M	IC380 IC900 IC908 IC928 IC1008 IC328 IC330	IN2005 IN2505 IN2530 IN4005 IN4030	TT8020 TT8080	TN6540	WSM35 WSM36 WSP45 WSP46	CTP1235 CTP2235	
M40	AH140	MP7140 VP30RT	ACM300	GC1040	PR1225 PR1525 PR1535	JM4160	JC5015 JC5118 JC8050 JC7560			MS2050 F40M	KC725M	IC1008 IC328 IC330	IN2005 IN2530 IN4005 IN4030	TT8020	TN6540	WSM35 WSM36 WSP45 WSP46	CTP1235	
<b>M</b>																		
M	M01		ACM100 ACK300	GC1010		PCS08M		DM4				IC907 IC903						
	M10	AH725	VP15TF	ACM100 ACK300 ACP300	GC1010 GC1025 GC1030 GC2030	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	PCS08M CY150		DM4		KC515M KC610M KC635M KC720M	IC907 IC903	IN2505	TT5525 TT9030 TT9080	TN6425 TN6525	WXM15		
	M20	AH725 AH3135 AH130 AH6030	VP15TF MP7130 MP7030 UP20M VP20RT	ACM300 ACP300	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	CY150 CY250	JC8015 JC5015 JC5118	DM4		MP3000 F25M F30M	KC522M KC525M KC530M KC610M KC635M KC720M KC730M	IC380 IC900 IC908 IC928 IC1008	IN2005 IN2530 IN4005	TT8020 TT8080	TN6425 TN6525	WXM15 WSM35 WSM36	CTP1235 CTP1625
	M30	AH3135 AH130	VP15TF MP7130 MP7030 UP20M VP20RT MP7140 VP30RT	ACM300	GC1040 GC2030	PR830 PR1225 PR1535	CY250 JM4160	JC8015 JC5015 JC5118 JC8050 JC7560			MP3000 MS2050 F30M F40M	KC522M KC525M KC530M KC537M KC725M KC730M KC735M	IC380 IC900 IC908 IC928 IC1008 IC328 IC330	IN2005 IN2505 IN2530 IN4005 IN4030	TT8020 TT8080	TN6540	WSM35 WSM36 WSP45 WSP46	CTP1235 CTP2235
M40	AH140	MP7140 VP30RT	ACM300	GC1040	PR1225 PR1525 PR1535	JM4160	JC5015 JC5118 JC8050 JC7560			MS2050 F40M	KC725M	IC1008 IC328 IC330	IN2005 IN2530 IN4005 IN4030	TT8020	TN6540	WSM35 WSM36 WSP45 WSP46	CTP1235	
<b>K</b>																		
K	K01	AH110	MP8010		GC1010	PR1510	ATH80D JP4105	JC8003				IC380 IC900		TT6080	TN2505 TN6405 TN6505		AMZ	
	K10	AH110 AH120	MP8010 VP15TF		GC1010 GC1020	PR1210 PR1510	ATH80D JP4105 JP4120 CY150	JC8015		MK2050	KC514M KC515M KC520M KC620M	IC380 IC900 IC810 IC910	IN2015 IN2505 IN4015	TT6080	TN2505 TN6405 TN6505 TN6510	WHH15 WXM15 WKK25	AMZ CTP3220 CTP6215	
	K20	AH120 AH9030	MP8010 VP15TF VP20RT	ACK300	GC1020	PR1210 PR1510	JP4120 CY150 CY250	JC8015 JC5015		MK2050	KC514M KC520M KC522M KC524M KC527M KC610M KC620M KC635M	IC810 IC910 IC950 IC350 IC830 IC928	IN2015 IN2505 IN4015 IN4030		TN2525 TN6510 TN6520 TN6525	WHH15 WXM15 WKK25	CTP3220 CTP1625	
	K30	AH120	VP15TF VP20RT	ACK300		PR1510	CY250	JC8015 JC5015		MK2050	KC522M KC524M KC527M KC537M KC610M KC620M KC635M	IC830 IC928 IC1008 IC908	IN2015 IN2505 IN4015 IN4030		TN6430 TN6525 TN6540	WKK25		



## ●Сплавы с PVD покрытием для фрезерования

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
Классификация	Символ																
<b>N</b>	N01										KC410M KC510M KC5410			TT6080	TN6501		AMZ
	N10	<b>DS1100</b>		DL1000	GC1025 GC1030		SD5010 HD7010				KC410M KC510M KC5410 KC620M			TT6080 TT8020	TN6501 TN6502	WXN15	AMZ
	N20	<b>DS1200</b>	LC15TF	DL1000	GC1025 GC1030		SD5010 HD7010			F15M	KC422M KC620M			TT8020		WXN15	
<b>S</b>	S01	<b>AH110 AH710</b>		ACM100 ACK300	GC1010	PR905 PR1210 PR1535		JC8003 JC8015			KC510M	IC808 IC907 IC908			TN6405		AMZ
	S10	<b>AH120 AH725</b>	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	ACM100 ACK300	S30T GC1010 GC1030 GC2030	PR905 PR1210 PR1535	PTH13S JS1025	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118		MS2050	KC510M KC610M	IC808 IC907 IC908 IC903	IN2505 IN2530	TT9030 TT9080 TT8080	TN6405 TN6425		AMZ CTP1625
	S20	<b>AH725 AH130 AH6030</b>	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	ACM300	S30T GC1030 GC1040 GC2030 GC2040	PR905 PR1210 PR1535	PTH13S JS1025	JC8015 JC5015 JC5118 JC8050 JC7560		MS2050 F40M	KC522M KC525M KC610M	IC300 IC900 IC830 IC928	IN2505 IN2530	TT8080 TT8020	TN6425	WSM35 WSM36	CTP1235 CTP1625
	S30	<b>AH130</b>	MP9130 MP9030	ACM300	S30T GC1040 GC2040	PR1535		JC5118 JC8050 JC7560		MS2050 F40M	KC522M KC525M KC725M	IC830 IC928	IN2530	TT8020	TN6540	WSM35 WSM36 WSP45 WSP46	CTP1235 CTP2235
<b>H</b>	H01	<b>AH110</b>	MP8010		GC1010			DH102 JC6102 JC8003 JC8008			KC510M	IC903		TT2510 TT5505	TN2505		
	H10	<b>AH110 AH120 AH8015</b>	MP8010 VP15TF		GC1010 GC1025 GC1030		PTH08M JP4105	JC6102 JC8003 JC8008 JC8015 JC5118		MH1000 F15M	KC505M KC510M KC635M	IC903 IC808 IC907 IC908		TT5515 TT6080	TN2505 TN2525	WHH15	CTP6215
	H20	<b>AH120 AH725 AH9030</b>	VP15TF		GC1025 GC1030		JP4105	JC8015 JC5118		F15M	KC635M	IC808 IC907 IC908 IC380 IC900		TT5515 TT6080	TN2525	WHH15	CTP6215
	H30									MP3000 F30M		IC380 IC900 IC1008					

Примечание: Таблица приведенная выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ● Кермет для фрезерования

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Geratizit
Классификация	Символ																
<b>P</b>	P01			T250A	CT530	TN60 TN100M	MZ1000						IN0560	CT3000			TCC410
	P10	<b>NS740</b>	NX2525	T250A	CT530	TN60 TN100M TC60M	MZ1000 MZ2000 CH550	NIT CX75 CX90		MP1020	KTPK20	IC30N	IN0560 IN60C	CT3000 CT7000	TTI25		TCC410 TCM10
	P20	<b>NS740</b>	NX2525 NX4545	T250A T4500A		TN60 TN100M TC60M	MZ2000 MZ3000 CH500 CH7030	NIT CX75 CX90 SC30		MP1020	KTPK20	IC30N	IN60C	CT3000 CT7000	TTI25		TCM10
	P30		NX4545	T4500A			MZ3000 CH7035		C7X			IC30N	IN0545	CT7000			
<b>M</b>	M10	<b>NS740</b>	NX2525	T250A	CT530	TN60 TN100M TC60M	MZ1000 CH550	NIT CX75			KTPK20	IC30N	IN0560	CT3000 CT7000	TTI25		TCC410
	M20	<b>NS740</b>	NX2525 NX4545	T250A T4500A		TN60 TN100M TC60M	MZ2000 MZ3000 CH500 CH7030	NIT CX75 SC30	C7X	MP1020	KTPK20	IC30N		CT7000	TTI25		TCC410 TCM10
	M30		NX4545	T4500A			MZ3000 CH7035	SC30									
<b>K</b>	K01						MZ1000 CH550	NIT									TCC410
	K10	<b>NS740</b>	NX2525				MZ2000 MZ3000 CH500 CH7030	NIT CX75			KTPK20			CT7000			TCC410 TCM10
	K20						MZ2000 MZ3000 CH500 CH7030 CH7035	CX75			KTPK20						

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица

### ●Цементированный карбид для фрезерования

ISO		Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Sandvik	Kyocera	Mitsubishi Hitachi Tool	Dijet	NTK	Seco Tools	Kennametal	Iscar	Ingersoll	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit	
Классификация	Символ																	
	<b>P</b>	P01																
P10																		S26T
P20			UTi20T	A30N			EX35				K125M	IC50M		P30	TTM			S26T
P30		<b>UX30</b>	UTi20T	A30N	SM30		EX40				K125M	IC50M IC28		P30	TTM TTR			S26T
P40					SM30							IC28			TTR			
<b>M</b>	M01																	
	M10											IC20 IC07 IC08						S26T
	M20		UTi20T		SM30							IC07 IC08			TTM			S26T
	M30		UTi20T	A30N	SM30							IC28			TTM TTR			S26T
	M40			A30N								IC28			TTR			
<b>K</b>	K01					KW10					K115M K313			K10	THM-F			
	K10	<b>TH10</b>	HTi10	G10E	H13A	KW10 GW25	WH10				K115M K313 K110M	IC20		K10	THM-F THM			CTW4615 H216T
	K20		HTi10 UTi20T	G10E	H13A	KW10 GW25				HX	KMF	IC20	IN10K		THM THR			CTW4615 H216T
	K30		UTi20T								KMF		IN10K		THR			
	K40												IN10K					
<b>N</b>	N01	<b>KS05F</b>	HTi10		H10	KW10					K115M				THM-U	WK10		
	N10	<b>TH10</b>	HTi10		H10 H13A H10F	KW10 GW25	WH10			H15	K115M K313 K110M	IC20 IC08		K10 UF10	THM-U THM-F THR-S	WK10		CTW4615 H216T
	N20	<b>KS15F</b>	HTi10 TF15	H1	H13A H10F	KW10 GW25				HX H15 H25	KMF K313 K110M	IC20 IC08 IC28		K10 UF10	THM-F THR-S THM	WMG40		CTW4615 H216T
	N30		TF15	H1						H25	KMF	IC28				WMG40		
<b>S</b>	S01					KW10					K313	IC20						
	S10			EH520	H13A	KW10 GW25		FZ15			K313 K110M	IC20 IC07 IC08			THM-F			
	S20	<b>KS20</b>		EH520	H10F H13A	KW10 GW25		FZ15		HX H25	KMF	IC20 IC07 IC08 IC28			THM			
	S30				H10F							IC07 IC08						
<b>H</b>	H01				H1P			FZ05										
	H10				H1P			FZ05 FZ15				IC20			THM-F			
	H20							FZ15										

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица стружколомов

### ● Пластины с отрицательной геометрией

ISO Классификация	Вид обработки	Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Kyocera	Sandvik	Mitsubishi Hitachi Tool	Kennametal	Dijet	Iscar	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit	
<b>P</b>	Высокоточная чистовая обработка	<b>01 TF</b>	PK FH	FA	DP	QF	FE	FS, LF	PF	SF, PP, TF	FA				
	Чистовая обработка и обработка на малую глубину	<b>TS, TSF ZF 11, NS AS TQ NM CB C</b>	SA FY C SH MP	SU FL SE, SX	PQ, VF CJ PQ GP, PP HQ GS CQ	PF, QF LC MF R/L-K	BE, BH AB, CT CE	FF, FN	UA, FT UR, UT	F3P NF, SF	FG VF, EA FC MC ML, MP	4	NF3 NS6	AP	CF, TF
	Чистовая обработка и обработка на малую глубину (с вайпер)	<b>AFW, FW ASW, SW</b>	SW	LUW SEW GUW	WP WQ	WL, WF WMX WM, WR		FW MW RW		WF WG	WS WT	FW MW	NF NM	TFQ TMQ	
	Средняя обработка	<b>TM, AM DM, ZM All-round</b>	MA MH, MP	GU GE, UX	HS, PT, GT CS, PS	PM, QM XM, XRM	AH AE, AY, B	P MN	PG, UB GN GNP	M3P, M3M PP, TF, GN	PC, MT MC, MG-	48	NMT, NM4	TMF, TMM M50	
	От средней до тяжелой обработки	<b>TH THS</b>	RP, GH HZ, HL	MU, ME HG	PH All-round	HM, PR MR	RE	RN, RP MR	GG, UD	NR MR	RT	49	NM5, NM6 NM9	TM TRM	
	Тяжелая обработка	<b>TU TRS TUS</b>	HM, HX HV	HG, HP HU, HW HF	PX	PR, MR HR, QR	TE, UE HX, HE H	RM RH	UC	R3P NM	HT, HD RX, RH HY, HZ		NR6 NRF NRR	TRR, TR R28, R58 R88	
<b>M</b>	Чистовая обработка и обработка на малую глубину	<b>SF, SA SS</b>	GM, MS SH, LM	EX, EG SU, EF	GU MQ	MF, XF LC, R/L-K	MP BH, AB	FP	SF	TF, VL	EA, SF, SU FG		NF4 NMS	CF, F30, M34 F32, TF	
	Средняя обработка	<b>SM S</b>	MM, MA ES	GU HM	TK MU	MM, QM XM, XRM	PV, SE DE	MP, P	SZ	M3M, PP	EM, ET		NM4	TMF, M42 M30, M52	
	Тяжелая обработка	<b>TH, SH TU</b>	GH, RM, HZ	EM, MU	MS	MR HM, PR	AH, AE	UP, RP	SG	MR, MH		SR	NR4 NRT, NRS	TM, M60 TRM, TMR, TRR R80	
<b>K</b>	Чистовая обработка	<b>CF</b>	LK, MA	UZ	C	KF, XF	Y, AH	FN		GN	FG			CF	
	Средняя обработка	<b>CM All-round</b>	MK GK	GZ	ZS All-round	KM, QM XM, XRM	V, AE VA	RP, UN	PG		MT MG		NM5	M50	
	Тяжелая обработка	<b>CH</b> Без стружколома	RK Без стружколома	GC Без стружколома	KR Без стружколома	RE Без стружколома	GG, UD Без стружколома				RT		Без стружколома	TMR, TR R28 R58, R88	
<b>N</b>	Обработка цветных металлов	<b>P</b>		AX	AH, A3	MF QM	Без стружколома	MS, MP MG		PP	ML			F32	
<b>S</b>	Чистовая обработка	<b>HRF</b>	FJ, LS	EF EX	MQ	SF 01		FS, LS MS			SF		NFT NF4		
	Средняя обработка	<b>HRM HMM SA</b>	MS RS, GJ	EG MU	TK, MS, MU	MM, QM SMR		UP, P, NGP RP		PP	SU	SM	NMS	M34, M52	
												NM4, NRS, NR4			

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

## Сравнительная таблица стружколомов

### ●Пластины с положительной геометрией

ISO Классификация	Вид обработки	Tungaloy	Mitsubishi Carbide	Sumitomo Electric	Kyocera	Sandvik	Mitsubishi Hitachi Tool	Kennametal	Dijet	Iscar	TaeguTec	Widia	Walter	Ceratizit
<b>P</b>	Высокоточная чистовая обработка	01	FV, SMG	FC, FW	CF CK		No sign MP	UF		SF		2	PF2	F32
	Чистовая обработка и обработка на малую глубину	PSF, PF, SS, PS, PSS, TS	FP, FV, SV LP	FP, FZ, LU FK, SS, SC SU, SK, SF US	GQ, GK GP, HQ XP, XQ	R/L-K PF, XF UF, PM	JQ	11, GM LF	FT	PF SM, 14, 17 19, XL	FA FG	41	PF5 PF4 PS5	SF SMF
		TSW W08-20	SW, MW R/L, R/L-FD R/L-FS R/L-MV R/L-F, R/L-L	LUW, SDW W, SD FX, FY		WF, WK, WM				R/L RF, LF	GF		PF, PM	SMQ, 25Q
	Средняя обработка	PM	MP	SU, MU	All-round	PM, XM UM, PR, XR UR	JE	GM, MP, MR		DT, HQ	MT		PM5	SM
23 24 All-round RS		MV No sign	UJ SC (except for G-class inserts) RP	VF, MF				GG		MT	43			
	Высокая подача, небольшая глубина резки	61	No sign			No mark	WE			No sign 14	No sign	No sign		
<b>M</b>	Чистовая обработка	PSF, SS	FM, FV, SV	FC		R/L-K UF, MF	MP	GM, LF			FG	41		
	От чистовой до средней обработки	PSS PS	LM SV		MQ	MM, XM UM	JQ	MF					PF4	SF, SMF
	Средняя обработка	PM	MM, MV	MU		MR, XR UR	JE						PM5	F23, F43 SM
<b>K</b>	Обработка чугуна	CM Flat-top	MK Flat-top	Flat-top	Flat-top	KF, XF KM, XM UM, KR, XR	JQ, JE	Flat-top	Flat-top	19	MT Flat-top		PS5, PM5 Flat-top	SF 25P 27, 29
<b>N</b>	Обработка цветных металлов	AL PP	AZ	AG AX, AY	AH, A3	AL		GT-HP		AS	FL	AL1, AL2, AL3	PF2 PM2	23P 25P 27, 29
		Ground	R/L-F R/L											
<b>S</b>	Чистовая обработка	PSF	FJ	FC	MQ	MF, UF, R/L-K								SF
	От чистовой до средней обработки	PSS PS		FX, FY		MM, XM								F23
	Средняя обработка	All-round		SI		UM, MR, UR, XR					FG		PF2, PF4	SM, 25P, 29
<b>P M N S</b>	Обработка на малых станках	01 W08, W15, W20 J10	R/L-SR R/L-SN R/L-SS FS, F	W, SD FX, FY	R/L-F, R/L-FSF ER/L-U FR/L-U R/L-U FR/L-U, R/L-USF MF, R/L-FSF	F, M	No sign		MF, MM ALU, MM1 ASF FT, ACB		GF, GW		PM5	
		JRP, JSP, JPP TS, JTS TSW SS, JSS JS	SW, MW	LUW, SDW LU, FP, FK, SU FB, LB FC, SI, SC	SMG	GK E-GK								

Примечание: Таблица приведённая выше содержит общедоступные данные и не авторизована каждым производителем.

# Руководство пользователя-Технический справочник

Унифицированные символы для режимов резания и размеров инструмента

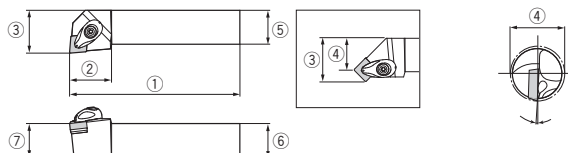
Стандартизованные символы для режимов резания и спецификации инструмента используются во избежание путаницы, вызванной использованием каждым из изготовителей собственных символов.

(Величина символов режимов резания) Символ / Единица

Точение	Скорость резания		Подача		Глубина резания		Ширина режущей кромки		Мин. диаметр отверстия	
	$V_c$	м/мин	$f$	мм/об	$a_p$	мм	$W$	мм	$\phi D_m$	мм
	Потребляемая мощность		Удельная сила резания		Теоретическая шероховатость поверхности		Угловой радиус		Количество оборотов	
	$P_c$	кВт	$k_c$	МПа	$h$	мкм	$r_\epsilon$	мм	$n$	об/мин
Фрезерование	Скорость резания		Скорость подачи		Подача на зуб		Подача		Количество зубьев	
	$V_c$	м/мин	$V_f$	мм/мин	$f_z$	мм/зуб	$f$	мм/об	$z$	
	Осевая глубина резания		Радиальная глубина резания		Строчечная подача		Потребляемая мощность		Удельная сила резания	
	$a_p$	мм	$a_e$	мм	$P_f$	мм	$P_c$	кВт	$k_c$	МПа
	Скорость удаления стружки		Количество оборотов							
	$Q$	см <sup>3</sup> /мин	$n$	об/мин						
Сверление	Скорость резания		Скорость подачи		Подача		Диаметр инструмента		Потребляемая мощность	
	$V_c$	м/мин	$V_f$	мм/мин	$f$	мм/об	$\phi D_c$	мм	$P_c$	кВт
	Крутящий момент		Осевая сила		Удельная сила резания		Глубина сверления		Количество оборотов	
	$M_c$	Н·м	$T_c$	Н	$K_c$	МПа	$H$	мм	$n$	об/мин

## Размерные символы токарных инструментов

### ● Токарные инструменты для внешней обработки



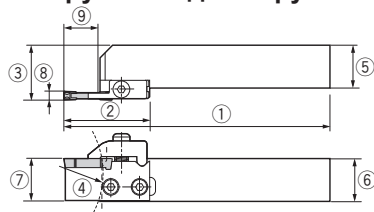
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Расстояние до передней кромки	Ширина хвостовика	Высота хвостовика	Высота режущей кромки
$L_1$	$L_2$	$f$	$f_1$	$b$	$h$	$h_1$

### ● Токарные инструменты для внутренней обработки



①	②	③	④	⑤	⑥
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Мин. диаметр обработки	Диаметр хвостовика	Высота хвостовика
$L_1$	$L_2$	$f$	$\phi D_m$	$\phi D_s$	$h$

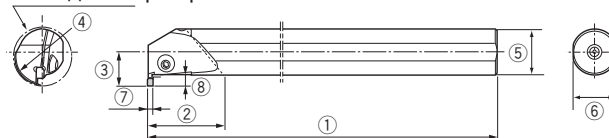
### ● Инструменты для наружных и торцевых канавок



①	②	③	④	⑤
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Макс. диаметр обработки	Ширина хвостовика
$L_1$	$L_2$	$f$	$\phi D_m$	$b$
⑥	⑦	⑧	⑨	
Высота хвостовика	Высота режущей кромки	Ширина режущей кромки	Макс. глубина канавки	
$h$	$h_1$	$w$	$ar$	

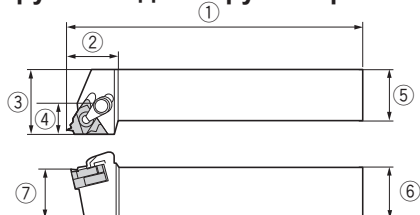
### ● Токарные инструменты для внутренней обработки

Мин. диаметр обработки  $\phi D_m$



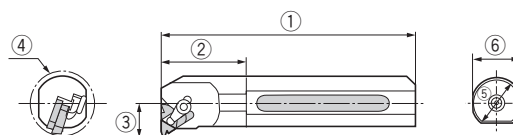
①	②	③	④
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Мин. диаметр обработки
$L_1$	$L_2$	$f$	$\phi D_m$
⑤	⑥	⑦	⑧
Диаметр хвостовика	Высота хвостовика	Ширина режущей кромки	Макс. глубина канавки
$\phi D_s$	$h$	$w$	$ar$

### ● Инструменты для наружной резьбы



①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Ширина плеча	Ширина хвостовика	Высота хвостовика	Высота режущей кромки
$L_1$	$L_2$	$f$	-	$b$	$h$	$h_1$

### ● Инструменты для внутренней резьбы



①	②	③	④	⑤	⑥
Общая длина	Длина головы	Расстояние до передней кромки	Мин. диаметр обработки	Диаметр хвостовика	Высота хвостовика
$L_1$	$L_2$	$f$	$\phi D_m$	$\phi D_s$	$h$

## Значения размеров фрезерных инструментов

### ● Фрезерные инструменты

Квадратный концевой нож

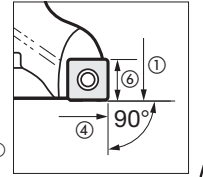
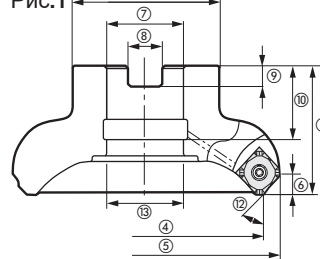
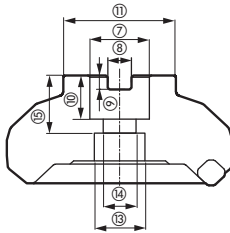


Рис.2



### ● Фрезы с хвостовиками

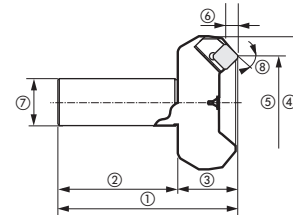


Рис.3

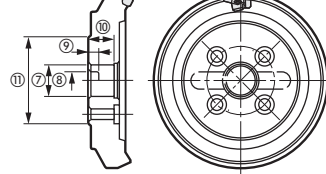
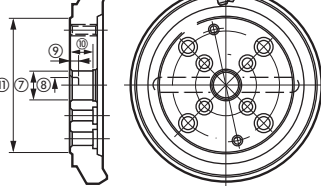


Рис.4

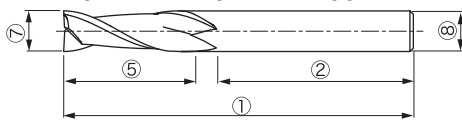


1	2	3	4
Общая длина	Длина хвостовика	Высота режущей части	Макс. внешний диаметр
$L$	$\ell_s$	$L_f$	$\varnothing D_c$
5	6	7	8
Диаметр фрезы	Макс. глубина резания	Диаметр хвостовика	Угол режущей кромки
$\varnothing D_1$	$a_p$	$\varnothing D_s$	$\kappa$

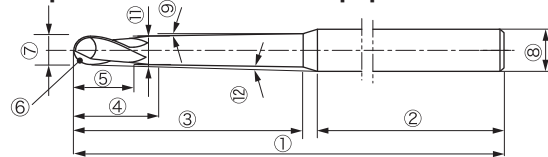
1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высота фрезы	Диаметр фрезы	Макс. внешний диаметр	Макс. глубина резания	Посадочный диаметр	Ширина паза	Глубина посадочного паза	Глубина монтажного отверстия	Установочный плоский диаметр	Угол режущей кромки	Диаметр отв. головки монтаж. болта	Диаметр отв. монтаж. болта	Глубина отв. крепежных болтов
$L_f$	$\varnothing D_c$	$\varnothing D_1$	$a_p$	$d$	$a$	$b$	$\ell$	$\varnothing D_b$	$\kappa$	$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$	$\ell_1$

## Значения размеров цельных концевых фрез

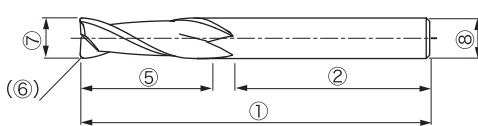
### ● Квадратные торцевые фрезы



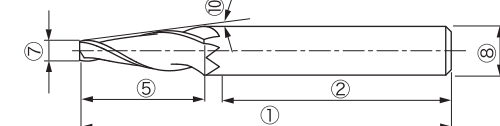
### ● Фрезы конические со сферой



### ● Фрезы с радиусом

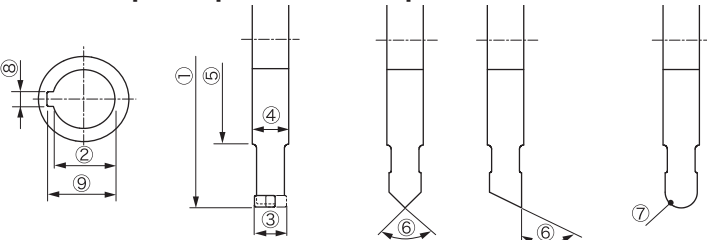


### ● Конические торцевые фрезы



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Полная длина	Длина хвостовика	Длина шейки	Длина параллельной части	Длина режущей кромки	Радиус сферического конца	Радиусный конец	Диаметр инструмента	Диаметр хвостовика	Половина угла конуса шейки	Половина угла конуса резания	Диаметр шейки	интерференционный угол	Угол спирали
$L$	$\ell_s$	$\ell_2$	$\ell_1$	$\ell$	$R$	$r$	$\varnothing D_c$	$\varnothing D_s$	$\theta_n$	$\theta_c$	$\varnothing D_1$	$\theta_k$	$\lambda$

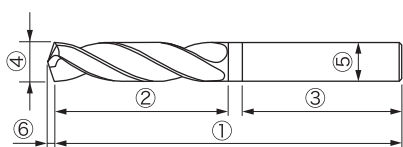
## Значения размеров боковых резцов



1	2	3	4	5
Диаметр резания	Диаметр расточки	Ширина режущей кромки	Толщина бобышки	Диаметр бобышки
$\varnothing D_c$	$\varnothing d$	$\ell$	$T$	$\varnothing D_b$
6	7	8	9	10
Угол резания	Радиус закругления	Ширина шпоночного паза	Глубина шпоночного паза	Число зубьев
$\alpha$	$R$	$a$	$b$	$z$

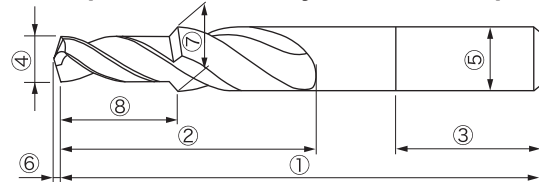
## Значения размеров сверл

### ● Твердосплавные прямые сверла



1	2	3	4	5	6
Общая длина	Длина желобка	Длина хвостовика	Диаметр сверла	Диаметр хвостовика	Длина точки
$L$	$\ell$	$\ell_s$	$\varnothing D_c$	$\varnothing D_s$	$L_p$

### ● Твердосплавные ступенчатые сверла



1	2	3	4	5	6	7	8
Общая длина	Длина желобка	Длина хвостовика	Первый диаметр сверла	Диаметр хвостовика	Длина точки	Второй диаметр сверла	Длина шага
$L$	$\ell$	$\ell_s$	$\varnothing D_c$	$\varnothing D_s$	$L_p$	$\varnothing D_{c2}$	$\ell_1$