

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ТОЧЕНИИ	N002
СТРУЖКОДРОБЛЕНИЕ ПРИ ТОЧЕНИИ	N004
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....	N005
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА.....	N007
РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ	N011
УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ОБРАБОТКА ПЛОСКОСТЕЙ	N012
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ	N013
ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ	N016
УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ...	N018
КОНСТРУКЦИЯ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	N019
ВЫБОР ШАГА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ	N021
УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ СВЕРЛЕНИИ	N022
ИЗНОС СВЕРЛА И ПОВРЕЖДЕНИЕ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ	N023
КОНСТРУКЦИЯ СВЁРЛ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	N024
ФОРМУЛЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ	N027
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МАТЕРИАЛОВ	N028
ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ.....	N032
ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СТАНДАРТОВ ТВЁРДОСТИ	N033
ТАБЛИЦА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПОСАДОК (СИСТЕМА ОТВЕРСТИЯ) ...	N034
ТАБЛИЦА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПОСАДОК (СИСТЕМА ВАЛА)...	N036
ДИАМЕТР СВЕРЛА ПОД РЕЗЬБОВОЕ ОТВЕРСТИЕ	N038
РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЯ ПОД БОЛТ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ГОЛОВКОЙ...	N039
МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ	N040
ИЗНОС И ПОВРЕЖДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА	N041
МАТЕРИАЛЫ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ.....	N042
ИЕРАРХИЯ СПЛАВОВ.....	N043
ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СПЛАВОВ	N044
ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СТРУЖКОЛОМОВ ПЛАСТИН	N050







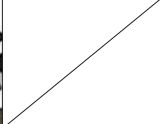



УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ТОЧЕНИИ

Метод устранения			Выбор покрытия пластины				Режимы резания				Исполнение и технические характеристики инструмента						Станок, крепление инструмента					
			Выбор более твёрдого покрытия	Выбор более прочного покрытия	Выбор покрытия с лучшей термостойкостью	Выбор покрытия с лучшей антиадгезионной характеристикой	Скорость резания		Поддача	Глубина резания	Охлаждение		Выбор стружколома	Передний угол	Радиус при угле	Угол установки пластины	Упрочнение режущей кромки хонингованием	Класс пластины (нешлифованные → шлифованные)	Повышение жёсткости державки	Усилить зажим инструмента и заготовки	Уменьшить вылет	Выборать оборудование с большей жёсткостью
Увеличить ↗	Уменьшить ↘	Не использовать СОЖ на водной основе					Использование сухого или влажного резания	Увеличить ↗			Уменьшить ↘											
Проблемы	Факторы																					
			Снижение срока службы инструмента	Быстрый износ режущей пластины	Неправильно подобран сплав	●																
Неправильно выбрана геометрия режущей кромки												●	↗	↗	↗	●						
Несоответствующая скорость резания							↘	↗			●	СОЖ										
Скалывание или излом режущей кромки	Неправильно подобран сплав			●																		
	Неправильно подобраны режимы резания							↘	↘													
	Недостаточная прочность режущей кромки.										●		↗		↗							
	Термическая трещина				●		↘	↘	↘		●	Сухое										
Нарост				●		↗	↗		●	СОЖ												
Недостаточная жёсткость																●	●	●	●			
За пределами допусков	Размеры не постоянные	Недостаточная точность режущей пластины														●						
		Сильное сопротивление при резании и износ задней поверхности										●	●	↘	↘	↘		●	●	●	●	
Повреждение обрабатываемой поверхности	Необходима частая перенастройка из-за несоответствия размера	Неправильно подобран сплав	●																			
		Неправильно подобраны режимы резания					↘	↗														
Выделение тепла	Плохое качество поверхности	Приваривание стружки					↗			●	СОЖ											
		Неправильно выбрана геометрия режущей кромки										●		↗								
		Вибрации					↘	↘	↘								●	●	●	●		
Выделение тепла	Перегрев заготовки может стать причиной низкой стойкости пластины и плохого качества	Неправильно подобраны режимы резания					↘	↘	↘													
		Неправильно выбрана геометрия режущей кромки										●	↗			↘						

Метод устранения			Выбор покрытия пластины				Режимы резания				Исполнение и технические характеристики инструмента						Станок, крепление инструмента				
			Выбор более твёрдого покрытия	Выбор более прочного покрытия	Выбор покрытия с лучшей термостойкостью	Выбор покрытия с лучшей антиадгезионной характеристикой	Скорость резания		Подача	Глубина резания	Охлаждение		Выбор стружколома	Передний угол	Радиус при угле	Угол установки пластины	Упрочнение режущей кромки хонингованием	Класс пластины (нешлифованные → шлифованные)	Повышение жёсткости державки	Усилить зажим инструмента и заготовки	Уменьшить вылет
Увеличить ↗	Уменьшить ↘	Не использовать СОЖ на водной основе					Использование сухого или резания с СОЖ	Увеличить ↗			Уменьшить ↘										
Проблемы	Факторы	Метод устранения	Выбор более твёрдого покрытия	Выбор более прочного покрытия	Выбор покрытия с лучшей термостойкостью	Выбор покрытия с лучшей антиадгезионной характеристикой	Скорость резания	Подача	Глубина резания	Охлаждение	Выбор стружколома	Передний угол	Радиус при угле	Угол установки пластины	Упрочнение режущей кромки хонингованием	Класс пластины (нешлифованные → шлифованные)	Повышение жёсткости державки	Усилить зажим инструмента и заготовки	Уменьшить вылет	Выбрать оборудование с большей жёсткостью	
			Неровности, выкрашивание и т.д.	Задир (сталь, алюминий)	Износ в виде лунки	●															
Неправильно подобраны режимы резания							● ↘	● ↗		● СОЖ											
Неправильно выбрана геометрия режущей кромки											●	● ↗	● ↘	● ↘	● ↘						
Выкрашивание заготовки (чугун)	Неправильно подобраны режимы резания							● ↘	● ↘												
	Неправильно выбрана геометрия режущей кромки										●	● ↗	● ↗	● ↗	● ↘						
	Вибрация																●	●	●	●	
Задир (малоуглеродистые стали)	Неправильно подобран сплав				●																
	Неправильно подобраны режимы резания						● ↗			● СОЖ											
	Неправильно выбрана геометрия режущей кромки										●	● ↗			● ↘						
	Вибрация																●	●	●	●	
Плохое управление стружкой	Длинная стружка	Неправильно подобраны режимы резания					● ↘	● ↗	● ↗	● СОЖ											
		Большой диапазон контроля стружки									●										
		Неправильно выбрана геометрия режущей кромки											● ↘	● ↘							
	Стружка короткая и непостоянная	Неправильно подобраны режимы резания					● ↘	● ↘		● Сухое											
		Малый диапазон контроля стружки									●										
		Неправильно выбрана геометрия режущей кромки											● ↗	● ↗							

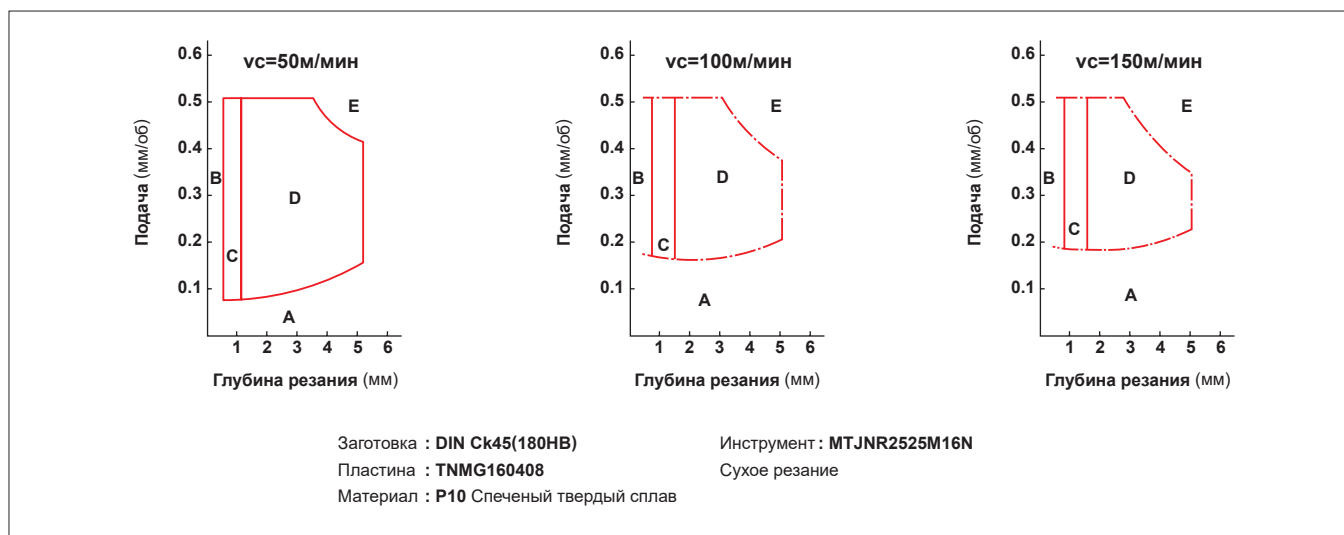
СТРУЖКОДРОБЛЕНИЕ ПРИ ТОЧЕНИИ

УСЛОВИЯ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ

Тип	Тип А	Тип В	Тип С	Тип D	Тип E
Маленькая глубина резания $d < 7\text{мм}$					
Большая глубина резания $d=7-15\text{мм}$					
Длина завитков l	Без завитков	$l \geq 50\text{мм}$	$l \leq 50\text{мм}$ 1–5 завитков	$\cong 1$ завиток	Менее одного, половина завитка
Примечание	<ul style="list-style-type: none"> ● Не отвечающая нормам форма ● Конфликт инструмента и заготовки 	<ul style="list-style-type: none"> ● Правильная форма ● Длинная стружка 	Хорошее	Хорошее	<ul style="list-style-type: none"> ● Стружка разлетается ● Вибрации ● Плохое качество поверхности ● Максимальное

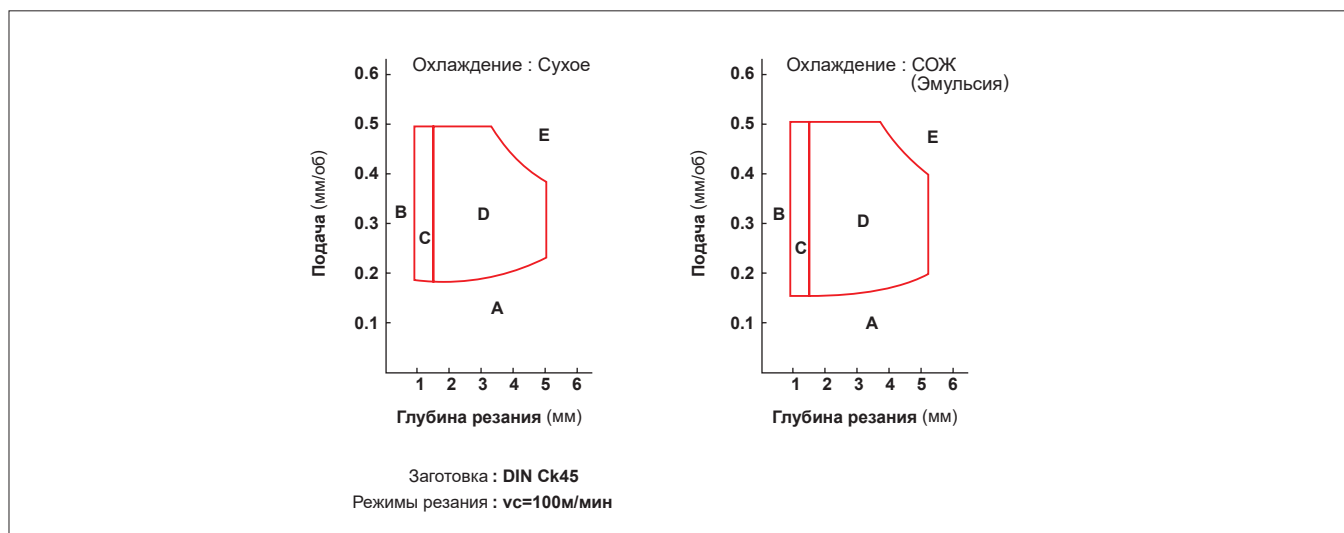
Скорость резания и диапазон контроля стружки

Основное правило: если увеличить скорость резания, диапазон контроля стружки уменьшится.



Влияние охлаждения на диапазон контроля стружки

При постоянной скорости резания контроль стружки зависит от того, используется охлаждающее средство или нет.



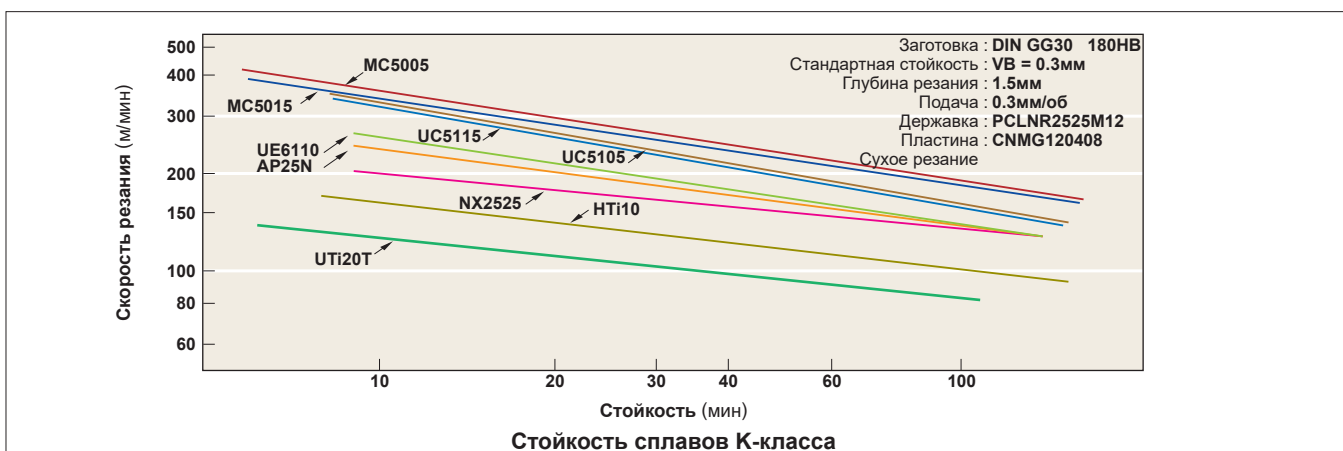
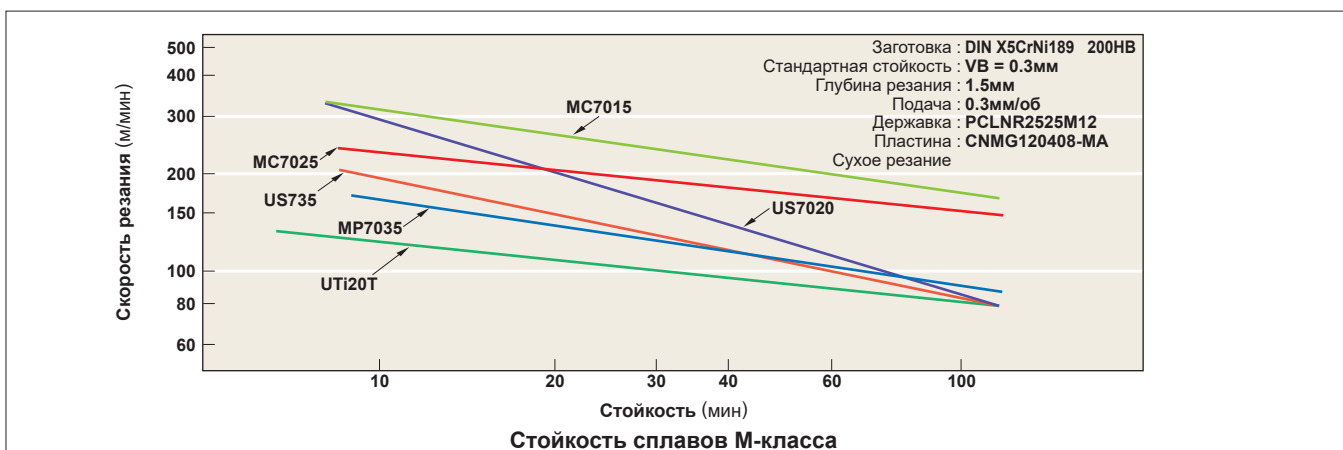
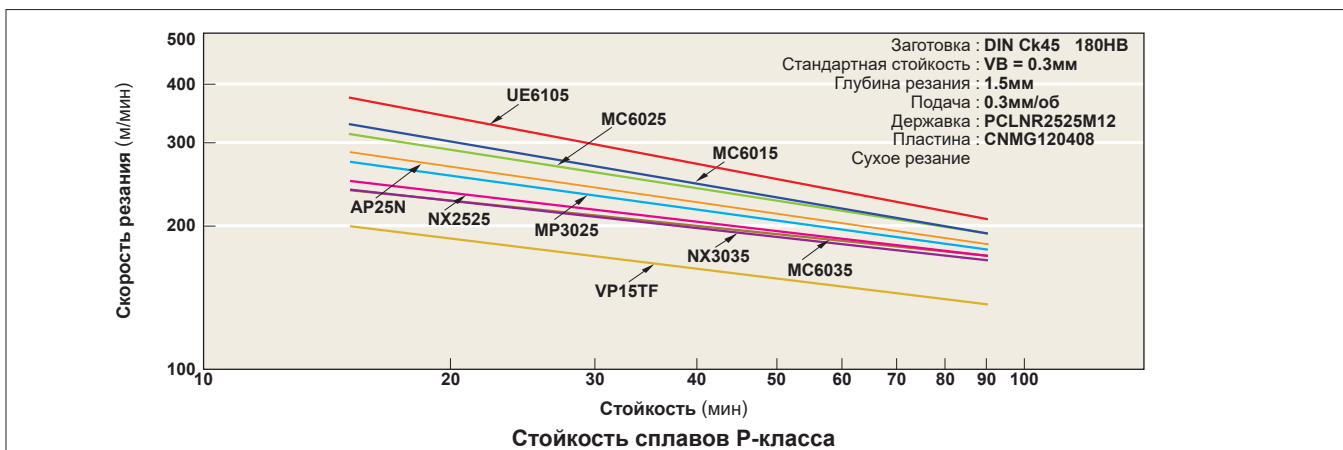
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Идеальные режимы резания - это малое время на обработку, высокая стойкость и высокая точность. Не смотря на такую определённую, выбор эффективных режимов резания и инструмента необходимо осуществлять, основываясь на материале заготовки, её твёрдости, формы и возможностей станка.

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ

Скорость резания сильно влияет на стойкость инструмента. Увеличение скорости резания приводит к повышению температуры в зоне резания и в результате к снижению стойкости инструмента. Скорость резания должна выбираться, исходя из типа и твёрдости заготовки. Выбирайте инструментальный сплав, подходящий конкретному значению скорости резания.



Влияние скорости резания

1. Увеличивая скорость резания на 20%, стойкость инструмента уменьшается наполовину. Увеличивая скорость резания на 50%, стойкость инструмента уменьшается до 80%.
2. Резание при низких скоростях (20–40м/мин) может вызывать вибрации. Поэтому стойкость инструмента снижается.

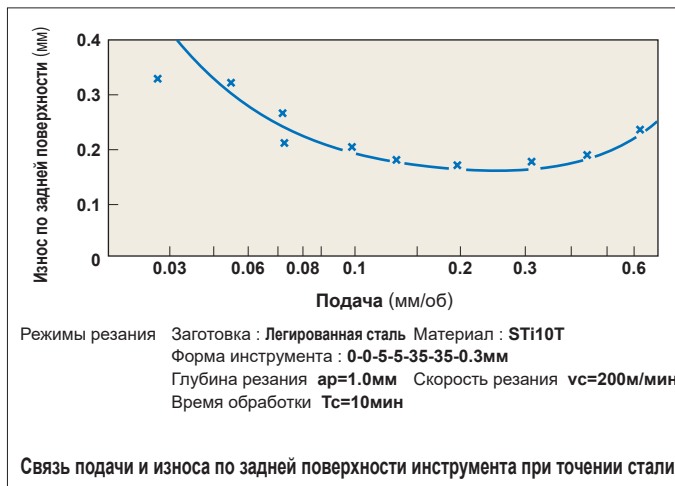
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

ПОДАЧА

При работе обычной державкой, подача - это расстояние, которое державка проходит за оборот заготовки. При фрезеровании, подача - это расстояние, которое проходит стол станка за оборот инструмента, разделённое на количество зубьев. Поэтому она обозначается как подача на зуб. От подачи зависит шероховатость обрабатываемой поверхности.

Выбор подачи

1. Уменьшение подачи приводит к износу по задней поверхности инструмента и снижению его стойкости.
2. Увеличение подачи приводит к повышению температуры в зоне резания и износу по передней поверхности. Однако, влияние на стойкость инструмента несоизмеримо мало по сравнению со скоростью резания.
3. Увеличение подачи повышает эффективность обработки.

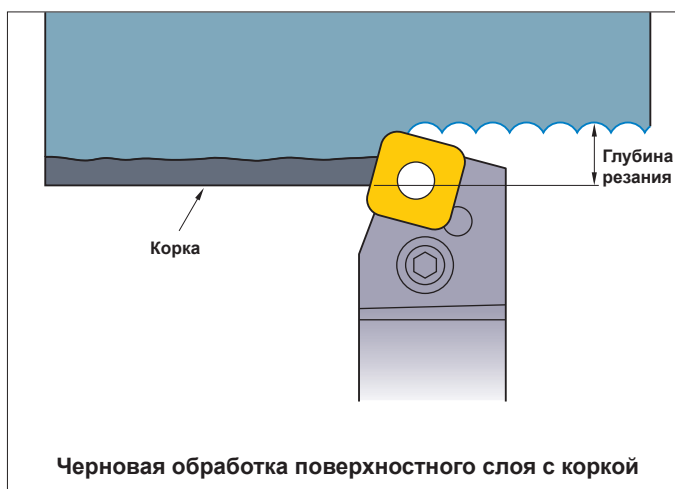
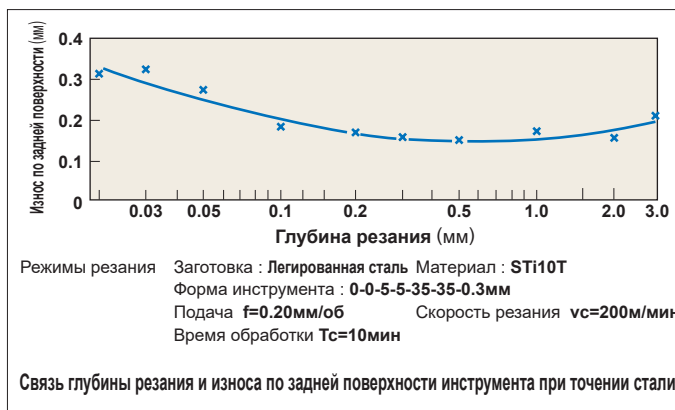


ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ

Глубина резания определяется в зависимости от удаляемого припуска, формы заготовки, мощности и жёсткости станка и жесткости инструмента.

Выбор глубины резания

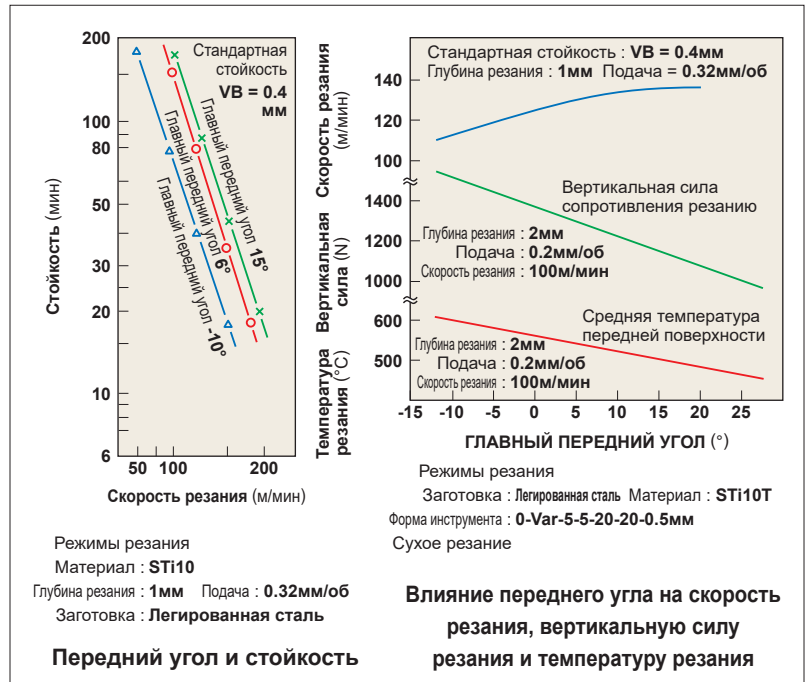
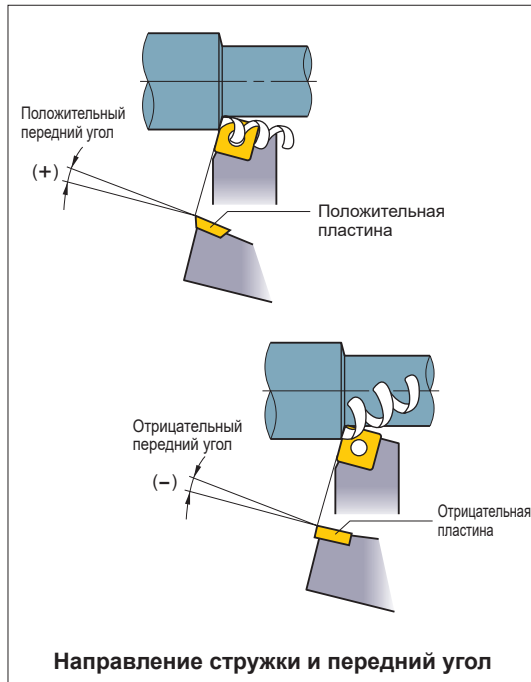
1. Варьирование глубиной резания несильно скажется на стойкости инструмента.
2. При малой глубине резания инструмент работает с трением на закалённом слое заготовки. Поэтому его стойкость снижается.
3. При обработке стали и чугуна по корке, глубина резания должна быть увеличена на сколько это позволяет сделать мощность станка, чтобы избежать обработки этого твёрдого слоя вершиной режущей кромки и предотвратить её повреждение и повышенный износ.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

■ ГЛАВНЫЙ ПЕРЕДНИЙ УГОЛ

Передний угол режущей кромки оказывает большое влияние на силы резания, стружкодробление, температуру резания и стойкость.



● Влияние заднего угла резания

1. Увеличение переднего угла в положительном направлении (+) повысит остроту режущей кромки.
2. Увеличение переднего угла резания на 1° в положительном направлении (+) повлечёт уменьшение сил резания приблизительно на 1%.
3. Увеличение переднего угла в положительном направлении (+) снижает прочность режущей кромки, а в отрицательном (-) увеличивает сопротивление резанию.

В каких случаях следует увеличить отрицательный передний угол (-)

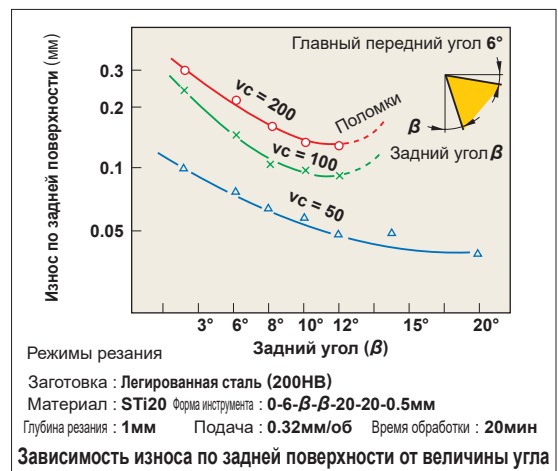
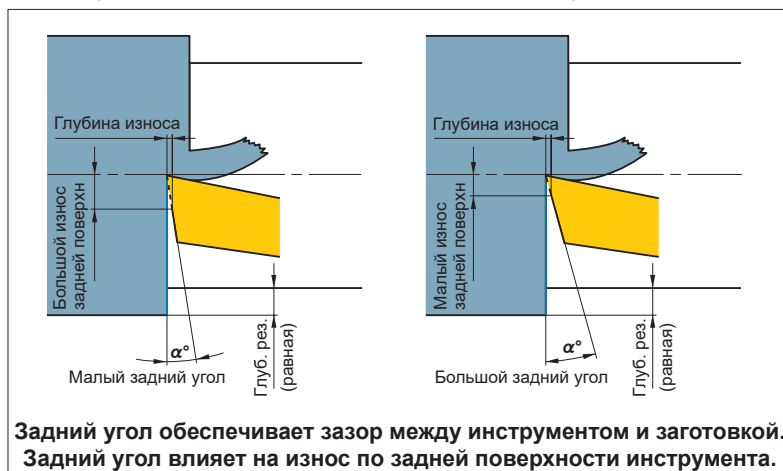
- Твёрдый материал заготовки.
- Когда прочность режущей кромки требуется такая же, как при прерывистом резании или обработке по корке.

В каких случаях следует увеличить положительный передний угол (+)

- Мягкий материал заготовки.
- Заготовка легко обрабатывается.
- При недостаточной жёсткости станка или крепления заготовки.

■ ЗАДНИЙ УГОЛ

Задний угол резания предотвращает трение между задней поверхностью и заготовкой, вследствие встречной подачи.



● Влияние заднего угла

1. При увеличении заднего угла уменьшается износ по задней поверхности.
2. При увеличении заднего угла снижается прочность режущей кромки.

В каких случаях уменьшают задний угол

- Твёрдый материал заготовки.
- Когда критична прочность режущей кромки.

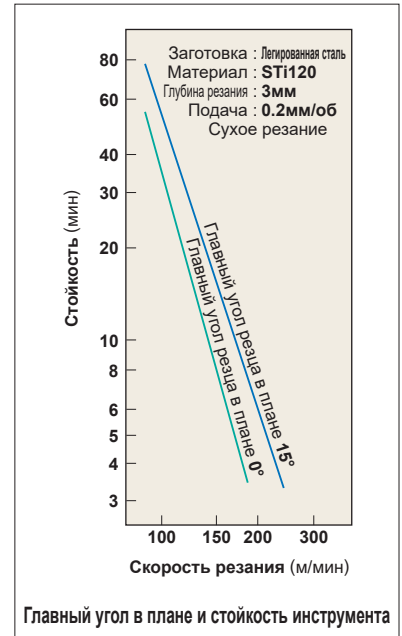
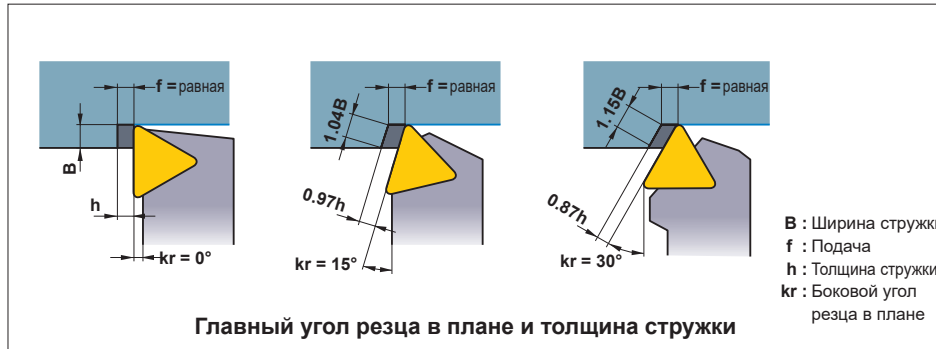
В каких случаях увеличивают задний угол

- Мягкий материал заготовки.
- Когда заготовка обрабатывается без особых усилий.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

■ ГЛАВНЫЙ УГОЛ РЕЗЦА В ПЛАНЕ (УГОЛ УСТАНОВКИ ПЛАСТИНЫ)

Главный угол в плане снижает ударную нагрузку и определяет скорость подачи, напряжение и толщину стружки.



● Выбор Главный в плане

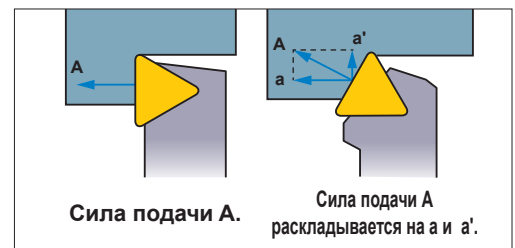
1. При одной и той же подаче, увеличение Главного угла в плане увеличивает линию контакта заготовки с инструментом и уменьшает толщину стружки. В результате, силы резания распределены равномерно по режущей кромке инструмента и его стойкость увеличивается. (Смотрите рисунок)
2. Увеличение Главного угла в плане увеличивает силу a' . Поэтому тонкие, длинные заготовки могут прогибаться при обработке.
3. Увеличение Главного угла в плане уменьшает стружкодробление.
4. Увеличение Главного угла в плане уменьшает толщину стружки и увеличивает её ширину. Это усложняет стружкодробление.

Когда уменьшают Главный угол в плане пластин

- Чистовая обработка с малой глубиной резания.
- Тонкие, длинные заготовки.
- Когда станок не обладает достаточной жёсткостью.

Когда увеличивают Главный угол в плане пластин

- Твёрдые заготовки, обрабатываемые с большим выделением тепла.
- При черновой обработке заготовок больших диаметров.
- При высокой жёсткости станка.

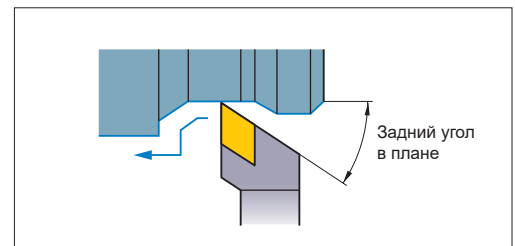


■ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ УГОЛ В ПЛАНЕ

Задний угол в плане предотвращает износ инструмента и повреждение обработанной поверхности заготовки (обычно $5^\circ - 15^\circ$).

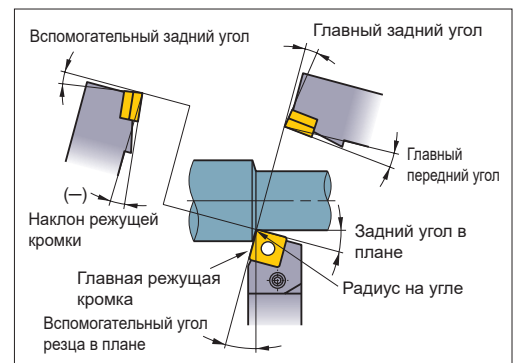
● Выбор Вспомогательный угла в плане

1. При уменьшении Вспомогательного угла в плане повышается прочность режущей кромки, но при этом возрастает температура резания.
2. При уменьшении Вспомогательного угла в плане возрастают силы резания, а это может привести к вибрациям при обработке.
3. Рекомендуется использовать малое значение Вспомогательного угла в плане при черновой обработке и большое при чистовой.



■ НАКЛОН РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

Угол наклона Вспомогательной кромки определяет наклон передней поверхности. При тяжёлой обработке режущая кромка испытывает сильное перенапряжение в начале каждого врезания. Наклон режущей кромки предохраняет её от перенапряжения и поломок. Рекомендуется делать наклон $3^\circ - 5^\circ$ при точении и порядка $10^\circ - 15^\circ$ при фрезеровании.

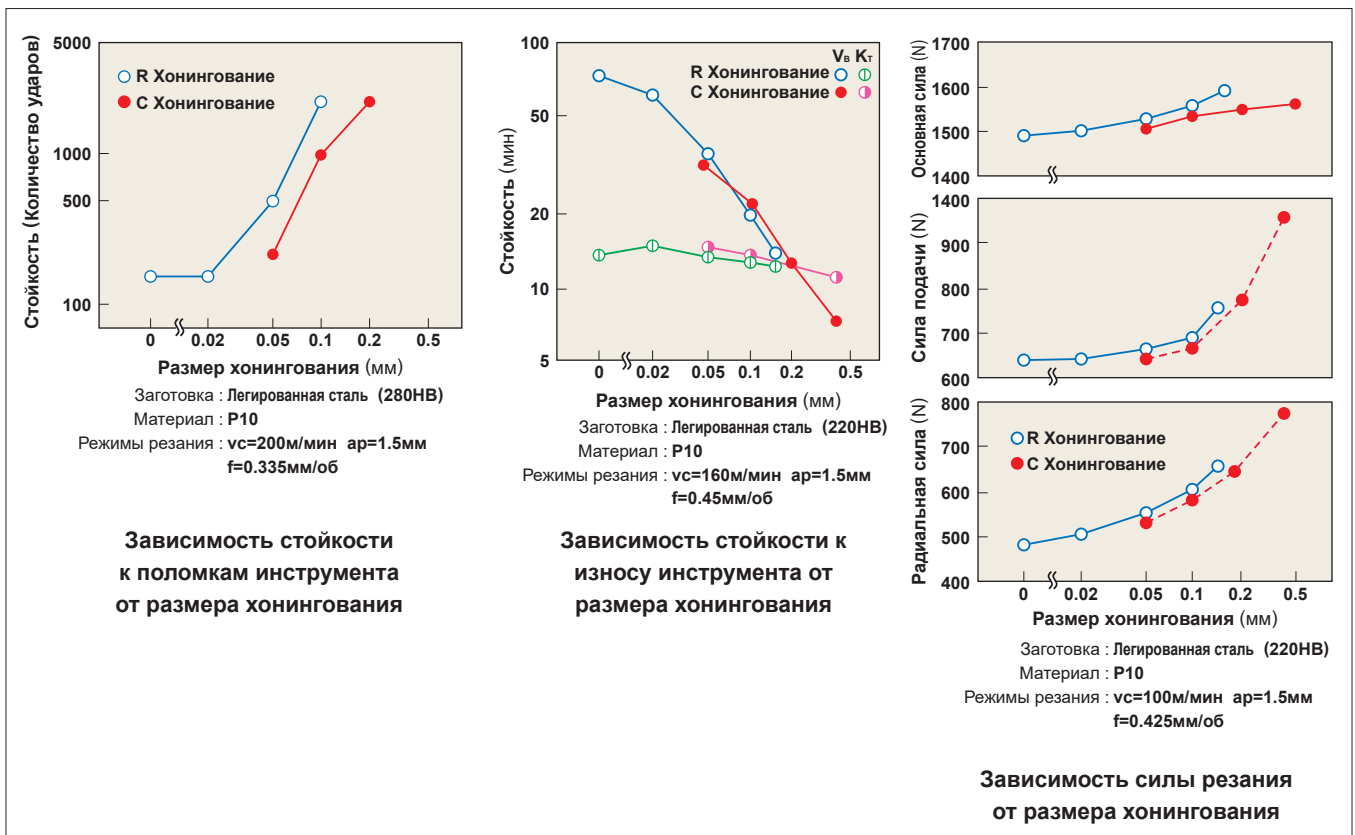
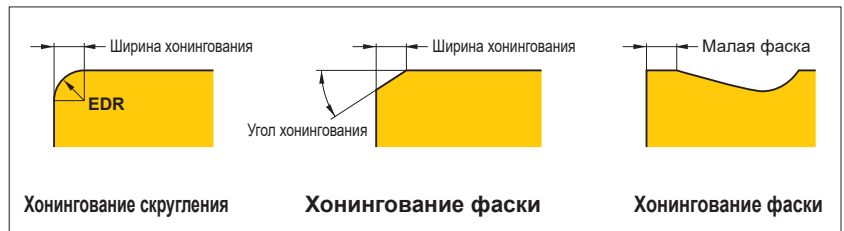


● Выбор угла наклона режущей кромки

1. Отрицательный (-) угол наклона режущей кромки направляет стружку в сторону заготовки, а положительный (+) - в противоположное направлении.
2. Отрицательный (-) угол наклона режущей кромки увеличивает её прочность, но он также увеличивает и силы резания. Поэтому легко могут возникнуть вибрации.

ХОНИНГОВАНИЕ И ФАСКИ

Хонингование и обработка фасок увеличивают прочность режущей кромки. Хонингование может иметь тип скругления или фаски. Оптимальная ширина хонингования составляет примерно 1/2 от подачи. Малая фаска - это узкий плоский участок на передней или задней поверхности.



Выбор хонингования

1. При увеличении участка хонингования возрастает прочность режущей кромки, стойкость и снижаются поломки.
2. При увеличении участка хонингования возрастает износ по задней поверхности, что снижает стойкость. Размер хонингования не оказывает влияния на переднюю поверхность.
3. При увеличении участка хонингования возрастают силы резания и вибрации.

Когда уменьшают размер хонингования

- При чистовой обработке с малой глубиной резания и подачи.
- Мягкий материал заготовки.
- При недостаточной жесткости станка или крепления заготовки.

Когда увеличивают размер хонингования

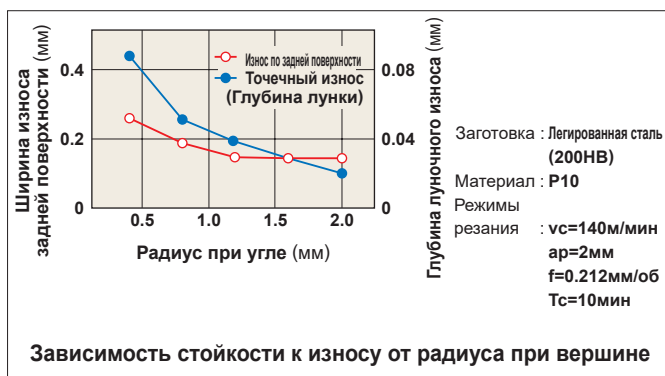
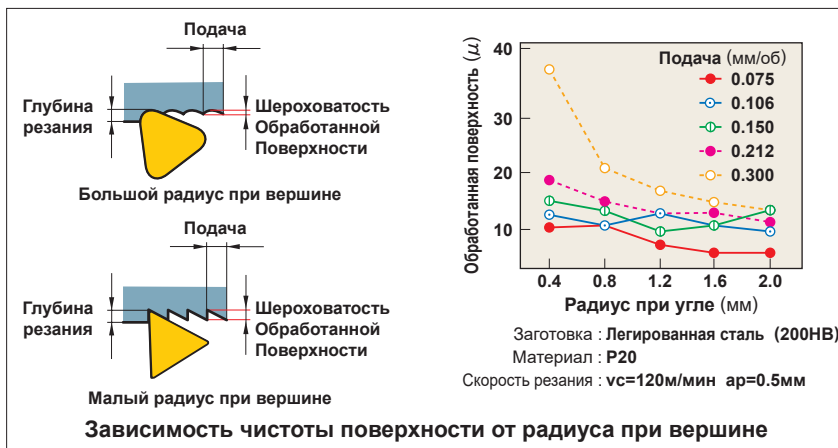
- Твёрдый материал заготовки.
- Когда прочность режущей кромки требуется такая, как при прерывистом резании или обработке по корке.
- При высокой жесткости станка.

*Инструмент из твёрдого сплава, UTi, с алмазным покрытием и сменные пластины из кермета уже имеют стандартное скругление выполненное хонингованием.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

РАДИУС ПРИ ВЕРШИНЕ

Радиус влияет на прочность режущей кромки и на чистоту получаемой поверхности. Обычно, радиус при вершине берут равным 2–3 кратной рекомендуемой подаче.



Выбор радиуса при вершине

1. Увеличение радиуса при вершине улучшает качество обработанной поверхности.
2. Увеличение радиуса при вершине увеличивает прочность режущей кромки.
3. Чрезмерное увеличение радиуса при вершине повышает силы резания и может вызвать вибрации.
4. Увеличение радиуса при вершине снижает износ по задней и передней поверхностям.
5. Слишком сильное увеличение радиуса при вершине ухудшает стружкодробление.

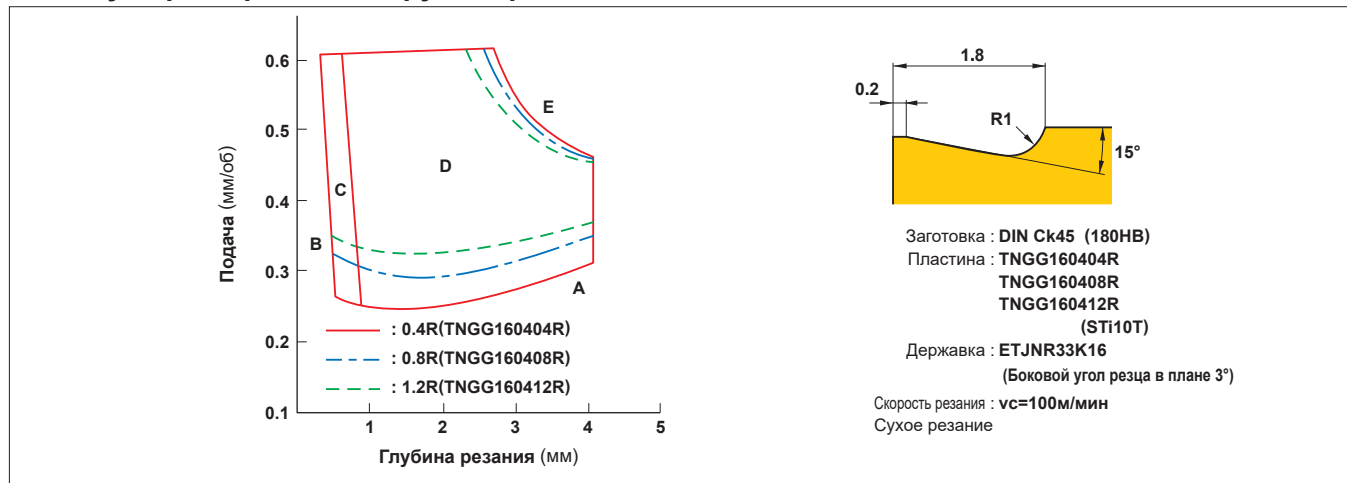
Когда уменьшают радиус при вершине

- Чистовая обработка с малой глубиной резания.
- Тонкие, длинные заготовки.
- Когда станок не обладает достаточной жёсткостью.

Когда увеличивают радиус при вершине

- Когда прочность режущей кромки требуется такая, как при прерывистом резании или обработке по корке.
- При черновой обработке заготовок больших диаметров.
- При высокой жёсткости станка.

Радиус при вершине и стружкодробление



(Примечание) Форму стружки (А, В, С, D, E) смотрите на странице N004.

РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ (Pc)

$$P_c = \frac{ap \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \cdot \eta} \quad (\text{кВт})$$

Pc (кВт) : Фактическая мощность резания **ap (мм)** : Глубина резания
f (мм/об) : Подача на оборот **vc (м/мин)** : Скорость резания
Kc (МПа) : Удельная сила резания **η** : (КПД станка)

(Задача) Какую мощность необходимо затратить, чтобы обработать заготовку из мягкой малоуглеродистой стали при скорости резания 120 м/мин, глубине 3мм и подаче 0.2 мм/об (КПД станка - 80%) ?

(Решение) Подставляем силу резания материала Kc=3100МПа в формулу.

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{кВт})$$

● Kc

Обрабатываемый материал	Предел прочности (МПа) и твердость	Удельная сила резания Kc (МПа)				
		0.1 (мм/об)	0.2 (мм/об)	0.3 (мм/об)	0.4 (мм/об)	0.6 (мм/об)
Малоуглеродистые стали	520	3610	3100	2720	2500	2280
Среднеуглеродистая сталь	620	3080	2700	2570	2450	2300
Высокоуглеродистая сталь	720	4050	3600	3250	2950	2640
Инструментальная сталь	670	3040	2800	2630	2500	2400
Инструментальная сталь	770	3150	2850	2620	2450	2340
Хромомарганцевая сталь	770	3830	3250	2900	2650	2400
Хромомарганцевая сталь	630	4510	3900	3240	2900	2630
Хромомолибденовая сталь	730	4500	3900	3400	3150	2850
Хромомолибденовая сталь	600	3610	3200	2880	2700	2500
Хромоникелемолибденовая сталь	900	3070	2650	2350	2200	1980
Хромоникелемолибденовая сталь	352НВ	3310	2900	2580	2400	2200
Высокопрочный чугун	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
Чугун марки Механит	360	2300	1930	1730	1600	1450
Серый чугун	200НВ	2110	1800	1600	1400	1330

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ (vc)

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

vc (м/мин) : Скорость резания
Dm (мм) : Обрабатываемый диаметр
π (3.14) : Пи
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя

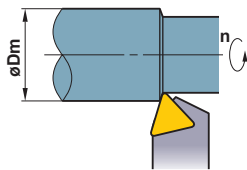
*Разделить на 1000, чтобы перевести мм в м.

(Задача) Как определить скорость резания при частоте вращения шпинделя 700 мин⁻¹ и внешнем диаметре обработки φ50 ?

(Решение) Подставляем π=3.14, Dm=50, n=700 в формулу.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{ м/мин}$$

Скорость резания 110м/мин.



Подача (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{мм/об})$$

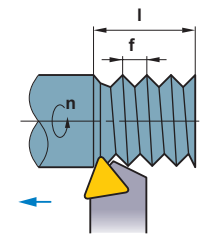
f (мм/об) : Подача на оборот
l (мм/мин) : Длина обработки в минуту
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя

(Задача) Как определить подачу на оборот, если известна частота вращения шпинделя 500мин⁻¹ и длина обработки за минуту 120мм/мин ?

(Решение) Подставим n=500, l=120 в формулу.

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{ мм/об}$$

Ответ: подача 0.24мм/об.



ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ (Tc)

$$T_c = \frac{l_m}{f} \quad (\text{мин})$$

Tc (мин) : Время обработки
lm (мм) : Длина заготовки
f (мм/мин) : Длина обработки в минуту

(Задача) Сколько времени потребуется, чтобы обработать заготовку длиной мм при частоте вращения шпинделя 1000 мин⁻¹ с подачей = 0.2 мм/об ?

(Решение) Сначала рассчитайте перемещение инструмента за 1 минуту.

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{ мм/мин}$$

Подставим полученные данные в формулу.

$$T_c = \frac{l_m}{f} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{ мин}$$

0.5 x 60=30 (сек.) Ответ 30 сек.

ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ (h)

$$h = \frac{f^2}{8RE} \times 1000 (\mu\text{м})$$

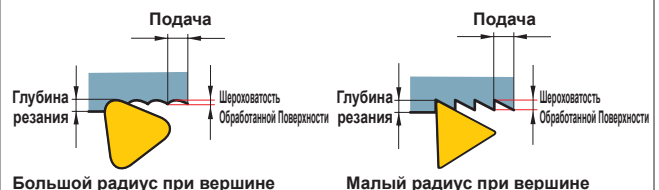
h (μм) : Шероховатость поверхности
f (мм/об) : Подача на оборот
RE (мм) : Радиус угла пластины

(Задача) Какова теоретическая шероховатость поверхности, если радиус при вершине пластины 0.8 мм, а подача 0.2 мм/об ?

(Решение) Подставим f=0.2мм/об, RE=0.8 в формулу.

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{м}$$

Теоретическая шероховатость поверхности 6μм.

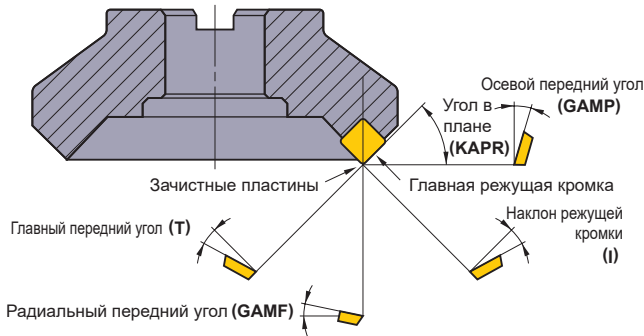


УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЛОСКОСТЕЙ

Метод устранения		Выбор покрытие пластины				Режимы резания					Исполнение и технические характеристики инструмента						Станок, крепление инструмента										
		Выбор более твёрдого покрытия	Выбор более прочного покрытия	Выбор покрытие с лучшей термостойкостью	Выбор покрытие с лучшей антиадгезионной характеристикой	Скорость резания		Подача	Глубина резания	Угол врезания	Охлаждение		Передний угол	Угол установки пластины	Упрочнение режущей кромки хонингованием	Диаметр фрезы	Число зубьев	Увеличение стружечной Канавки	Используйте зачистную пластину	Уменьшить радиальное биение	Жёсткость фрезы	Усилить зажим инструмента и заготовки	Уменьшить вылет	Выборать оборудование с большей жёсткостью			
						Увеличить ↗	Уменьшить ↘				Увеличить ↗	Уменьшить ↘													Не использовать СОЖ на водной основе	Использование сухого или резание с СОЖ	Увеличить ↗
Снижение срока службы инструмента	Быстрый износ режущей пластины	Неправильно подобран сплав	●																								
		Неправильно выбрана геометрия режущей кромки																									
	Несоответствующая скорость резания																										
	Скалывание или излом режущей кромки	Неправильно подобран сплав		●																							
	Неправильно подобраны режимы резания																										
	Недостаточная прочность режущей кромки.																										
	Термическая трещина			●																							
	Нарост				●																						
	Недостаточная жёсткость																										
Повреждение обрабатываемой поверхности	Плохое качество поверхности	Неправильно подобраны режимы резания	●																								
		Приваривание стружки				●																					
		Недостаточный допуск на радиальное биение																									
	Вибрации																										
Неровности, отклонение от параллельности	Заготовка изгибается																										
	Зазор между инструментом и заготовкой																										
	Большая осевая сила																										
Заусенцы, повреждение заготовки	Неровности, выкрашивание	Слишком толстая стружка																									
		Слишком большой диаметр инструмента																									
		Недостаточная острота																									
	Большой главный угол в плане																										
Выкрашивание обрабатываемого края заготовки	Неправильно подобраны режимы резания																										
	Недостаточная острота																										
	Малый главный угол в плане																										
Вибрации																											
Стружкодробление	Плохой стружкоотвод, уплотнение стружки, забивка канавок	Приваривание стружки																									
		Слишком тонкая стружка																									
		Слишком малый диаметр инструмента																									
		Плохое управление стружкодроблением																									

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЖДОГО УГЛА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ

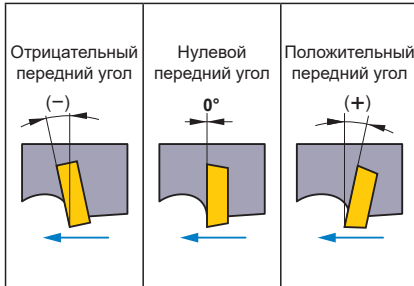


Основные углы резания при торцевом фрезеровании

Тип угла	Обозначение	Функция	Влияние
Осевой передний угол	GAMP	Определяет направление стружки.	Положительный : Превосходная обработка.
Радиальный передний угол	GAMF	Характеризует остроту кромки.	Отрицательный : Превосходное удаление стружки.
Угол в плане	KAPR	Определяет толщину стружки.	Маленькое : Тонкая стружка и небольшие удары при резании. Большая осевая сила.
Главный передний угол	T	Определяет действительную остроту кромки.	Положительный (Большая) : Превосходная обрабатываемость. Минимальное налипание. Отрицательный (Большая) : Плохая обрабатываемость. Прочная режущая кромка.
Наклон режущей кромки	I	Определяет направление стружки.	Положительный (Большая) : Отличный стружкоотвод. Низкая прочность режущей кромки.

СТАНДАРТНЫЕ ПЛАСТИНЫ

Положительный и отрицательный передний угол

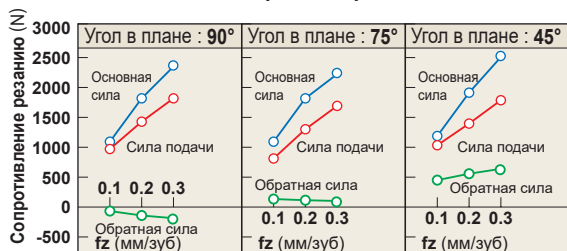


- Форма пластины, при которой режущая кромка находится впереди - считается с положительным передним углом.
- Форма пластины, при которой режущая кромка находится позади - считается с отрицательным передним углом.

Стандартная форма режущей кромки

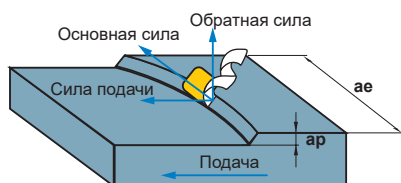
Стандартные комбинации режущих кромок	(+) Осевой передний угол	(-) Осевой передний угол	(+) Осевой передний угол	
	Радиальный передний угол (+)	Радиальный передний угол (-)	Радиальный передний угол (-)	
Двойной положительный (Тип кромки DP)	Двойной отрицательный (Тип кромки DN)	Отриц. / Положит. (Тип кромки NP)		
Осевой передний угол (GAMP)	Положительный (+)	Отрицательный (-)	Положительный (+)	
Радиальный передний угол (GAMF)	Положительный (+)	Отрицательный (-)	Отрицательный (-)	
Используемая пластина	Положительная пластина (Односторонняя)	Отрицательная пластина (Двусторонняя)	Положительная пластина (Односторонняя)	
Обрабатываемый материал	Сталь	●	-	●
	Чугун	-	●	●
	Алюминиевые сплавы	●	-	-
	Труднообрабатываемых материалов	●	-	●

УГОЛ В ПЛАНЕ (KAPR) И ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАБОТКИ



Заготовка : DIN 41CrMo4 (281HB)
Инструмент : $\varnothing 125\text{мм}$ Одна пластина
Режимы резания : $vc=125.6/\text{мин}$ $ap=4\text{мм}$ $ae=110\text{мм}$

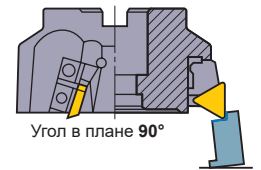
Сравнение сил резания при разных формах пластин



Три основных силы резания при фрезеровании

Угол в плане 90°

Осевая сила в отрицательном направлении. При недостаточно прочном зажиме может вырвать заготовку.



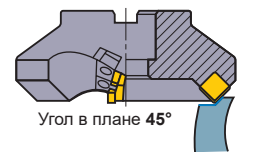
Угол в плане 75°

Для торцевого фрезерования заготовок с низкой жесткостью (например тонких) рекомендуется использовать угол в плане 15°.



Угол в плане 45°

Наибольшая обратная сила. Сгибает тонкие заготовки и снижает точность обработки.
*Предотвращает выкрашивание режущей кромки при обработке чугуна.



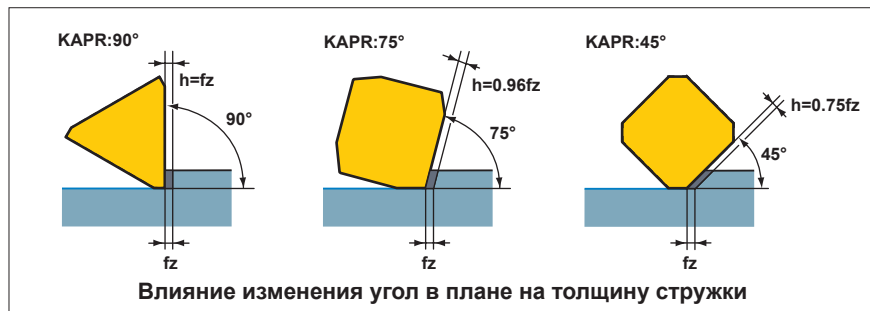
- * Основная сила : Сила противоположная направлению вращения фрезы.
- * Осевая сила : Сила, действующая в осевом направлении.
- * Сила подачи : Сила, создаваемая подачей стола и направленная вдоль подачи.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ

УГОЛ В ПЛАНЕ И СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТА

Угол в плане и толщина стружки

Если глубина резания и подача на зуб (fz) заданы, действует следующее правило: чем меньше угол установки (KAPR), тем меньше толщина стружки (h) (для KAPR в 45° толщина составляет 75 % от значения при KAPR 90°). Если значение KAPR увеличивается, сопротивление при резании снижается, что увеличивает срок службы инструмента.



Угол в плане и износ в виде лунки

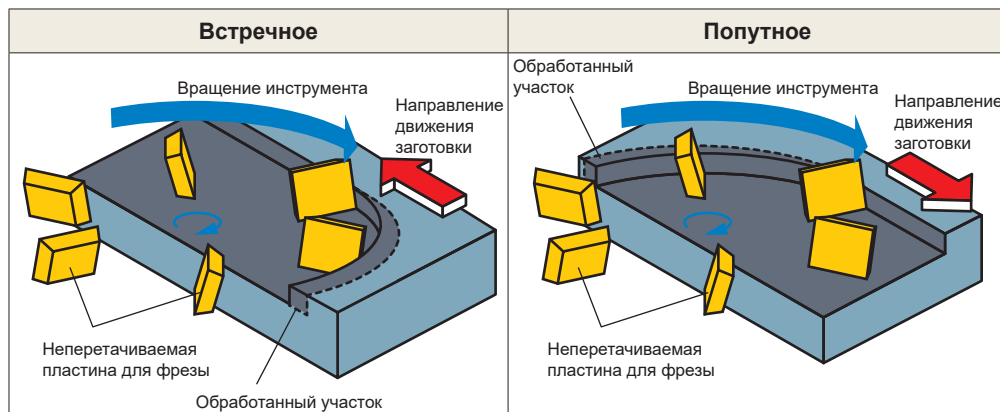
В следующей таблице указаны профили износа при различных углах установки. Если сравнить кратерный износ при углах установки 90° и 45° , будет ясно, что кратерный износ больше при угле установки 90° . Это объясняется тем, что при относительно толстой стружке сопротивление при резании увеличивается, что приводит к кратерному износу. С увеличением кратера прочность режущей кромки снижается. В результате образуются трещины.

	Угол в плане 90°	Угол в плане 75°	Угол в плане 45°
$vc=100\text{м/мин}$ $Tc=69\text{мин}$			
$vc=125\text{м/мин}$ $Tc=55\text{мин}$			
$vc=160\text{м/мин}$ $Tc=31\text{мин}$			

Заготовка : Легированная сталь (287HB)
 Инструмент : DC=125мм
 Пластина : M20 Спеченый твердый сплав
 Режимы резания : $ap=3.0\text{мм}$
 $ae=110\text{м}$
 $fz=0.2\text{мм/зуб}$
 Сухое резание

ВСТРЕЧНОЕ И ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Выбор методики обработки - встречного или попутного фрезерования - зависит от условий обработки. Тем не менее, обычно исходят из того, что попутное фрезерование более благоприятно для увеличения срока службы инструмента.



■ ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

● Точность установки режущей кромки

Точность настройки режущей кромки СМП на корпусе фрезы значительно влияет на качество поверхности и стойкость инструмента.

```

    graph LR
      A[Биение] --> B[Большое]
      A --> C[Маленькое]
      B --> D[Плохое качество поверхности]
      C --> E[Хорошее качество поверхности]
      D --> F[Выкрашивание из-за вибраций]
      D --> G[Быстрый износ]
      E --> H[Стабильная стойкость]
      F --> I[Малая стойкость]
      G --> I
  
```

Установка режущей кромки и точность при торцевом фрезеровании

● Повышение качества поверхности

С тех пор, как Mitsubishi Materials' ввела ширину вспомогательной режущей кромки равную 1.4 мм, которая устанавливается параллельно торцу фрезы, качество обработанной заготовки теоретически должно быть высоким, даже при малой точности обработки.

Проблемы

- Настройка режущей кромки.
- Наклон вспомогательной режущей кромки.
- Точность фрезы.
- Точность деталей фрезы.
- Налипание, резонанс, вибрация.

Меры предосторожности

Зачистные пластины

- ★ Обрабатывайте поверхность, предварительно обработанную обычной пластиной, чтобы получить хорошее качество поверхности.

0.03 — 0.1 мм

- Замените одну-две обычные пластины на зачистные.
- Зачистные пластины устанавливаются так, чтобы выступать на 0.03—0.1 мм над обычными.

★ 1. Величина зависит от сочетания режущей кромки и расположения пластин.

Настройка вспомогательных режущих кромок и чистовая обработка поверхности заготовки

● Как установить зачистную пластину

· Длина вспомогательной режущей кромки должна быть больше, чем подача на оборот.

★ Слишком длинные вспомогательные кромки могут быть причиной вибрации.

· Когда диаметр фрезы большой, и подача на оборот больше, чем длина вспомогательной режущей кромки зачистной пластины, используйте 2 или 3 зачистных пластины.

· Когда используется более одной зачистной пластины, износ необходимо устранить.

· Материал зачистной пластины должен иметь высокую твёрдость (с высокой износостойкостью).

(a) Тип с одним углом
Замена обычной пластины.

(b) Тип с двумя углами
Замена обычной пластины.

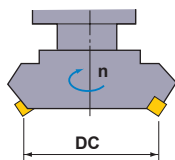
(c) Тип с двумя углами
Используйте держатель для зачистной пластины.

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОБРАБОТКА ПЛОСКОСТЕЙ

■ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ (vc)

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

*Разделить на 1000, чтобы перевести мм в м.



vc (м/мин) : Скорость резания
π (3.14) : Пи
DC(мм) : Диаметр фрезы
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя

(Задача) Как определить скорость резания, если частота вращения шпинделя 350 мин⁻¹ и диаметр фрезы φ125 ?

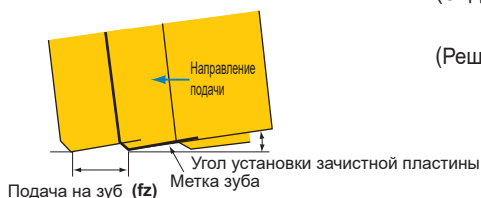
(Решение) Подставим π=3.14, DC=125, n=350 в формулу.

$$v_c = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ м/мин}$$

Скорость резания 137.4м/мин.

■ ПОДАЧА НА ЗУБ (fz)

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



fz (мм/зуб) : Подача на зуб
vf (мм/мин) : Минутная подача стола.
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя (Подача на оборот **f = z x fz**)
z : Обозначение пластины

(Задача) Как определить подачу на зуб, если известна частота вращения шпинделя 500 мин⁻¹, количество пластин 10 и подача стола 500 мм/мин ?

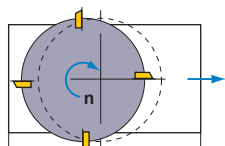
(Решение) Подставим приведённые значения в формулу.

$$f_z = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ мм/зуб}$$

Ответ: подача 0.1 мм/зуб.

■ ПОДАЧА (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (мм/мин)}$$



vf (мм/мин) : Минутная подача стола.
fz (мм/зуб) : Подача на зуб
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя
z : Обозначение пластины

(Задача) Определить подачу стола, если подача на зуб 0.1 мм/зуб, количество пластин 10, частота вращения шпинделя 500 мин⁻¹?

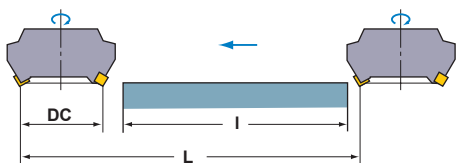
(Решение) Подставим приведённые значения в формулу.

$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ мм/мин}$$

Подача стола 500 мм/мин.

■ ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ (Tc)

$$T_c = \frac{L}{vf} \text{ (мин)}$$



Tc (мин) : Время обработки
vf (мм/мин) : Минутная подача стола.
L (мм) : Полная длина перемещения стола (Длина заготовки: L+Диаметр фрезы: DC)

(Задача) Сколько времени потребуется для обработки заготовки из чугуна (GG20) шириной 100 мм и длиной 300 мм, если диаметр фрезы 200 мм, количество пластин 16, скорость резания 125 м/мин и подача на зуб 0.25 мм. (Частота вращения шпинделя 200 мин⁻¹)

(Решение) Рассчитаем минутную подачу стола $vf = 0.25 \times 16 \times 200 = 800 \text{ мм/мин}$
 Рассчитаем полную длину перемещения стола $L = 300 + 200 = 500 \text{ мм}$
 Подставим полученные данные в формулу.

$$T_c = \frac{L}{vf} = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (мин)}$$

0.625×60=37.5 (сек). Ответ: 37.5 сек.

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \cdot \eta}$$

P_c (кВт) : Фактическая мощность резания
a_p (мм) : Глубина резания
a_e (мм) : Ширина резания
v_f (мм/мин) : Минутная подача стола.
K_c (МПа) : Удельная сила резания
η : (КПД станка)

(Задача) Какая мощность потребуется для обработки инструментальной стали фрезой $\phi 250$ мм с 12 пластинами, если скорость резания 80 м/мин, глубина резания 2 мм, ширина фрезерования 80 мм и подача стола 280 мм/мин. КПД станка - 80%.

(Решение) Сначала рассчитаем частоту вращения шпинделя, чтобы определить подачу на зуб.

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi D C} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Подача на зуб } f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ мм/зуб}$$

Подставляем силу резания материала в формулу.

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ кВт}$$

● K_c

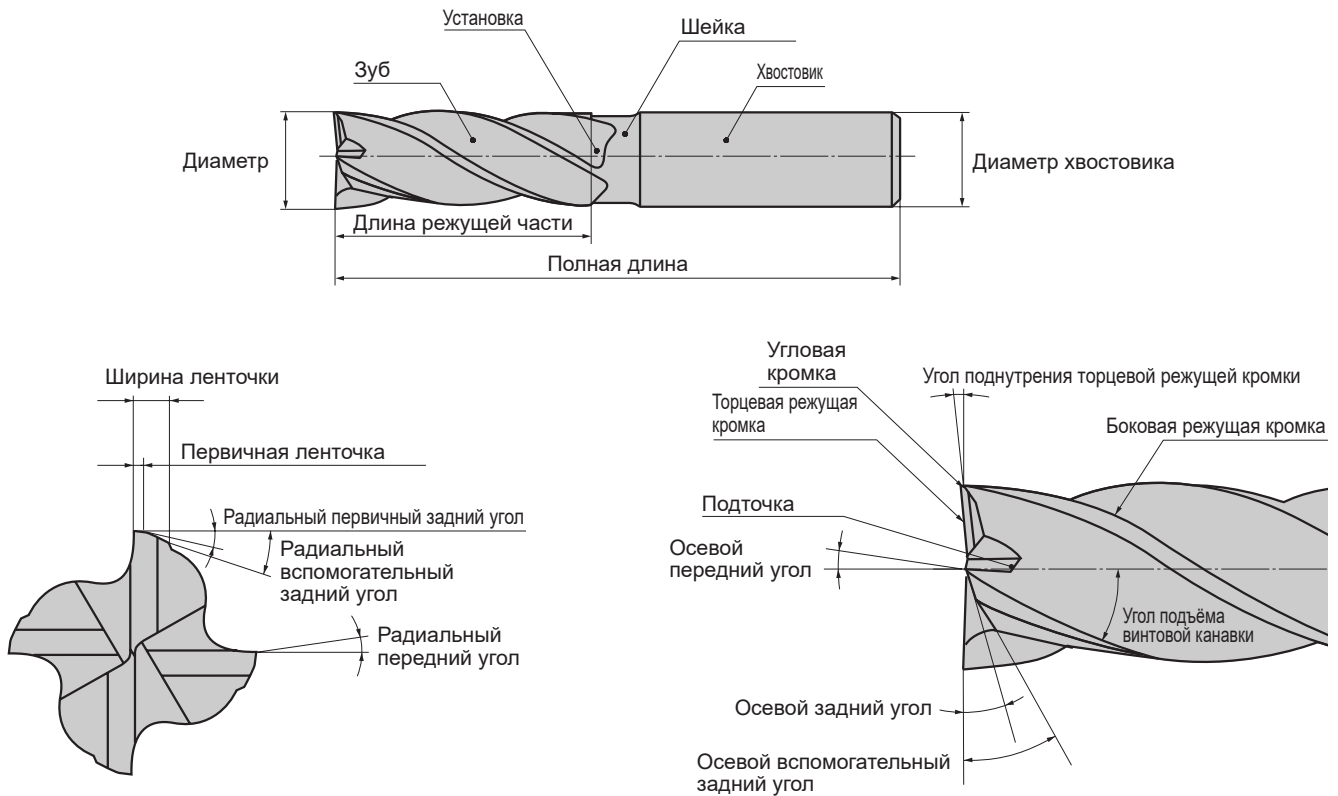
Обрабатываемый материал	Предел прочности (МПа) и Твердость	Удельная сила резания K _c (МПа)				
		0.1 мм/зуб	0.2 мм/зуб	0.3 мм/зуб	0.4 мм/зуб	0.6 мм/зуб
Низкоуглеродистые стали	520	2200	1950	1820	1700	1580
Среднеуглеродистая сталь	620	1980	1800	1730	1600	1570
Высокоуглеродистая сталь	720	2520	2200	2040	1850	1740
Инструментальная сталь	670	1980	1800	1730	1700	1600
Инструментальная сталь	770	2030	1800	1750	1700	1580
Хромомарганцевая сталь	770	2300	2000	1880	1750	1660
Хромомарганцевая сталь	630	2750	2300	2060	1800	1780
Хромомолибденовая сталь	730	2540	2250	2140	2000	1800
Хромомолибденовая сталь	600	2180	2000	1860	1800	1670
Хромоникелемолибденовая сталь	940	2000	1800	1680	1600	1500
Хромоникелемолибденовая сталь	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
Аустенитная нержавеющая сталь	155HB	2030	1970	1900	1770	1710
Чугун	520	2800	2500	2320	2200	2040
Высокопрочный чугун	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
Чугун марки Механит	360	2180	2000	1750	1600	1470
Серый чугун	200HB	1750	1400	1240	1050	970
Латунь	500	1150	950	800	700	630
Алюминиевый сплав (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
Алюминиевый сплав (Al-Si)	200	700	600	490	450	390
Алюминиевый сплав (Al-Zn-Mg-Cu)	570	880	840	840	810	720

УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ

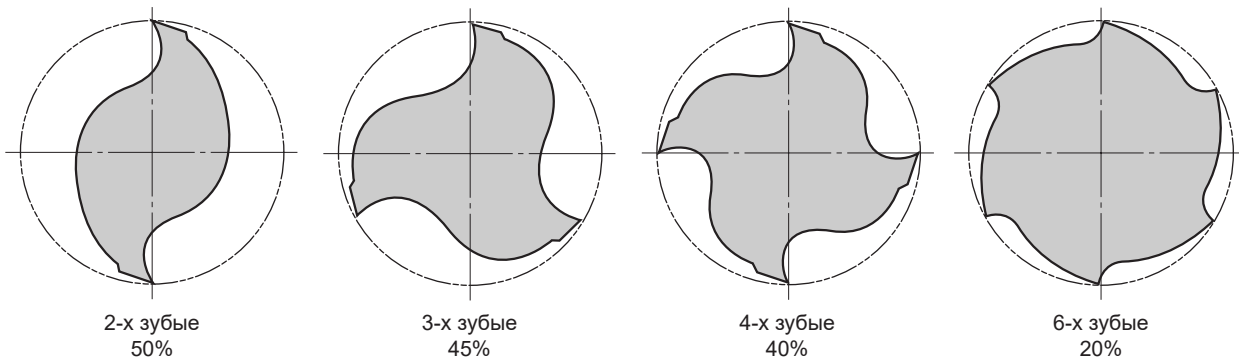
Метод устранения		Выбор покрытия пластины	Режимы резания									Исполнение и технические характеристики инструмента				Станок, крепление инструмента											
			Инструмент с покрытием	Скорость резания		Глубина резания	Ступенчатая подача	Фрезерование	Использовать сжатый воздух	Охлаждение			Угол подъёма винтовой канавки	Количество зубьев	Угол поднутрения торцевой режущей кромки	Диаметр	Жёсткость фрезы	Увеличение стружечной канавки	Уменьшить вылет инструмента	Увеличить точность установки инструмента	Уменьшить биение шпинделя станка	Проверка патрона и замена	Увеличить силу зажима инструмента	Увеличить жёсткость системы СПИД			
				Увеличить ↗	Уменьшить ↘					Увеличить количество охлаждения	Не использовать СОЖ на водной основе	Использование сухого или резание с СОЖ													Увеличить ↗	Уменьшить ↘	Больше
Снижение срока службы инструмента	Значительный периферический износ режущей кромки	●																									
	Выкрашивание																										
	Поломка во время обработки																										
Повреждение обрабатываемой поверхности	Вибрация во время обработки																										
	Недостаточно высокое качество поверхности стенок																										
	Недостаточно высокое качество плоских поверхностей																										
	Отклонение от вертикальности																										
	Недостаточная точность размеров																										
	Неровности, выкрашивание и т.д.	Образование грата или стружки																									
Быстрое образование грата																											
Плохой отвод стружки.																											

КОНСТРУКЦИЯ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ГЕОМЕТРИЯ ФРЕЗЫ



СРАВНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВОК



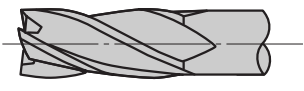
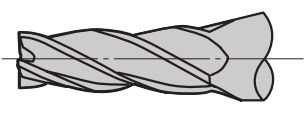
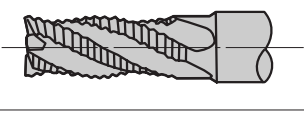

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ С РАЗЛИЧНЫМ ЧИСЛОМ ЗУБЬЕВ

	2-х зубые	3-х зубые	4-х зубые	6-х зубые
Характеристики	Преимущества	Отличный отвод стружки. Легко засверлиться.	Отличный отвод стружки. Подходит для засверливания.	Высокая жесткость Повышенная стойкость режущей кромки
	Недостатки	Низкая прочность	Сложно измерить диаметр.	Плохой отвод стружки. Недостаточный отвод стружки.
Применение	Фрезерование пазов, контуров, засверливание и т.п. Широкая область применения.	Фрезерование пазов, контуров Тяжелая черновая, чистовая обработка	Фрезерование неглубоких пазов и контуров Финишная	Фрезерование сверхтвёрдых материалов. Прорезание неглубоких пазов, фрезерование уступов.


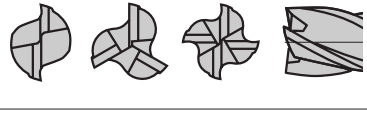

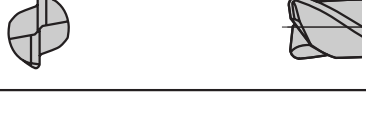
КОНСТРУКЦИЯ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

■ ТИП И ГЕОМЕТРИЯ

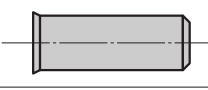


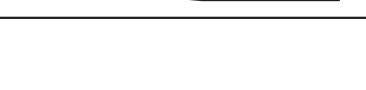
(1) Боковая режущая кромка

Тип	Форма	Характеристики
Обычный зуб		Фрезы с неизменяющейся геометрией зуба, наиболее широко используется при черновом и чистовом фрезеровании контуров, обработке пазов и уступов.
Конический зуб		Фрезы с угловым зубом применяются в таких операциях, как обработка литейных уклонов или фрезерование наклонной поверхности после её предварительной обработки цилиндрической фрезой.
Черновой зуб		У фрез чернового типа режущая кромка имеет зубчатую форму, что позволяет дробить стружку на мелкие части. Низкое сопротивление резанию позволяет применять высокие подачи при черновой обработке. Переточку производят по передней поверхности зуба.
Фасонный зуб		Фрезы с фасонной геометрией, показанной на рисунке, используются для получения угловых радиусов на детали. Данный тип фрез применяется для обработки поверхностей со сложным профилем.

(2) Торцевая режущая кромка

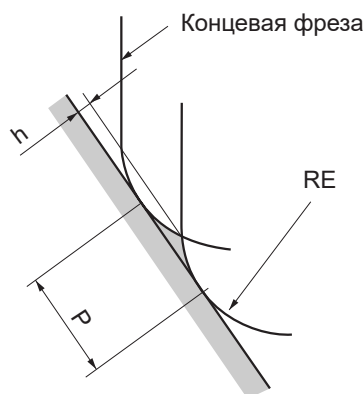
Тип	Форма	Характеристики
Плоский торец фрезы (С центровым отверстием)		Обычно применяется для фрезерования стенок, пазов и уступов. Вертикальное врезание невозможно из-за центрального отверстия, которое служит для обеспечения точности при заточке и переточке инструмента.
Плоский торец фрезы (С режущим центром)		Обычно применяется для фрезерования стенок, пазов и уступов. Возможно вертикальное врезание, эффективность которого выше при меньшем количестве зубьев. Возможна переточка по задней поверхности.
Сферический Торец		Геометрия фрезы подходит для обработки криволинейных поверхностей. В самой крайней точке стружечная канавка очень мала, что приводит к очень неэффективному удалению стружки.
С радиусной кромкой		Применяется для получения углов с радиусным профилем и для фрезерования скруглённой кромкой. Эффективна при объемном фрезеровании фрезой большого диаметра с малым радиусом скругления кромки.

(3) Элементы хвостовика и шейки

Тип	Форма	Характеристики
Стандарт (Прямой хвостовик)		Наиболее широко используемый тип.
Длинный хвостовик		Длинный тип хвостовика применяется для фрезерования глубоких карманов и уступов.
Длинная шейка		Длинная шейка может применяться для обработки глубоких пазов или для зенкерования.
Коническая шейка		Длинная коническая шейка отлично подходит для фрезерования глубоких пазов и литейных уклонов.

ВЫБОР ШАГА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

ФРЕЗЕРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СФЕРИЧЕСКОЙ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗОЙ ИЛИ ФРЕЗОЙ С РАДИУСНОЙ КРОМКОЙ



$$h = RE \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{P}{2RE} \right) \right\} \right]$$

RE : Радиус сферы, угловой радиус

P : Ступенчатая подача

h : Высота гребешка

ВЫСОТА ГРЕБЕШКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАДИУСА СКРУГЛЕНИЯ R КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ И ШАГА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ Единицы : мм

P \ RE	Шаг между проходами (P)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	—	—	—	—
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	—
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

P \ RE	Шаг между проходами (P)									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.104	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.077	0.092	0.109	—	—	—	—	—	—	—
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	—	—	—	—	—	—
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	—	—	—	—
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	—	—
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

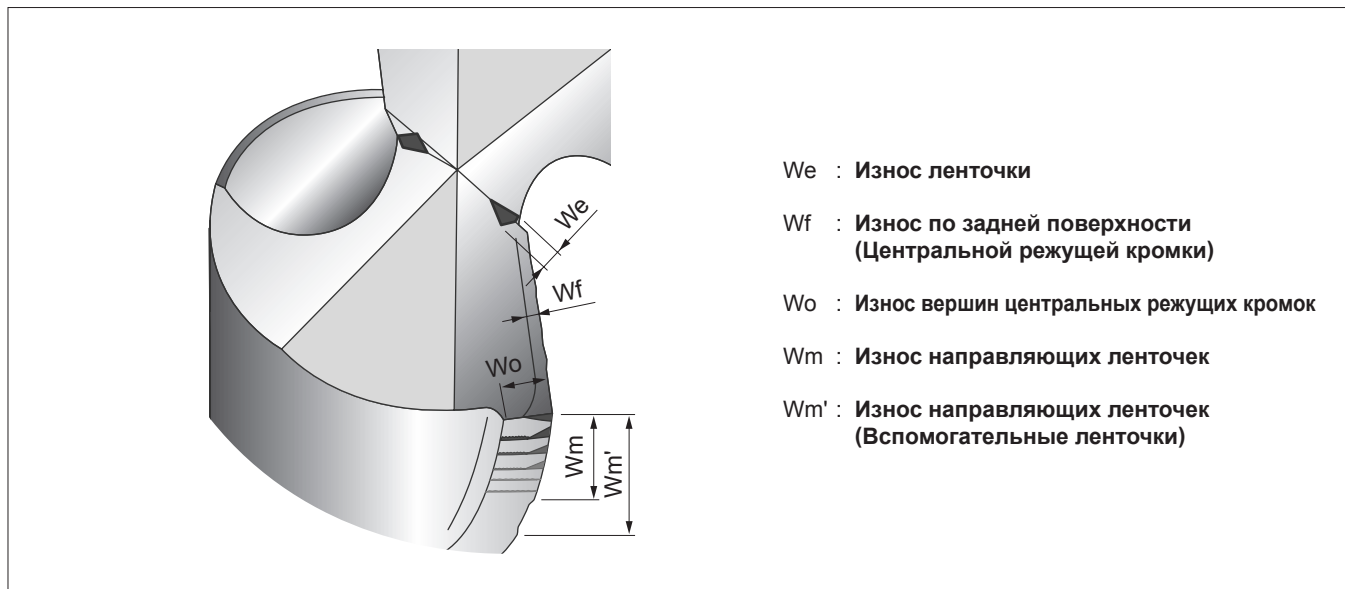
Метод устранения		Факторы	Режимы резания								Исполнение и технические характеристики инструмента				Станок, крепление инструмента														
			Скорость резания		Подача	Снизить подачу при врезании		Снизить подачу в конце сквозного сверления		Ступенчатая подача		Увеличить глубину и повысить точность предварительного отверстия		Охлаждение		Ширина ленточки	Ширина хонингования	Толщина центра	Уменьшить вылет инструмента	Увеличить двойной угол в плане	Использовать сверло с внутренним охлаждением	Заменить на сверло с X-образной подточкой перемычки	Увеличить точность установки инструмента	Уменьшить вылет инструмента	Плоская заготовка	Увеличить жёсткость системы СПИД	Выбрать более точный и жёсткий станок		
			Увеличить ↗	Уменьшить ↘		Снизить содержание масла	Увеличить объем	Увеличить давление СОЖ	Увеличить ↗	Уменьшить ↘																			
Снижение срока службы инструмента	Поломка сверла	Недостаточная жёсткость сверла											↗	●															
		Неправильно подобраны режимы резания		↘																				●					●
		Сильное радиальное биение патрона																						●					●
		Наклонная поверхность заготовки																						●					●
	Сильный износ ленточки и поперечных режущих кромок	Неправильно подобраны режимы резания		↘							●	●								●									
		Повышение температуры в зоне резания									●	●								●									
Выкрашивание по ленточке	Вибрации	Неправильно подобраны режимы резания		↘																				●					
		Сильное радиальное биение патрона																						●				●	
	Триск, вибрация	Неправильно подобраны режимы резания		↘																				●				●	
		Сильное радиальное биение патрона																						●				●	
Излом перемычки	Плохое врезание	Слишком большая ширина перемычки											↘																
		Неправильно подобраны режимы резания																											
	Вибрации, детонации	Неправильно подобраны режимы резания		↘																				●				●	
		Сильное радиальное биение патрона																						●				●	
Точность отверстия	Превышение размера	Недостаточная жёсткость сверла																											
		Неподходящая геометрия сверла																								●			
	Уменьшение размера	Повышение температуры в зоне резания										●	●																
		Неправильно подобраны режимы резания		↘																									
	Непрямолинейность	Неподходящая геометрия сверла																											
		Недостаточная жёсткость сверла																											
Недостаточная точность расположения отверстия и качество поверхности, отклонение от круглости	Плохое врезание	Сильное радиальное биение патрона																						●				●	
		Отклонение от вертикали										●																	
	Неправильно подобраны режимы резания	Недостаточная жёсткость сверла																											
		Сильное радиальное биение патрона																											
Задирки	Образование заусенцев	Недостаточная геометрия сверла																											
		Неправильно подобраны режимы резания																											
Плохое управление стружкодроблением	Длинная стружка	Неправильно подобраны режимы резания																											
		Плохое управление стружкодроблением		↘																									
Повреждение стружкой	Повреждение стружкой	Неправильно подобраны режимы резания		↘																									
		Плохое управление стружкодроблением																											

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ИЗНОС СВЕРЛА И ПОВРЕЖДЕНИЕ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

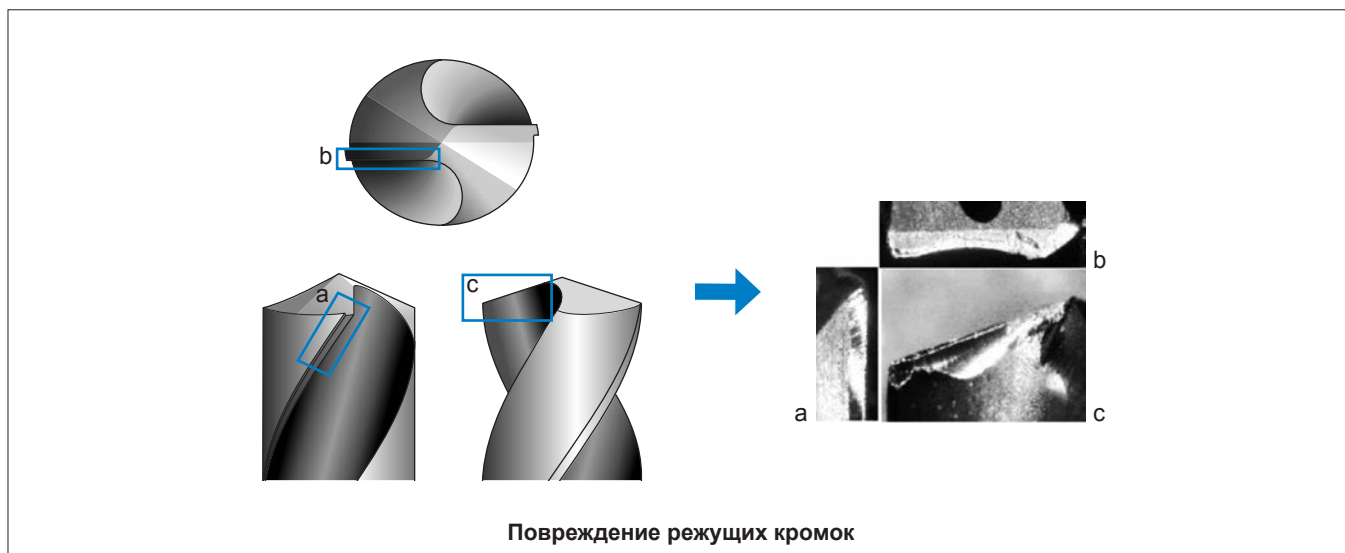
УСЛОВИЯ ИЗНОСА СВЕРЛА

На рисунке изображён износ режущей кромки сверла. Возникновение и степень износа варьируются в зависимости от материалов заготовки и условий резания в конкретном случае. Тем не менее, сильнее всего выражается износ ленточки, который и определяет срок службы сверла. При последующей переточке следует полностью удалить следы износа. Если степень износа высока, следует убрать больше материала, чтобы восстановить режущую кромку.



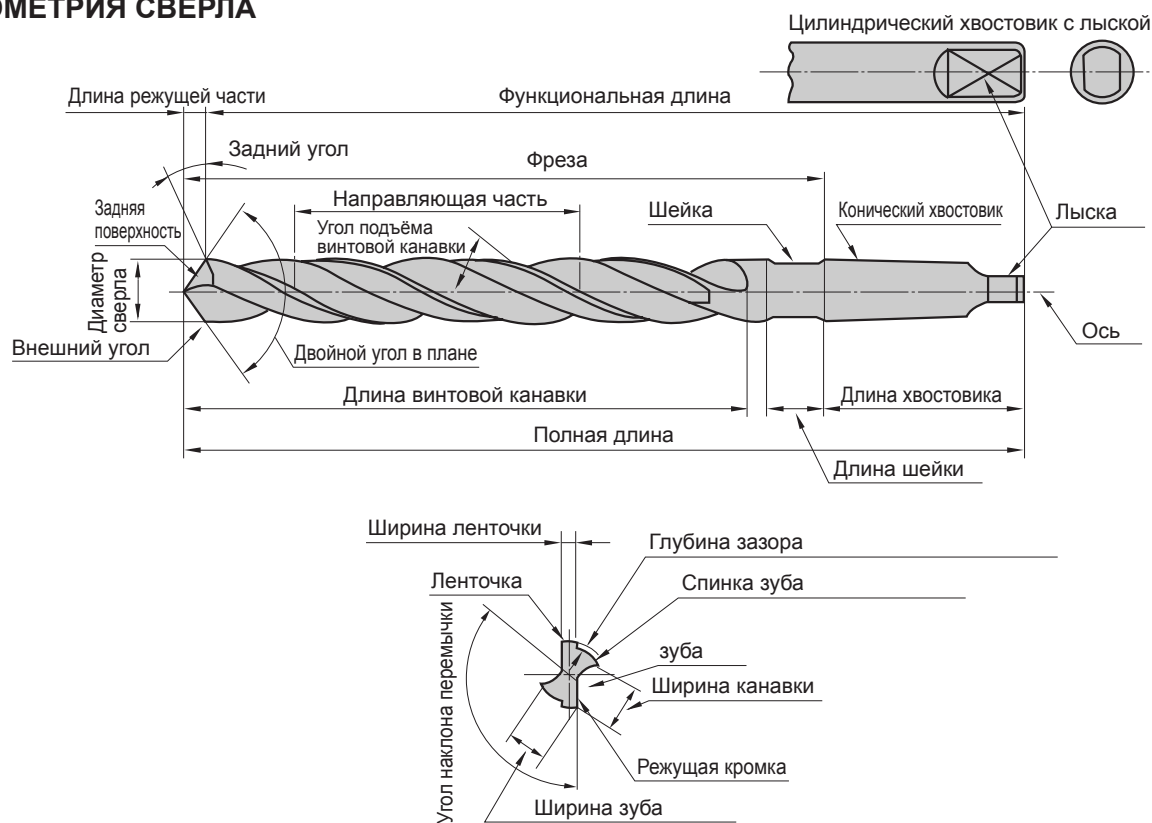
ПОВРЕЖДЕНИЕ РЕЖУЩИХ КРОМОК

При сверлении режущая кромка может быть повреждена из-за образования стружки, излома или по какой-либо другой причине. В таких случаях важно точно выяснить и оценить причину повреждения и принять меры для ее устранения.



КОНСТРУКЦИЯ СВЁРЛ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ГЕОМЕТРИЯ СВЕРЛА



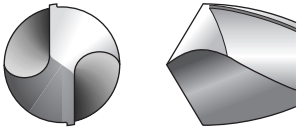
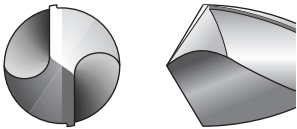
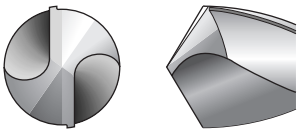
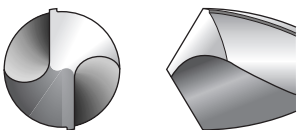
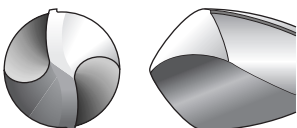
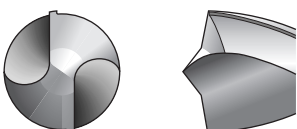
ЭЛЕМЕНТЫ СВЕРЛА И ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗАНИЯ

Угол подъёма винтовой канавки	<p>Это наклон спиральной канавки относительно направления оси сверла, который соответствует переднему углу режущей кромки вблизи к периферии сверла. Передний угол изменяется по длине режущей кромки, уменьшаясь по мере приближения к центру.</p> <p>Твердый материал Малый ◀◀ Главный передний угол ▶▶ Большой Мягкий материал (Алюминий, и т. д.)</p>
Длина винтовой канавки	<p>Определяется глубиной отверстия, длиной втулки и возможными переточками. Так как от ее величины сильно зависит стойкость инструмента, длину рабочей части необходимо, по возможности, минимизировать.</p>
Двойной угол в плане	<p>Стандартное значение двойного угла в плане при вершине сверла составляет 118° и может быть изменено в соответствии с условиями конкретного применения.</p> <p>Мягкий материал с хорошей обрабатываемостью Малый ◀◀ Двойной угол в плане ▶▶ Большой Для твёрдых материалов и высокоэффективной обработки</p>
Толщина сердцевины	<p>Это важный элемент, который определяет жёсткость сверла и способность удаления стружки. Толщина сердцевины сверла выбирается в соответствии с видом обработки.</p> <p> Малое сопротивление резанию Низкая прочность Хорошее стружкоудаление Материал с хорошей обрабатываемостью } Тонкая ◀◀ Толщина сердцевины ▶▶ Толстая Большое сопротивление резанию Высокая жесткость Плохое стружкоудаление Твёрдый материал, пересекающиеся отверстия и т.д. </p>
Ленточка	<p>Ленточки определяют диаметр сверла и работают как направляющие в процессе сверления. Ширина ленточек выбирается в зависимости от величины трения со стенкой отверстия.</p> <p>Плохая направляющая способность Малый ◀◀ Ширина ленточки ▶▶ Большой Хорошая направляющая способность</p>
Диаметр обратного конуса	<p>Для уменьшения трения со стенкой отверстия, рабочая часть сверла имеет небольшой обратный уклон. Уклон обычно представляется как величина уменьшения диаметра относительно длины режущей части и составляет приблизительно 0.04–0.1 мм. Большее значение выбирается для высокоэффективных свёрл и для заготовок, в которых сверлятся несквозные отверстия.</p>

■ ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ

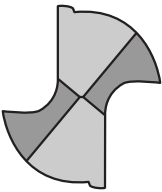
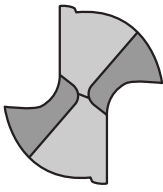
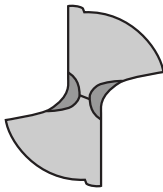
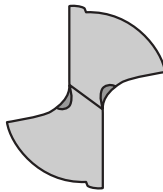
Для повышения эффективности работы оборудования и точности отверстия при различных условиях резания, в том числе и при сверлении различных материалов, необходимо выбирать наиболее оптимальную геометрию режущей кромки.

● Форма Режущей Кромки

Форма заточки	Форма	Характеристики и их влияние	Область применения
Коническая		<ul style="list-style-type: none"> • Коническая задняя поверхность. Задний угол увеличивается в направлении центра сверла. 	• Общего применения
Плоская		<ul style="list-style-type: none"> • Плоская задняя поверхность. • Простая переточка. 	• Преимущественно для сверл малого диаметра
Трёхплоскостная		<ul style="list-style-type: none"> • Из-за отсутствия перемычки, при сверлении отверстий малых диаметров развивается большая центростремительная сила, которая приводит к нежелательному увеличению значения диаметра отверстия. • Для переточки требуется специальный шлифовальный станок • Плоское шлифование по трём плоскостям. 	• Для отверстий, требующих высокой точности размера и расположения отверстия.
Спиральная		<ul style="list-style-type: none"> • Для увеличения заднего угла вблизи центра сверла шлифование по конусу сочетают с нерегулярным шагом спирали. • Благодаря S-образной перемычке отсутствует увод сверла при обработке. 	• Для отверстий, требующих высокой точности
Радиальная		<ul style="list-style-type: none"> • Режущая кромка шлифуется радиально для распределения нагрузки. • Высокая точность и качество поверхности отверстия. • При сверлении сквозных отверстиях на выходе возможно образование мелких заусенцев • Требуется специальный шлифовальный станок 	<ul style="list-style-type: none"> • Чугун, Алюминиевые сплавы • Для чугунных плит • Сталь
Центральная точка		<ul style="list-style-type: none"> • Эта геометрия отличается двухступенчатым углом заострения, обеспечивающим лучшее центрирование и уменьшение сил резания на выходе из отверстия. 	• Для сверления отверстий в тонких листах


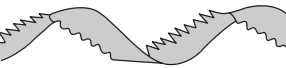


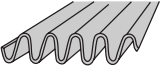

■ ПОДТОЧКА ПЕРЕМОЧКИ

Передний угол уменьшается в направлении центра сверла и его значение изменяется до отрицательного у перемычки. В процессе сверления поперечная кромка под действием осевой силы сминает металл оказывая 50–70% сопротивления резанию. Подточка перемычки очень эффективна в плане снижения сопротивления резанию, добавления режущей кромки в области перемычки и лучшего врезания.

Форма				
	X Тип	XR Тип	S Тип	N Тип
Характеристика	Значительно снижается осевое усилие резания, улучшается врезание. Эффективна при толстой сердцевине сверла.	Врезание немного хуже, чем у типа X, но при этом режущая кромка прочнее, что позволяет выполнять большой диапазон работ.	Процесс резания облегчается. Это широко используемая форма подточки.	Эффективна при сравнительно толстой сердцевине сверла.
Основное применение	Обычное сверление и сверление глубоких отверстий.	Выше стойкость. Обычное сверление и сверление нержавеющей сталей.	Обычное сверление стали, чугуна, цветных металлов.	Сверление глубоких отверстий.

КОНСТРУКЦИЯ СВЁРЛ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

СТРУЖКА ПОСЛЕ СВЕРЛЕНИЯ

Типы стружек	Форма	Элементы и простота удаления
Коническая спиральная		Стружка, срезаемая режущей кромкой, сворачивается в канавку в спираль. Стружка такого вида возникает при сверлении вязких материалов на низкой подаче. Если стружка обрывается после нескольких оборотов, то процесс стружколомания - удовлетворительный.
Длинная стружка		Длинная стружка выходит без скручивания и наматывается на сверло.
В виде лопасти		Это стружка, обломанная зубом сверла и стенкой просверленного отверстия. Она получается при высокой подаче.
Сегментная		Коническая спиральная стружка обламывается стенкой просверленного отверстия из-за её недостаточной пластичности, только после достижения определённой длины с большим шагом. Отлично удаляется из зоны резания.
Зигзагообразная		Стружка, которая сжимается в складку из-за формы зуба и свойств материала. Является основной причиной забивки стружечной канавки сверла.
Иглообразная		Стружка ломается из-за вибрации или когда хрупкий материал завивается с малым радиусом. Процесс стружколомания сравнительно удовлетворительный, но такая стружка может забить стружечную канавку.

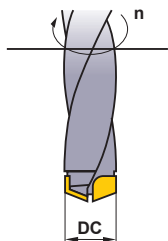
ФОРМУЛЫ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

■ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ (vc)

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

vc (м/мин) : Скорость резания
π (3.14) : Пи
DC (мм) : Диаметр сверла
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя

*Разделить на 1000, чтобы перевести мм в м.



(Задача) Какова скорость резания, если частота вращения шпинделя 1350мин⁻¹, а диаметр сверла 12мм ?

(Решение) Подставляем π=3.14, DC=12, n=1350 в формулу

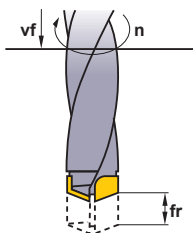
$$v_c = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ м/мин}$$

Скорость резания 50.9м/мин.

■ МИНУТНАЯ ПОДАЧА ШПИНДЕЛЯ (vf)

$$v_f = f_r \cdot n \text{ (мм/мин)}$$

vf (мм/мин) : Подача главного шпинделя (ось Z)
fr (мм/об) : Подача на оборот
n (мин⁻¹) : Частота вращения шпинделя



(Задача) Определите минутную подачу шпинделя (vf), если подача на оборот равна 0.2мм/об, а частота вращения шпинделя 1350мин⁻¹ ?

(Решение) Подставляем fr=0.2, n=1350 в формулу

$$v_f = f_r \cdot n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ мм/мин}$$

Минутная подача шпинделя равна 270мм/мин.

■ ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ (Tc)

$$T_c = \frac{ld \cdot i}{n \cdot f_r}$$

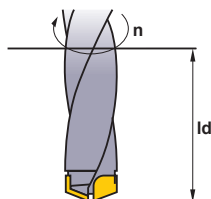
Tc (мин) : Время обработки
n (мин⁻¹) : Частота вращения
ld (мм) : Глубина сверления
fr (мм/об) : Подача на оборот
i : Количество отверстий

(Задача) Сколько времени потребуется, чтобы просверлить отверстие длиной 30мм в легированной стали, если скорость резания 50м/мин, а подача 0.15мм/об ?

(Решение) Частота вращения $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ мин}^{-1}$

$$T_c = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

$$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ sec}$$



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МАТЕРИАЛОВ

УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	—	E 24-2 Ne	—	—	1311	STKM 12A STKM 12C	A570.36	15
1.0401	C15	080M15	—	CC12	C15, C16	F.111	1350	—	1015	15
1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	—	1020	20
1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	SUM22	1213	Y15
1.0718	9SMnPb28	—	—	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	SUM22L	12L13	—
1.0722	10SPb20	—	—	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	—	—	—	—
1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	—	—	1215	Y13
1.0737	9SMnPb36	—	—	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	—	12L14	—
1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	S15C	1015	15
1.1158	Ck25	—	—	—	—	—	—	S25C	1025	25
1.8900	StE380	4360 55 E	—	—	FeE390KG	—	2145	—	A572-60	—
1.0501	C35	060A35	—	CC35	C35	F.113	1550	—	1035	35
1.0503	C45	080M46	—	CC45	C45	F.114	1650	—	1045	45
1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	—	F210G	1957	—	1140	—
1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	—	—	—	—	1039	40Mn
1.1167	36Mn5	—	—	40M5	—	36Mn5	2120	SMn438(H)	1335	35Mn2
1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	—	—	SCMn1	1330	30Mn
1.1183	Cf35	060A35	—	XC38TS	C36	—	1572	S35C	1035	35Mn
1.1191	Ck45	080M46	—	XC42	C45	C45K	1672	S45C	1045	Ck45
1.1213	Cf53	060A52	—	XC48TS	C53	—	1674	S50C	1050	50
1.0535	C55	070M55	9	—	C55	—	1655	—	1055	55
1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	—	—	—	1060	60
1.1203	Ck55	070M55	—	XC55	C50	C55K	—	S55C	1055	55
1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	—	1678	S58C	1060	60Mn
1.1274	Ck101	060A96	—	XC100	—	F.5117	1870	—	1095	—
1.1545	C105W1	BW1A	—	Y105	C36KU	F.5118	1880	SK3	W1	—
1.1545	C105W1	BW2	—	Y120	C120KU	F.515	2900	SUP4	W210	—

ЛЕГИРОВАННАЯ СТАЛЬ

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0144	St.44.2	4360 43 C	—	E28-3	—	—	1412	SM400A, SM400B SM400C	A573-81	—
1.0570	St52-3	4360 50 B	—	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	—	2132	SM490A, SM490B SM490C	—	—
1.0841	St52-3	150M19	—	20MC5	Fe52	F.431	2172	—	5120	—
1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	—	9255	55Si2Mn
1.0961	60SiCr7	—	—	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	—	—	9262	—
1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	SUJ2	ASTM 52100	Gr15, 45G
1.5415	15Mo3	1501-240	—	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	—	ASTM A204Gr.A	—
1.5423	16Mo5	1503-245-420	—	—	16Mo5	16Mo5	—	—	4520	—
1.5622	14Ni6	—	—	16N6	14Ni6	15Ni6	—	—	ASTM A350LF5	—
1.5662	X8Ni9	1501-509-510	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	—	ASTM A353	—
1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	—	—	—	SNC236	3135	—
1.5732	14NiCr10	—	—	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	—	SNC415(H)	3415	—
1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	—	—	—	SNC815(H)	3415, 3310	—
1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	SNCM220(H)	8620	—
1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	—	—	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	—	SNCM240	8740	—
1.6587	17CrNiMo6	820A16	—	18NCD6	—	14NiCrMo13	—	—	—	—
1.7015	15Cr3	523M15	—	12C3	—	—	—	SCr415(H)	5015	15Cr

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.7045	42Cr4	–	–	–	–	42Cr4	2245	SCr440	5140	40Cr
1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	–	–	–	SUP9(A)	5155	20CrMn
1.7262	15CrMo5	–	–	12CD4	–	12CrMo4	2216	SCM415(H)	–	–
1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	–	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	–	–	ASTM A182 F11, F12	–
1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	–	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	–	ASTM A182 F.22	–
1.7715	14MoV63	1503-660-440	–	–	–	13MoCrV6	–	–	–	–
1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	–	36CrMoV12	–	–	–	–	–
1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	–	–	9840	–
1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	–	2541	–	4340	40CrNiMoA
1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	–	SCr430(H)	5132	35Cr
1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	–	SCr440(H)	5140	40Cr
1.7131	16MnCr5	(527M20)	–	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	–	5115	18CrMn
1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	–	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	SCM420 SCM430	4130	30CrMn
1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	SCM432 SCCRM3	4137 4135	35CrMo
1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	SCM 440	4140 4142	40CrMoA
1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	SCM440(H)	4140	42CrMo 42CrMnMo
1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	–	–	–
1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	SUP10	6150	50CrVA
1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	–	–	–
1.2067	100Cr6	BL3	–	Y100C6	–	100Cr6	–	–	L3	CrV, 9SiCr
1.2419	105WCr6	–	–	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	SKS31 SKS2, SKS3	–	CrWMo
1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	–	55NCDV7	–	F.520.S	–	SKT4	L6	5CrNiMo
1.5662	X8Ni9	1501-509	–	–	X10Ni9	XBNI09	–	–	ASTM A353	–
1.5680	12Ni19	–	–	Z18N5	–	–	–	–	2515	–
1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	–	15NiCrMo13	14NiCrMo131	–	–	–	–
1.2080	X210Cr12	BD3	–	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	–	SKD1	D3 ASTM D3	Cr12
1.2601	X153CrMoV12	BD2	–	–	X160CrMoV12	–	–	SKD11	D2	Cr12MoV
1.2363	X100CrMoV5	BA2	–	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	SKD12	A2	Cr5Mo1V
1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	–	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	SKD61	H13 ASTM H13	40CrMoV5
1.2436	X210CrW12	–	–	–	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	SKD2	–	–
1.2542	45WCrV7	BS1	–	–	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	–	S1	–
1.2581	X30WCrV93	BH21	–	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	–	SKD5	H21	30WCrV9
1.2601	X165CrMoV12	–	–	–	X165CrMoV12KU	X160CrMoV12	2310	–	–	–
1.2833	100V1	BW2	–	Y1105V	–	–	–	SKS43	W210	V
1.3255	S 18-1-2-5	BT4	–	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	–	SKH3	T4	W18Cr4VCo5
1.3355	S 18-0-1	BT1	–	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	–	SKH2	T1	–
1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	–	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	–	SCMnH/1	–	–
1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	–	SUH1	HW3	X45CrSi93
1.3343	S6-5-2	4959BA2	–	Z40CSD10	15NiCrMo13	–	2715	SUH3	D3	–
1.3343	S6/5/2	BM2	–	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	SKH9, SKH51	M2	–
1.3348	S 2-9-2	–	–	–	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	–	M7	–
1.3243	S6/5/2/5	BM35	–	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	SKH55	M35	–

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МАТЕРИАЛОВ

■ НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ (ФЕРРИТНАЯ,МАРТЕНСИТНЫЕ)

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4000	X7Cr13	403S17	—	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	SUS403	403	0Cr13 1Cr12
1.4001	X7Cr14	—	—	—	—	F.8401	—	—	—	—
1.4005	X12CrS13	416S21	—	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	SUS416	416	—
1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	SUS410	410	1Cr13
1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	SUS430	430	1Cr17
1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	—	—	—	SCS2	—	—
1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	SUS420J2	—	4Cr13
1.4003	—	405S17	—	Z8CA12	X6CrAl13	—	—	—	405	—
1.4021	—	420S37	—	Z8CA12	X20Cr13	—	2303	—	420	—
1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	SUS431	431	1Cr17Ni2
1.4104	X12CrMoS17	—	—	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	SUS430F	430F	Y1Cr17
1.4113	X6CrMo17	434S17	—	Z8CD17.01	X8CrMo17	—	2325	SUS434	434	1Cr17Mo
1.4313	X5CrNi134	425C11	—	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	—	2385	SCS5	CA6-NM	—
1.4724	X10CrA113	403S17	—	Z10C13	X10CrA112	F.311	—	SUS405	405	0Cr13Al
1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	—	SUS430	430	Cr17
1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	—	SUH4	HNV6	—
1.4762	X10CrA124	—	—	Z10CAS24	X16Cr26	—	2322	SUH446	446	2Cr25N
1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	—	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	—	—	SUH35	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
1.4521	X1CrMoTi182	—	—	—	—	—	2326	—	S44400	—
1.4922	X20CrMoV12-1	—	—	—	X20CrMoNi1201	—	2317	—	—	—
1.4542	—	—	—	Z7CNU17-04	—	—	—	—	630	—

■ НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ (АУСТЕНИТНАЯ)

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4306	X2CrNi1911	304S11	—	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	—	2352	SUS304L	304L	0Cr19Ni10
1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	SUS304	304	0Cr18Ni9
1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	SUS303	303	1Cr18Ni9MoZr
—	—	304C12	—	Z3CN19.10	—	—	2333	SUS304L	—	—
1.4306	X2CrNi189	304S12	—	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	SCS19	304L	—
1.4310	X12CrNi177	—	—	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	SUS301	301	Cr17Ni7
1.4311	X2CrNiN1810	304S62	—	Z2CN18.10	—	—	2371	SUS304LN	304LN	—
1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	SUS316	316	0Cr17Ni11Mo2
1.4308	G-X6CrNi189	304C15	—	Z6CN18.10M	—	—	—	SCS13	—	—
1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	—	—	—	F.8414	—	SCS14	—	—
1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	—	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	—	—	SCS22	—	—
1.4429	X2CrNiMoN1813	—	—	Z2CND17.13	—	—	2375	SUS316LN	316LN	0Cr17Ni13Mo
1.4404	—	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2348	—	316L	—
1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2353	SCS16 SUS316L	316L	0Cr27Ni12Mo3
1.4436	—	316S13	—	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	—	2343, 2347	—	316	—
1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	—	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	—	2367	SUS317L	317L	00Cr19Ni13Mo
1.4539	X1NiCrMo	—	—	Z6CNT18.10	—	—	2562	—	UNS V 0890A	—
1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti
1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	SUS347	347	1Cr18Ni11Nb
1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	—	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
1.4583	X10CrNiMoNb1812	—	—	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	—	—	—	318	Cr17Ni12Mo3Mb

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	–	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	–	–	SUH309	309	1Cr23Ni13
1.4845	X12CrNi2521	310S24	–	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	SUH310	310S	OCr25Ni20
1.4406	X10CrNi18.08	–	58C	Z1NCDU25.20	–	F.8414	2370	SCS17	308	–
1.4418	X4CrNiMo165	–	–	Z6CND16-04-01	–	–	–	–	–	–
1.4568	–	316S111	–	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	–	–	–	17-7PH	–
1.4504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.4563	–	–	–	Z1NCDU31-27-03 Z1NCDU20-18-06AZ	–	–	2584 2378	–	NO8028 S31254	–
1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18.11	F.3523	–	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti

ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4864	X12NiCrSi3616	–	–	Z12NCS35.16	–	–	–	SUH330	330	–
1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	–	–	XG50NiCr3919	–	–	SCH15	HT, HT 50	–

СЕРЫЙ ЧУГУН

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	–	–	–	–	–	0100	–	–	–
–	GG 10	–	–	Ft 10 D	–	–	0110	FC100	No 20 B	–
0.6015	GG 15	Grade 150	–	Ft 15 D	G15	FG15	0115	FC150	No 25 B	HT150
0.6020	GG 20	Grade 220	–	Ft 20 D	G20	–	0120	FC200	No 30 B	HT200
0.6025	GG 25	Grade 260	–	Ft 25 D	G25	FG25	0125	FC250	No 35 B	HT250
–	–	–	–	–	–	–	–	–	No 40 B	–
0.6030	GG 30	Grade 300	–	Ft 30 D	G30	FG30	0130	FC300	No 45 B	HT300
0.6035	GG 35	Grade 350	–	Ft 35 D	G35	FG35	0135	FC350	No 50 B	HT350
0.6040	GG 40	Grade 400	–	Ft 40 D	–	–	0140	–	No 55 B	HT400
0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	–	L-NC 202	–	–	0523	–	A436 Type 2	–

КОВКИЙ ЧУГУН

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
0.7040	GGG 40	SNG 420/12	–	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	FCD400	60-40-18	QT400-18
–	GGG 40.3	SNG 370/17	–	FGS 370-17	–	–	07 17-12	–	–	–
0.7033	GGG 35.3	–	–	–	–	–	07 17-15	–	–	–
0.7050	GGG 50	SNG 500/7	–	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	FCD500	80-55-06	QT500-7
0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	–	S-NC202	–	–	07 76	–	A43D2	–
–	GGG NiMn137	L-NiMn 137	–	L-MN 137	–	–	07 72	–	–	–
–	GGG 60	SNG 600/3	–	FGS 600-3	–	–	07 32-03	FCD600	–	QT600-3
0.7070	GGG 70	SNG 700/2	–	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	FCD700	100-70-03	QT700-18

КОВКИЙ ЧУГУН

Германия		Великобритания		Франция	Италия	Испания	Швеция	Япония	США	Китай
W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	8 290/6	–	MN 32-8	–	–	08 14	FCMB310	–	–
–	GTS-35	B 340/12	–	MN 35-10	–	–	08 15	FCMW330	32510	–
0.8145	GTS-45	P 440/7	–	Mn 450	GMN45	–	08 52	FCMW370	40010	–
0.8155	GTS-55	P 510/4	–	MP 50-5	GMN55	–	08 54	FCMP490	50005	–
–	GTS-65	P 570/3	–	MP 60-3	–	–	08 58	FCMP540	70003	–
0.8165	GTS-65-02	P 570/3	–	Mn 650-3	GMN 65	–	08 56	FCMP590	A220-70003	–
–	GTS-70-02	P 690/2	–	Mn 700-2	GMN 70	–	08 62	FCMP690	A220-80002	–

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

(По JIS B 0601-1994)

Тип	Обозначение	Описание	Наглядная схема
Среднее арифметическое отклонение профиля	Ra	<p>Параметр шероховатости Ra показывает величину, описываемую следующей формулой и выражаемую в микрометрах (μм). Замеряется относительная высота микронеровностей от контура профиля в направлении средней линии, за ось X берется направление средней линии, за ось Y направление увеличения профиля участка. Выразим кривую неровностей как $y=f(x)$:</p> $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$	
Наибольшая высота неровностей	Rz	<p>Rz получают как относительную высоту микронеровностей, выражаемую в микрометрах (μм) и измеряемую от контура профиля в направлении средней линии. Rz - расстояние между линией выступов профиля и линией впадин в пределах базовой длины, измеренная в направлении продольного увеличения профиля. (Примечание) При вычислении Rz, ряд крайних точек без особо высоких пиков или низких впадин, которые можно считать случайными, выбирается как базовая длина. $Rz = R_p + R_v$</p>	
Высота неровностей профиля по 10 точкам	RzJIS	<p>RzJIS получают как относительную высоту, измеряемую от контура профиля в направлении средней линии. Среднеарифметическая сумма значений высот пяти наибольших выступов профиля (Yp) и глубин пяти наибольших впадин (Yv), измеренных в направлении вертикального увеличения от средней линии измеряемого участка. Данная величина выражается в микрометрах (μм).</p> $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	<p>$Y_{p1}, Y_{p2}, Y_{p3}, Y_{p4}, Y_{p5}$: пять самых высоких выступов профиля базового участка на длине l. $Y_{v1}, Y_{v2}, Y_{v3}, Y_{v4}, Y_{v5}$: пять самых глубоких впадин профиля базового участка на длине l.</p>

СВЯЗЬ МЕЖДУ СРЕДНЕАРИФМЕТИЧЕСКИМ ОТКЛОНЕНИЕМ (Ra) И ОСТАЛЬНЫМИ КРИТЕРИЯМИ (СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ)

Среднее арифметическое отклонение профиля Ra		Макс. высота Rz	Высота неровностей профиля по 10 точкам RzJIS	Базовая длина для Rz • RzJIS l (мм)	Условный значок качества поверхности
Стандартный ряд	Базовая длина λс (мм)	Стандартный ряд			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a		0.1 s	0.1 z		
0.05 a	0.25	0.2 s	0.2 z	0.25	
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a		0.8 s	0.8 z		
0.4 a	0.8	1.6 s	1.6 z	0.8	▽▽▽
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a		6.3 s	6.3 z		
3.2 a		12.5 s	12.5 z		
6.3 a	2.5	25 s	25 z	2.5	▽▽
12.5 a		50 s	50 z		
25 a		8	100 s		100 z
50 a	200 s		200 z		
100 a	—	400 s	400 z	—	—

*Нет строгой связи между этими тремя методами.

*Ra: Определение длины Rz и Rz JIS - это значение базовой длины, умноженной в 5 раз, соответственно.

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СТАНДАРТОВ ТВЁРДОСТИ

СООТВЕТСТВИЕ ТВЁРДОСТИ СТАЛЕЙ

Твёрдость по Бринеллю (HB), Шарик 10мм, Нагрузка: 3000кгс		Твёрдость по Викерсу (HV)	Твёрдость по Роквеллу (3)				Порог твёрдости (HS)	Предел прочности (Прибл.) МПа (2)	Твёрдость по Бринеллю (HB), Шарик 10мм, Нагрузка: 3000кгс		Твёрдость по Викерсу (HV)	Твёрдость по Роквеллу (3)				Порог твёрдости (HS)	Предел прочности (Прибл.) МПа (2)
Стандартный шарик	Вольфрамовый твёрдосплавный шарик		Шкала А, Нагрузка: 60кгс, Алмазная пирамида (HRA)	Шкала В, Нагрузка: 100кгс, 1/16" дюймовый шарик (HRB)	Шкала С, Нагрузка: 150кгс, Алмазная пирамида (HRC)	Шкала D, Нагрузка: 100кгс, Алмазная пирамида (HRD)			Стандартный шарик	Вольфрамовый твёрдосплавный шарик		Шкала А, Нагрузка: 60кгс, Алмазная пирамида (HRA)	Шкала В, Нагрузка: 100кгс, 1/16" дюймовый шарик (HRB)	Шкала С, Нагрузка: 150кгс, Алмазная пирамида (HRC)	Шкала D, Нагрузка: 100кгс, Алмазная пирамида (HRD)		
—	—	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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	—	—	—	—	—	—	—	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	—	—	—	—	—	—	—	—	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	—	—	—	—	—	—	—	—	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	—	—	—	—	—	—	—	—	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	—	—	—	—	—	—	—	—	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	163	163	171	—	85.0	(3.3)	—	25	545
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	—	525
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
—	—	—	—	—	—	—	—	—	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	131	131	137	—	74.0	—	—	—	450
—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

(Примечание 1) Приведённые выше значения взяты из справочника AMS Metals с пределом прочности в приблизительных метрических значениях и твёрдостью по Бринеллю выше рекомендуемых значений.

(Примечание 2) 1МПа=1Н/мм²

(Примечание 3) Значения в скобках () редко используются и приведены как справочная информация, взятая из справочника JIS Handbook Steel I.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПОСАДОК(СИСТЕМА ОТВЕРСТИЯ)

Интервал номинальных размеров (мм)		Квалитет и основное отклонение в системе отверстия															
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7
—	3	+180	+85	+100	+34	+45	+60	+24	+28	+39	+12	+16	+20	+8	+12	+6	+10
		+140	+60	+60	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6	+6	+6	+2	+2	0	0
3	6	+188	+100	+118	+48	+60	+78	+32	+38	+50	+18	+22	+28	+12	+16	+8	+12
		+140	+70	+70	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+10	+10	+10	+4	+4	0	0
6	10	+208	+116	+138	+62	+76	+98	+40	+47	+61	+22	+28	+35	+14	+20	+9	+15
		+150	+80	+80	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+13	+13	+13	+5	+5	0	0
10	14	+220	+138	+165	+77	+93	+120	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+17	+24	+11	+18
		+150	+95	+95	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+6	+6	0	0
14	18	+244	+162	+194	+98	+117	+149	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+20	+28	+13	+21
		+160	+110	+110	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0
18	24	+270	+182	+220	+119	+142	+180	+75	+89	+112	+41	+50	+64	+25	+34	+16	+25
		+170	+120	+120	+80	+80	+80	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+9	+9	0	0
30	40	+280	+192	+230	+146	+174	+220	+90	+106	+134	+49	+60	+76	+29	+40	+19	+30
		+180	+130	+130	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+30	+30	+30	+10	+10	0	0
40	50	+310	+214	+260	+174	+207	+260	+107	+126	+159	+58	+71	+90	+34	+47	+22	+35
		+190	+140	+140	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+36	+36	+36	+12	+12	0	0
50	65	+320	+224	+270	+208	+245	+305	+125	+148	+185	+68	+83	+106	+39	+54	+25	+40
		+200	+150	+150	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+43	+43	+43	+14	+14	0	0
65	80	+360	+257	+310	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52
		+220	+170	+170	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56	+56	+56	+17	+17	0	0
80	100	+380	+267	+320	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57
		+240	+180	+180	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
100	120	+420	+300	+360	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+260	+200	+200	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0
120	140	+440	+310	+370	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57
		+280	+210	+210	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
140	160	+470	+330	+390	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57
		+310	+230	+230	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
160	180	+525	+355	+425	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52
		+340	+240	+240	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56	+56	+56	+17	+17	0	0
180	200	+565	+375	+445	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57
		+380	+260	+260	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
200	225	+605	+395	+465	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57
		+420	+280	+280	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
225	250	+690	+430	+510	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+480	+300	+300	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0
250	280	+750	+460	+540	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+540	+330	+330	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0
280	315	+830	+500	+590	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+600	+360	+360	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
315	355	+910	+540	+630	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+680	+400	+400	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0
355	400	+1010	+595	+690	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+760	+440	+440	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0
400	450	+1090	+635	+730	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63
		+840	+480	+480	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0

(Примечание) Значения в верхней части соответствующих ячеек показывают верхнее отклонение поля допуска, а значения в нижней части ячеек - нижнее отклонение.

Квалитет и основное отклонение в системе отверстия

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	±3	±5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	±4	±6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	±4.5	±7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	±5.5	±9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-	-26 -44	-33 -51 -56
+33 0	+52 0	+84 0	±6.5	±10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	-	-33 -54	-46 -67 -77
+39 0	+62 0	+100 0	±8	±12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-	-39 -64 -70	-51 -76 -86
+46 0	+74 0	+120 0	±9.5	±15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -62	-42 -72 -48	-55 -85 -64	-76 -106 -91	-
+54 0	+87 0	+140 0	±11	±17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41	-58 -93 -66	-78 -113 -91	-111 -146 -131	-
+63 0	+100 0	+160 0	±12.5	±20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50	-77 -117 -85	-107 -147 -119	-	-
+72 0	+115 0	+185 0	±14.5	±23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -109 -63	-105 -151 -113	-	-	-
+81 0	+130 0	+210 0	±16	±26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78	-	-	-	-
+89 0	+140 0	+230 0	±18	±28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93	-	-	-	-
+97 0	+155 0	+250 0	±20	±31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109	-	-	-	-
													-172				

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПОСАДОК(СИСТЕМА ВАЛА)

Интервал номинальных размеров (мм)		Квалитет и основное отклонение в системе вала														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
—	3	−140	−60	−20	−20	−14	−14	−14	−6	−6	−6	−2	−2	0	0	0
		−165	−85	−34	−45	−24	−28	−39	−12	−16	−20	−6	−8	−4	−6	−10
3	6	−140	−70	−30	−30	−20	−20	−20	−10	−10	−10	−4	−4	0	0	0
		−170	−100	−48	−60	−32	−38	−50	−18	−22	−28	−9	−12	−5	−8	−12
6	10	−150	−80	−40	−40	−25	−25	−25	−13	−13	−13	−5	−5	0	0	0
		−186	−116	−62	−76	−40	−47	−61	−22	−28	−35	−11	−14	−6	−9	−15
10	14	−150	−95	−50	−50	−32	−32	−32	−16	−16	−16	−6	−6	0	0	0
		−193	−138	−77	−93	−50	−59	−75	−27	−34	−43	−14	−17	−8	−11	−18
14	18	−150	−95	−50	−50	−32	−32	−32	−16	−16	−16	−6	−6	0	0	0
		−193	−138	−77	−93	−50	−59	−75	−27	−34	−43	−14	−17	−8	−11	−18
18	24	−160	−110	−65	−65	−40	−40	−40	−20	−20	−20	−7	−7	0	0	0
		−212	−162	−98	−117	−61	−73	−92	−33	−41	−53	−16	−20	−9	−13	−21
24	30	−160	−110	−65	−65	−40	−40	−40	−20	−20	−20	−7	−7	0	0	0
		−212	−162	−98	−117	−61	−73	−92	−33	−41	−53	−16	−20	−9	−13	−21
30	40	−170	−120	−80	−80	−50	−50	−50	−25	−25	−25	−9	−9	0	0	0
		−232	−182	−119	−142	−75	−89	−112	−41	−50	−64	−20	−25	−11	−16	−25
40	50	−180	−130	−119	−142	−75	−89	−112	−41	−50	−64	−20	−25	−11	−16	−25
		−242	−192	−119	−142	−75	−89	−112	−41	−50	−64	−20	−25	−11	−16	−25
50	65	−190	−140	−100	−100	−60	−60	−60	−30	−30	−30	−10	−10	0	0	0
		−264	−214	−146	−174	−90	−106	−134	−49	−60	−76	−23	−29	−13	−19	−30
65	80	−200	−150	−146	−174	−90	−106	−134	−49	−60	−76	−23	−29	−13	−19	−30
		−274	−224	−146	−174	−90	−106	−134	−49	−60	−76	−23	−29	−13	−19	−30
80	100	−220	−170	−120	−120	−72	−72	−72	−36	−36	−36	−12	−12	0	0	0
		−307	−257	−174	−207	−107	−126	−159	−58	−71	−90	−27	−34	−15	−22	−35
100	120	−240	−180	−174	−207	−107	−126	−159	−58	−71	−90	−27	−34	−15	−22	−35
		−327	−267	−174	−207	−107	−126	−159	−58	−71	−90	−27	−34	−15	−22	−35
120	140	−260	−200	−145	−145	−85	−85	−85	−43	−43	−43	−14	−14	0	0	0
		−360	−300	−208	−245	−125	−148	−185	−68	−83	−106	−32	−39	−18	−25	−40
140	160	−280	−210	−145	−145	−85	−85	−85	−43	−43	−43	−14	−14	0	0	0
		−380	−310	−208	−245	−125	−148	−185	−68	−83	−106	−32	−39	−18	−25	−40
160	180	−310	−230	−145	−145	−85	−85	−85	−43	−43	−43	−14	−14	0	0	0
		−410	−330	−208	−245	−125	−148	−185	−68	−83	−106	−32	−39	−18	−25	−40
180	200	−340	−240	−170	−170	−100	−100	−100	−50	−50	−50	−15	−15	0	0	0
		−455	−355	−242	−285	−146	−172	−215	−79	−96	−122	−35	−44	−20	−29	−46
200	225	−380	−260	−170	−170	−100	−100	−100	−50	−50	−50	−15	−15	0	0	0
		−495	−375	−242	−285	−146	−172	−215	−79	−96	−122	−35	−44	−20	−29	−46
225	250	−420	−280	−170	−170	−100	−100	−100	−50	−50	−50	−15	−15	0	0	0
		−535	−395	−242	−285	−146	−172	−215	−79	−96	−122	−35	−44	−20	−29	−46
250	280	−480	−300	−190	−190	−110	−110	−110	−56	−56	−56	−17	−17	0	0	0
		−610	−430	−271	−320	−162	−191	−240	−88	−108	−137	−40	−49	−23	−32	−52
280	315	−540	−330	−190	−190	−110	−110	−110	−56	−56	−56	−17	−17	0	0	0
		−670	−460	−271	−320	−162	−191	−240	−88	−108	−137	−40	−49	−23	−32	−52
315	355	−600	−360	−210	−210	−125	−125	−125	−62	−62	−62	−18	−18	0	0	0
		−740	−500	−299	−350	−182	−214	−265	−98	−119	−151	−43	−54	−25	−36	−57
355	400	−680	−400	−299	−350	−182	−214	−265	−98	−119	−151	−43	−54	−25	−36	−57
		−820	−540	−299	−350	−182	−214	−265	−98	−119	−151	−43	−54	−25	−36	−57
400	450	−760	−440	−230	−230	−135	−135	−135	−68	−68	−68	−20	−20	0	0	0
		−915	−595	−327	−385	−198	−232	−290	−108	−131	−165	−47	−60	−27	−40	−63
450	500	−840	−480	−327	−385	−198	−232	−290	−108	−131	−165	−47	−60	−27	−40	−63
		−995	−635	−327	−385	−198	−232	−290	−108	−131	−165	−47	−60	−27	−40	−63

(Примечание) Значения в верхней части соответствующих ячеек показывают верхнее отклонение поля допуска, а значения в нижней части ячеек - нижнее отклонение.

Квалитет и основное отклонение в системе вала

h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

ДИАМЕТР СВЕРЛА ПОД РЕЗЬБОВОЕ ОТВЕРСТИЕ

● Резьба метрическая, крупная

Номинал	Диаметр сверла	
	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10×1.5	8.5	8.7
M11×1.5	9.5	9.7
M12×1.75	10.3	10.5
M14×2.0	12.0	12.2
M16×2.0	14.0	14.2
M18×2.5	15.5	15.7
M20×2.5	17.5	17.7
M22×2.5	19.5	19.7
M24×3.0	21.0	—
M27×3.0	24.0	—
M30×3.5	26.5	—
M33×3.5	29.5	—
M36×4.0	32.0	—
M39×4.0	35.0	—
M42×4.5	37.5	—
M45×4.5	40.5	—
M48×5.0	43.0	—

● Резьба метрическая, мелкая

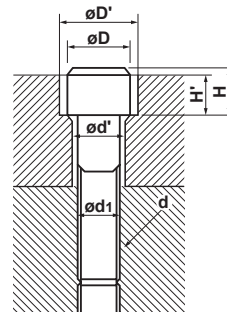
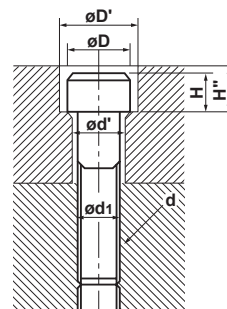
Номинал	Диаметр сверла		Номинал	Диаметр сверла		Номинал	Диаметр сверла	
	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь	Твердый сплав
M1 ×0.2	0.80	0.80	M20 ×2.0	18.0	18.3	M42 ×3.0	39.0	—
M1.1×0.2	0.90	0.90	M20 ×1.5	18.5	18.7	M42 ×2.0	40.0	—
M1.2×0.2	1.00	1.00	M20 ×1.0	19.0	19.1	M42 ×1.5	40.5	—
M1.4×0.2	1.20	1.20	M22 ×2.0	20.0	—	M45 ×4.0	41.0	—
M1.6×0.2	1.40	1.40	M22 ×1.5	20.5	—	M45 ×3.0	42.0	—
M1.8×0.2	1.60	1.60	M22 ×1.0	21.0	—	M45 ×2.0	43.0	—
M2 ×0.25	1.75	1.75	M24 ×2.0	22.0	—	M45 ×1.5	43.5	—
M2.2×0.25	1.95	2.00	M24 ×1.5	22.5	—	M48 ×4.0	44.0	—
M2.5×0.35	2.20	2.20	M24 ×1.0	23.0	—	M48 ×3.0	45.0	—
M3 ×0.35	2.70	2.70	M25 ×2.0	23.0	—	M48 ×2.0	46.0	—
M3.5×0.35	3.20	3.20	M25 ×1.5	23.5	—	M48 ×1.5	46.5	—
M4 ×0.5	3.50	3.55	M25 ×1.0	24.0	—	M50 ×3.0	47.0	—
M4.5×0.5	4.00	4.05	M26 ×1.5	24.5	—	M50 ×2.0	48.0	—
M5 ×0.5	4.50	4.55	M27 ×2.0	25.0	—	M50 ×1.5	48.5	—
M5.5×0.5	5.00	5.05	M27 ×1.5	25.5	—			
M6 ×0.75	5.30	5.35	M27 ×1.0	26.0	—			
M7 ×0.75	6.30	6.35	M28 ×2.0	26.0	—			
M8 ×1.0	7.00	7.10	M28 ×1.5	26.5	—			
M8 ×0.75	7.30	7.35	M28 ×1.0	27.0	—			
M9 ×1.0	8.00	8.10	M30 ×3.0	27.0	—			
M9 ×0.75	8.30	8.35	M30 ×2.0	28.0	—			
M10×1.25	8.80	8.90	M30 ×1.5	28.5	—			
M10×1.0	9.00	9.10	M30 ×1.0	29.0	—			
M10×0.75	9.30	9.35	M32 ×2.0	30.0	—			
M11×1.0	10.0	10.1	M32 ×1.5	30.5	—			
M11×0.75	10.3	10.3	M33 ×3.0	30.0	—			
M12×1.5	10.5	10.7	M33 ×2.0	31.0	—			
M12×1.25	10.8	10.9	M33 ×1.5	31.5	—			
M12×1.0	11.0	11.1	M35 ×1.5	33.5	—			
M14×1.5	12.5	12.7	M36 ×3.0	33.0	—			
M14×1.0	13.0	13.1	M36 ×2.0	34.0	—			
M15×1.5	13.5	13.7	M36 ×1.5	34.5	—			
M15×1.0	14.0	14.1	M38 ×1.5	36.5	—			
M16×1.5	14.5	14.7	M39 ×3.0	36.0	—			
M16×1.0	15.0	15.1	M39 ×2.0	37.0	—			
M17×1.5	15.5	15.7	M39 ×1.5	37.5	—			
M17×1.0	16.0	16.1	M40 ×3.0	37.0	—			
M18×2.0	16.0	16.3	M40 ×2.0	38.0	—			
M18×1.5	16.5	16.7	M40 ×1.5	38.5	—			
M18×1.0	17.0	17.1	M42 ×4.0	38.0	—			

(Примечание) Размеры отверстий следует контролировать, так как точность просверленных отверстий может отличаться в зависимости от условий сверления. Если диаметр отверстия под резьбу не соответствует требуемому, следует подобрать сверло с соответствующим диаметром.

РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЯ ПОД БОЛТ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ГОЛОВКОЙ

РАЗМЕРЫ ЗЕНКОВАНИЯ ПОД ВИНТ С ГОЛОВКОЙ И БОЛТОВОГО ОТВЕРСТИЯ Единицы: мм

Номинальный размер резьбы d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d1	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ

■ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ В СИСТЕМЕ СИ ВЫДЕЛЕНЫ ЖИРНЫМ ШРИФТОМ
(Жирный шрифт указывает единицу измерения СИ.)

● Давление

Па	кПа	МПа	Бар	кгс/см ²	атм.	мм вод. ст.	мм рт. ст. или Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

(Примечание) 1МПа=1Н/мм²

● Сила

Н	дина	кгс
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

● Напряжение

Па	МПа или Н/мм ²	кгс/мм ²	кгс/см ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

(Примечание) 1МПа=1Н/мм²

● Работа / Энергия / Количество теплоты

Дж	кВт•ч	кгс•м	ккал
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

(Примечание) 1Дж=1Вт•с, 1Дж = 1Н•м
1ккал=4.18605Дж
(По закону мер и весо)

● Мощность (Показатель производительности / Энергия) / Количество теплоты

Вт	кгс•м/с	л.с.	ккал/ч
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

(Примечание) 1Вт=1Дж, л.с. - лошадиная сила
1л.с.=0.7355кВт
1ккал=4.18605Дж
(По закону мер и весов)

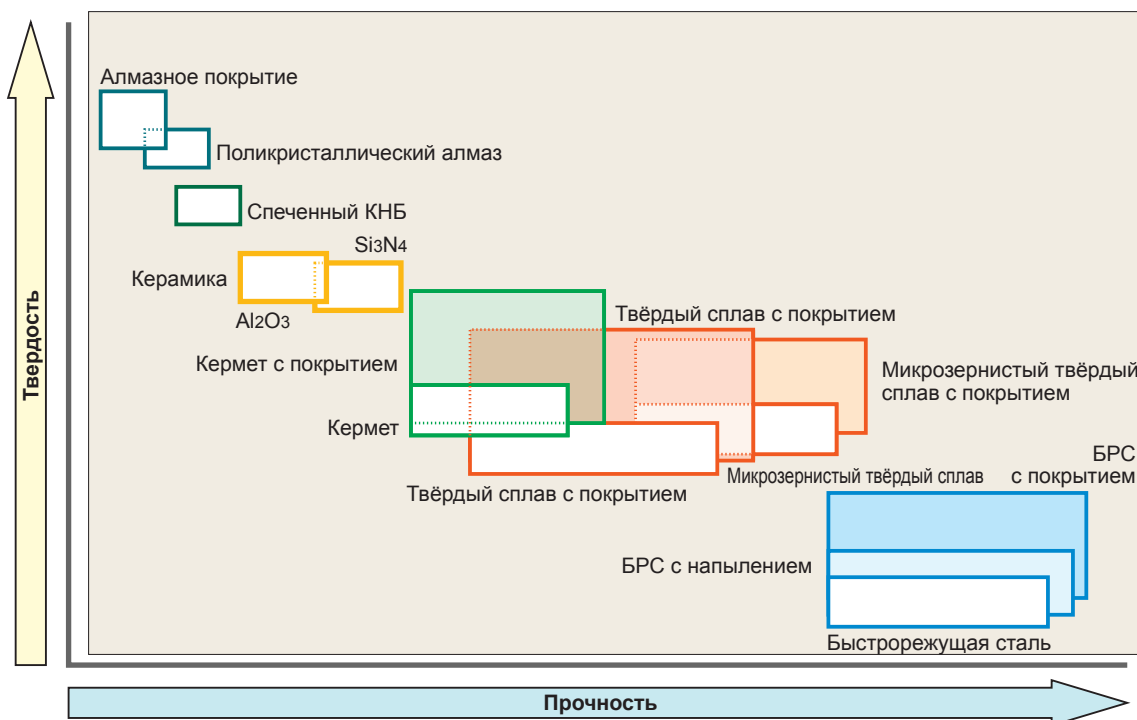
ИЗНОС И ПОВРЕЖДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Вид повреждения	Причина	Меры предосторожности
Износ по задней поверхности	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав малой твёрдости. • Слишком велика скорость резания. • Слишком мал задний угол. • Чрезмерно низкая подача. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой износостойкостью. • Понизить скорость резания. • Увеличить задний угол. • Повысить подачу.
Точечный износ	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав малой твёрдости. • Слишком велика скорость резания. • Слишком велика подача. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой износостойкостью. • Понизить скорость резания. • Уменьшить подачу.
Выкрашивание	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав слишком большой твёрдости. • Слишком велика подача. • Недостаточная прочность режущей кромки. • Недостаточная жёсткость хвостовика или державки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой прочностью. • Уменьшить подачу. • Увеличить хонингование. (Хонингование скругления может быть заменено на хонингование фаски). • Использовать большой хвостовик.
Поломки	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав слишком большой твёрдости. • Слишком велика подача. • Недостаточная прочность режущей кромки. • Недостаточная жёсткость хвостовика или державки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой прочностью. • Уменьшить подачу. • Увеличить хонингование. (Хонингование скругления может быть заменено на хонингование фаски). • Использовать большой хвостовик.
Пластическая деформация	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав малой твёрдости. • Слишком велика скорость резания. • Глубина резания и подача слишком велики. • Высокая температура резания. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой износостойкостью. • Понизить скорость резания. • Уменьшить глубину резания и подачу. • Сплав с высокой термической проводимостью.
Адгезия	<ul style="list-style-type: none"> • Низкая скорость резания. • Недостаточная острота. • Неправильный выбор сплава. 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить скорость резания. (Для DIN Sk45 скорость резания 80 м/мин) • Увеличить передний угол. • Выбор сплава разнородного с заготовкой. (Сплав с покрытием, кермет)
Термические трещины	<ul style="list-style-type: none"> • Расширение или сжатие благодаря температуре резания. • Сплав слишком большой твёрдости. • *Особенно при фрезеровании. 	<ul style="list-style-type: none"> • Сухое резание. (При использовании СОЖ залить его заготовку) • Выбор сплава с высокой прочностью.
Зарубки на режущей кромке	<ul style="list-style-type: none"> • Твёрдые поверхности, такие как поверхности с коркой, подкаленные и обработанный упрочненный слой. • Насечки образуются стружкой неправильной формы. (Из-за маленьких вибраций) 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор сплава с высокой износостойкостью. • Увеличить передний угол для того, чтобы повысить остроту режущей кромки.
Выкрашивание	<ul style="list-style-type: none"> • Повышенное трение и налипание на режущую кромку. • Плохое управление стружкодроблением. 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить передний угол для того, чтобы повысить остроту режущей кромки. • Увеличить стружкодробление.
Разрушение по задней поверхности	<ul style="list-style-type: none"> • Повреждения из-за недостатка прочности криволинейной режущей кромки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить хонингование. • Выбор сплава с высокой прочностью.
*Характерно для поликристаллов		
Луночное разрушение	<ul style="list-style-type: none"> • Сплав малой твёрдости. • Силы резания слишком высоки и соответственно температура резания большая. 	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить хонингование. • Выбор сплава с высокой износостойкостью.
*Характерно для поликристаллов		

МАТЕРИАЛЫ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Спеченный твёрдый сплав (WC-Co) был открыт в 1923 году, а затем усовершенствован с помощью добавок TiC и TaC. В 1969 году была изобретена технология покрытия CVD, и с тех пор твёрдый сплав с этим покрытием находит самое широкое применение. Основа кермета TiC-TiN была открыта в 1974. В настоящее время устойчивой тенденцией стало широкое применение твердого сплава с покрытием для черновой обработки и кермета для чистовой.



ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

Твёрдые материалы	Твердость (HV)	Выделение энергии (ккал/г·атом)	Растворяемость в железе (%.1250°C)	Теплопроводность (Вт/м·К)	Тепловое * расширение (x 10 ⁻⁶ /k)	Материал режущего инструмента
Пка	>9000	—	Высокая	2100	3.1	Поликристаллический алмаз
КНБ	>4500	—	—	1300	4.7	Спеченный КНБ
Si3N4	1600	—	—	100	3.4	Керамика
Al2O3	2100	-100	≈0	29	7.8	Керамика Спеченный твердый сплав
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Кермет Твердый сплав с покрытием
TiN	2500	-50	—	29	9.4	Кермет Твердый сплав с покрытием
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Спеченный твердый сплав
WC	2100	-10	7	121	5.2	Спеченный твердый сплав

*1Вт/м·К=2.39×10⁻³ кал/см·сек·°С

ИЕРАРХИЯ СПЛАВОВ

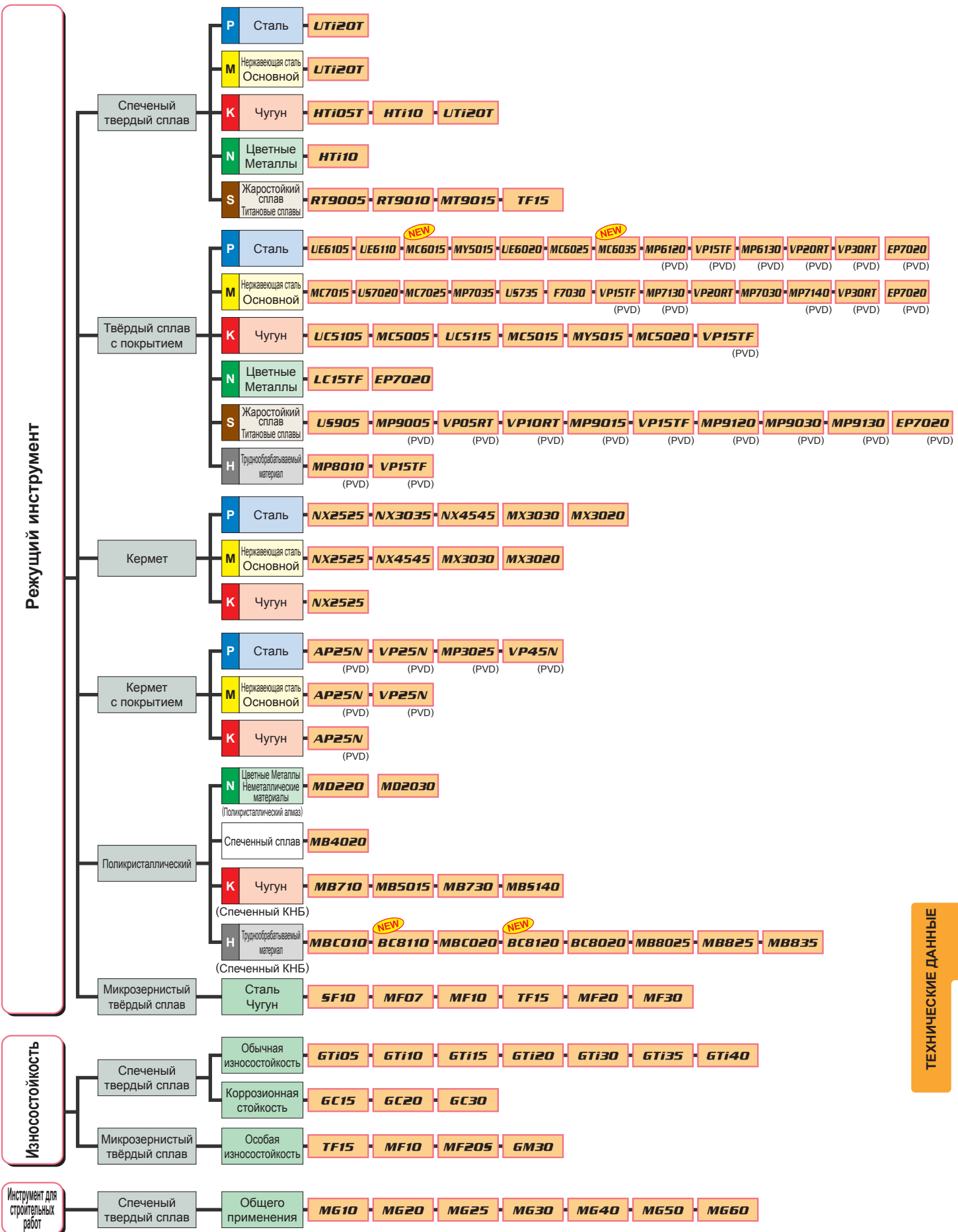


ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СПЛАВОВ

СПЕЧЕННЫЙ ТВЕРДЫЙ СПЛАВ

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	
	Классификация	Обозначение											
Токарная обработка	P	P01											
		P10					IC70	ST10P	TX10S		SRT	WS10	
		P20	UTi20T	SMA			IC70 IC50M	ST20E	UX30		SRT DX30	EX35	
		P30	UTi20T	SM30			IC50M IC54	A30	UX30	PW30	SR30 DX30	EX35	
		P40					IC54	ST40E			SR30	EX45	
	M	M10		H10A	KU10 K313 K68	890	IC07	EH510 U10E				UMN	WA10B
		M20	UTi20T	H13A	KU10 K313 K68	HX	IC07 IC08 IC20	EH520 U2	UX30			DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	H10F SM30		883	IC08 IC20 IC28	A30	UX30			DX25 UMS	EX45
		M40					IC28					UM40	EX45
	K	K01	HTi05T		KU10 K313 K68			H1 H2	TH03 KS05F			KG03	WH05
		K10	HTi10	H10 HM	KU10 K313 K68	890	IC20	EH10 EH510	TH10	KW10 GW15	KG10 KT9	WH10	
		K20	UTi20T	H13A	KU10 K313 K68	HX	IC20	G10E EH20 EH520	KS15F KS20	GW25	CR1 KG20	WH20	
		K30	UTi20T			883		G10E			KG30		
	N	N01		H10 H13A				H1 H2	KS05F	KW10			
		N10	HTi10		KU10 K313 K68	H15	IC08 IC20	EH10 EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	
		N20			KU10 K313 K68	HX	IC08 IC20	G10E EH20 EH520	KS15F		CR1	WH20	
		N30				H25							
	S	S01	RT9005							SW05	KG03		
		S10	RT9005 RT9010 MT9015	H10 H10A H10F H13A	K10 K313 K68	HX	IC07 IC08	EH10 EH510	KS05F TH10	SW10	FZ05 KG10		
		S20	RT9010 TF15		K10 K313 K68	H25	IC07 IC08	EH20 EH520	KS15F KS20	SW25	FZ15 KG20		
S30		TF15								KG30			
Фрезерование	P	P10									SRT		
		P20	UTi20T		K125M		IC50M IC28	A30N	UX30		SRT DX30	EX35	
		P30	UTi20T		GX		IC50M IC28	A30N	UX30	PW30	SR30 DX30	EX35	
		P40					IC28			PW30	SR30	EX45	
	M	M10										UMN	
		M20	UTi20T				IC08 IC20	A30N	UX30			DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	SM30			IC08 IC28	A30N	UX30			DX25 UMS	EX45
		M40					IC28					EX45	
	K	K01	HTi05T		K115M, K313							KG03	
		K10	HTi10		K115M K313		IC20	G10E	TH10	KW10 GW25	KG10	WH10	
		K20	UTi20T	H13A		HX	IC20	G10E	KS20	GW25	KT9 CR1 KG20	WH20	
		K30	UTi20T								KG30		

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

МИКРОЗЕРНИСТЫЙ

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool
	Классификация	Обозначение									
Инструмент	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	PN90 6UF,H3F 8UF,H6F			F0	F MD05F MD1508		FZ05 FB05 FB10	NM08
		Z10	HTi10 MF20	H10F		890	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM15
		Z20	TF15 MF30	H15F		890 883	AF0 SF2 AF1			FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N
		Z30				883	A1 CC			FZ20 FB20	NM25

КЕРМЕТ

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	
	Классификация	Обозначение											
Токарная обработка	P	P01	AP25N* VP25N*				IC20N IC520N*	T110A T1000A	NS520 AT520* GT520* GT720*	TN30 PV30* TN6010 PV7010*	LN10 CX50		
		P10	NX2525 AP25N* VP25N*	CT5015 GC1525*	KT315 KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*	IC20N IC520N* IC530N*	T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS520 NS730 GT730* NS9530 GT9530*	TN60 PV60* TN6010 PV7010*	CX50 CX75 PX75*	CZ25*	
		P20	NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025*	GC1525*	KT325 KT1120 KT5020*	TP1020 TP1030*	IC20N IC520N* IC30N IC530N* IC75T	T1200A T2000Z* T3000Z* T1500A T1500Z*	NS530 NS730 GT730* NS9530 GT9530*	TN60 PV60* TN6020 PV7020* PV7025*	CX75 PX75* PX90*	CH550	
		P30	MP3025* VP45N*				IC75T	T3000Z*		PV7025* PV90*	PX90*		
	M	M10	NX2525 AP25N* VP25N*	GC1525*	KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*		T110A T1000A T2000Z* T1500Z*	NS520 AT530* GT530* GT720*	TN60 PV60* TN6020 PV7020*	LN10 CX50		
		M20	NX2525 AP25N* VP25N*					T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS530 GT730* NS730	TN90 TN6020 PV90* PV7020* PV7025*	CX50 CX75	CH550	
		M30											
	K	K01	NX2525 AP25N*					T110A T1000A T2000Z* T1500Z*	NS710 NS520 AT520* GT520* GT720*	TN30 PV30* PV7005* TN6010 PV7010*	LN10		
		K10	NX2525 AP25N*	CT5015	KT325 KT125			T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS520 GT730* NS730	TN60 PV60* TN6020 PV7020* PV7025*	LN10		
		K20	NX2525 AP25N*					T3000Z*			CX75		
	Фрезерование	P	P10	NX2525			C15M	IC30N			TN60	CX75	MZ1000*
			P20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M MP1020	IC30N	T250A	NS530	TN100M TN60	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000* MZ2000*
P30			NX4545				IC30N	T250A T4500A	NS530 NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000* CH7035	
M		M10	NX2525					IC30N			TN60		CH550 CH7030 MZ1000* MZ2000*
		M20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N			NS530	TN100M	CX75	CH550 CH7030 MZ1000* MZ2000*
		M30	NX4545					T250A	NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000* CH7035	
K		K01											
		K10	NX2525							NS530	TN60		
	K20	NX2525		KT530M HT7							CX75		

*Кермет с покрытием

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СПЛАВОВ

СПЛАВ С ПОКРЫТИЕМ CVD

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	
	Классификация	Обозначение											
Токарная обработка	P	P01	UE6105	GC4205 GC4005	KCP05 KC9105	TP0500 TP1500	IC9150 IC8150 IC428	AC810P AC700G	T9105 T9005	CA510 CA5505	JC110V	HG8010	
		P10	UE6105 MC6015 UE6110 MY5015	GC4315 GC4215 GC4015 GC4325	KCP10B KCP10 KCP25 KC9110	TP1500 TP2500	IC9150 IC9015 IC8150 IC8250	AC810P AC700G AC820P AC2000	T9105 T9005 T9115	CA510 CA5505 CA515 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020	
		P20	MC6015 UE6110 MC6025 UE6020 MY5015	GC4315 GC4215 GC4015 GC4325 GC4225 GC4025	KCP25B KCP25 KC9125	TP2500	IC9015 IC8250 IC9025 IC9250 IC8350	AC820P AC2000 AC830P	T9115 T9125	CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	
		P30	MC6025 UE6020 UE6035 UH6400	GC4325 GC4225 GC4025 GC4235 GC4035	KCP30 KCP40 KC8050	TP3500 TP3000	IC8350 IC9250 IC9350	AC830P AC630M	T9125 T9135 T9035	CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	
		P40	UE6035 UH6400	GC4235 GC4035	KCP30 KCP40 KC9140 KC9040 KC9240 KC9245	TP3500 TP3000	IC9350	AC630M	T9135 T9035	CA530 CA5535	JC325V JC450V	GM8035 GX30	
	M	M10	MC7015 US7020	GC2015	KCM15	TM2000	IC9250 IC6015 IC8250	AC610M	T9115	CA6515	JC110V		
		M20	MC7015 US7020 MC7025	GC2015	KCM15 KC9225	TM2000	IC9250 IC6015 IC9025 IC656	AC610M AC6030M AC630M	T6020 T9125	CA6515 CA6525	JC110V	HG8025 GM25	
		M30	MC7025 US735	GC2025	KCM25 KC9230	TM4000	IC9350 IC6025 IC635	AC6030M AC630M	T6030	CA6525		GM8035 GX30	
		M40	US735	GC2025	KCM35 KC9240 KC9245	TM4000	IC6025 IC9350	AC6030M AC630M				GX30	
	K	K01	MC5005 UC5105	GC3205 GC3210	KCK05	TH1500 TK1001 TK1000	IC5005 IC9007	AC405K AC410K	T5105	CA4505 CA4010	JC050W JC105V	HX3505 HG3305	
		K10	MC5015 UC5115 MY5015	GC3205 GC3210 GC3215	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315	TK1001 TK1000 TK2000 TK2001	IC5005 IC5010 IC9150 IC428 IC4028	AC405K AC410K AC415K AC420K AC700G	T5115	CA4515 CA4010 CA4115	JC050W JC105V JC110V	HX3515 HG3315 HG8010	
		K20	MC5015 UC5115 UE6110 MY5015	GC3215	KCK20 KC9110 KC9325	TK2001 TK2000	IC5010 IC8150 IC9150 IC9015 IC418	AC415K AC420K AC700G AC820P	T5115 T5125	CA4515 CA4115 CA4120	JC110V JC215V	HG8025 GM8020	
		K30	UE6110		KC9125 KC9325		IC9015 IC418	AC820P	T5125		JC215	HG8025 GM8020	
	S	S01	US905	S05F						CA6515 CA6525 CA6535			
	Фрезерование	P	P10				MP1500	IC9080 IC4100 IC9015				JC730U	
			P20	F7030	GC4220		MP1500 MP2500	IC5100 IC520M	ACP100	T3130		JC730U	GX2140
P30			F7030	GC4230	KCPK30 KC930M	MP2500	IC4050	ACP100	T3130			GX2140 GX2160	
P40				GC4240	KC935M KC530M							GX2030 GX30 GX2160	
M		M10					IC9250						
		M20	F7030		KC925M	MP2500	IC520M IC9350	ACP100	T3130	CA6535	JC730U	GX2140	
		M30	F7030	GC2040	KC930M	MP2500	IC9350 IC4050	ACP100	T3130	CA6535		GX2140 GX2160 GX30	
		M40			KC930M KC935M		IC635					GX2030 GX2160 GX30	
K		K01									JC600		
		K10	MC5020					ACK100	T1115 T1015		JC600		
		K20	MC5020	GC3220 GC3330 K20W	KC915M	MK1500 MK2000	IC5100 IC9150	ACK200	T1115 T1015		JC610		
		K30		GC3330 GC3040	KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	MK2000 MK3000	IC4100 IC4050 IC520M				JC610	GX30	

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

СПЛАВ С ПОКРЫТИЕМ PVD

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	
	Классификация	Обозначение											
Токарная обработка	P	P01								PR915 PR1005			
		P10	VP10MF	GC1525 GC1025	KC5010 KC5510 KU10T	CP200 TS2000	IC250 IC350 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908		AH710	PR915 PR1005 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1425			
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1525 GC1025 GC1125	KC5025 KC5525 KC7215 KC7315 KU25T	CP250 TS2500	IC228 IC250 IC308 IC328 IC350 IC354 IC507 IC528 IC570 IC807 IC808 IC907 IC908 IC928 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130	PR930 PR1025 PR1115 PR1225		IP2000	
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1025 GC1125	KC7015 KC7020 KU25T KC7235	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028	AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740			IP3000	
		P40			KC7040 KC7140 KC7030	CP500	IC228 IC328 IC330 IC528 IC1008 IC1028 IC3028	AC530U	AH740 J740				
		M	M01										
	M10	VP10MF	GC1005 GC1025 GC1125 GC1105	KC5010 KC5510 KC6005 KC6015	CP200 TS2000	IC330 IC354 IC507 IC520 IC570 IC807 IC907 IC3028		AH710	PR915 PR1025 PR1225 PR1425	JC5003 JC8015	IP050S		
	M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1005 GC1025 GC1125 GC1105	KC5025 KC5525 KC7020 KC7025	CP250 TS2500 CP500	IC250 IC330 IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 GH330 AH630	PR1025 PR1125 PR1225 PR915 PR930	JC5003 JC5015 JC8015	IP100S		
	M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MP7035	GC1125 GC2035	KC7030 KC7225	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U AC530U	GH330 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 J740 AH645	PR1125	JC5015 JC8015			
	M40	MP7035	GC2035			IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028	AC530U	J740					
	K	K01											
		K10			KC5010 KC7210	CP200 TS2000	IC350 IC1008	AC510U	GH110 AH110 AH710	PR905			
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF		KC7015 KC7215 KC7315	CP200 CP250 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC908 IC1008		GH110 AH110 AH710 AH725 AH120 GH730 GH130	PR905			
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF		KC7225	CP500	IC228 IC350 IC808 IC908 IC1008		AH725 AH120 GH730 GH130				
	S	S01	MP9005 VP05RT				IC507 IC907		AH905		JC5003 JC8015		
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	GC1105 GC1005 GC1025	KC5010 KC5410 KC5510	CP200 CP250 TS2000 TS2500	IC507 IC903	AC510U	AH905 SH730 AH110 AH120		JC5003 JC5015 JC8015		
		S20	MP9015 MT9015 VP20RT	GC1025 GC1125	KC5025 KC5525	CP250 TS2500 CP500	IC300 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806	AC510U AC520U	AH120 AH725	PR1125	JC5015 JC8015		
		S30	VP15TF	GC1125				AC520U	AH725	PR1125			
	Фрезерование	P	P01									JC5003	ATH80D PTH08M PCA08M PCS08M
			P10		GC1010 GC1025	KC715M		IC250 IC350 IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950	ACP200		PR730 PR830 PR1025 PR1225	JC5003 JC5030 JC8015 JC5015 JC5118	ACS05E CY9020 JX1005 JX1020 PC20M JP4020 PCA12M
P20			MP6120 VP15TF	GC1025 GC1010 GC2030	KC522M KC525M	F25M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC528 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330	PR730 PR830 PR1025 PR1225 PR1230 PR1525	JC5015 JC5030 JC5040 JC6235 JC8015 JC5118 JC6235	CY150 CY15 JX1015	

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СПЛАВОВ

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	
	Классификация	Обозначение											
Фрезерование	P	P30	MP6120 VP15TF MP6130 VP30RT	GC1010 GC1030 GC2030	KC725M KC530M	F25M MP3000 F30M	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC528 IC830 IC900 IC928 IC950 IC1008	ACP200 ACP300	AH725 AH120 AH130 AH140 GH130 AH730	PR660 PR1230	JC5015 JC5040 JC8015 JC5118	JS4045 JS4060 CY250 CY25 HC844 JX1045 PTH30E	
			P40	VP30RT	GC1030	KC735M	F40M T60M		ACP300	AH140		JC5040 JC5118	JS4060 PTH40H JX1060 GF30 GX30
	M	M01											PCS08M
		M10		GC1025 GC1030	KC715M		IC903				PR730 PR1025 PR1225	JC5118	CY9020 JX1020
		M20	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030	KC730 KC522M KC525M	F25M MP3000	IC250 IC300 IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC1008	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330 GH110	PR730 PR660 PR1025 PR1225	JC5015 JC5040 JC5118 JC8015	CY150 CY15 JX1015	
		M30	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT MP7140 VP30RT	GC1040 GC2030	KC725M KC735M	F30M F40M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC830 IC928 IC1008	ACP200 ACP300	AH120 AH725 AH130 AH140 GH130 AH730 GH340	PR660 PR1510	JC5015 JC8015 JC8050 JC5118	CY250 CY25 HC844 JM4060 JX1045	
		M40	MP7140 VP30RT			F40M		ACP300	AH140		JC5015 JC5118 JC8050	JX1060 GF30 GX30	
	K	K01	MP8010							AH110 GH110 AH330		JC5003	ATH80D PTH08M PCA08M PCS08M
		K10	MP8010	GC1010	KC510M		IC350 IC810 IC830 IC900 IC910 IC928 IC950 IC1008		AH110 GH110 AH725 AH120 GH130 AH330	PR1210 PR905	JC5003 JC8015	ASC05E JX1005 JX1020 CY9020 CY100H CY10H	
		K20	VP15TF VP20RT	GC1010 GC1020	KC520M KC525M	MK2000	IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACK300	GH130	PR1210 PR905	JC5015 JC5080 JC8015 JC6235	CY150 CY15 PTH13S JX1015	
		K30	VP15TF VP20RT	GC1020	KC725M KC735M		IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC950 IC1008	ACK300			JC5015 JC8015 JC5080	CY250 GX2030 GX30 CY25 PTH40H PTH30E JX1045	
	S	S01									PR905	JC5003 JC8015 JC5118	
		S10	MP9120 VP15TF	C1025	KC510M		IC903	EH520Z EH20Z		PR905	JC5003 JC5015 JC8015 JC5118	PCS08M PTH13S JS1025	
		S20	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	GC1025 GC2030 S30T	KC522M KC525M		IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330	EH520Z EH20Z ACK300 ACP300		PR905	JC8015 JC5015 JC8050 JC5118	CY100H CY10H	
		S30		GC2030	KC725M	F40M	IC830 IC928	ACP300			JC8050 JC5118		
	H	H01	MP8010 VP05HT				IC903					JC8003 JC8008	
		H10	VP15TF VP10H	GC1010 GC1030	KC635M	MH1000 F15M	IC900					JC8003 JC8008 JC8015 JC5118	BH200 BH250
		H20	VP15TF	GC1010 GC1030	KC635M	F15M	IC900 IC808 IC908 IC1008					JC8015 JC5118	ATH80D PTH08M PCA08M JP4005 JX1005
		H30			KC530M	MP3000 F30M	IC808 IC908 IC1008						

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

КНБ

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Классификация	Обозначение							
Токарная обработка	H	H01	BC8110 MBC010 MB810		CBN060K	BNC100 BNX10 BN1000	BXM10 BX310	KBN050M KBN10M KBN510	
		H10	BC8110 MBC020 BC8020 MB825 MB8025	CB7015	CBN010	BNC160 BNX20 BN2000	BXM20 BX330	KBN25M KBN525	JBN300
		H20	MBC020 BC8020 MB8025	CB7025 CB20	CBN150 CBN160C	BNC200 BNX25 BN250	BXM20 BX360	KBN30M	JBN245
		H30	BC8020 MB835	CB7525	CBN150 CBN160C	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M	
	S	S01	MB730		CBN170	BN700 BN7000	BX950		
		S10							
		S20							
		S30							
	K	K01	MB710 MB5015			BN500 BNC500	BX930 BX910		
		K10	MB730 MB4020	CB7525		BN700 BN7500 BN7000	BX850	KBN60M	JBN795
		K20	MB730 MB4020		CBN200	BN700 BN7000	BX950	KBN60M	JBN500
		K30	BC5030 MBS140	CB7925	CBN300 CBN400C CBN500	BNS800	BX90S BXC90	KBN900	
		Спеченный сплав	MB4020 MB835		CBN200	BN7500 BN7000	BX450 BX470 BX480	KBN65B KBN570 KBN65M KBN70M	

ПКА

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Классификация	Обозначение							
Токарная обработка	N	N01	MD205	CD05	PCD05	DA90	DX180 DX160	KPD001	JDA30 JDA735
		N10	MD220	CD10	PCD10	DA150	DX140	KPD010	
		N20	MD220		PCD20	DA2200	DX120		JDA715
		N30	MD230		PCD30 PCD30M	DA1000	DX110	KPD230	JDA10

(Примечание) Приведённые выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ СТРУЖКОЛОМОВ ПЛАСТИН

ТИП ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ПЛАСТИНА

Классификация по ISO	Режим резания	Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	Walter	TaeguTec
P	Финишная	PK* FH FY	QF LC	FF	FF1, FF2	FA FL	01* TF ZF	DP* GP, PP XP, XP-T, XF		FE	FP5	FA
	Чистовая	LP C SA, SH	XF PF	LF*, FN	MF2	SU LU SX, SE	NS, 27 TSF, AS	PQ HQ, CQ	PF UR, UA, UT	BE B, CE	MP3 NF3, NF4	FG
	Чистовая (Малоуглеродистые стали)	SY					17	XQ, XS				FC
	Чистовая (С зачистной кромки)	SW	WL, WF	FW	W-MF2	LUW, SEW	AFW, ASW	WP, WQ			NF	WS
	Получистовая	MP MA MH	PM QM, XM	P MN	MF3 MF5, M3 M5	GU UG GE, UX	NM, ZM TM DM, 33, 37, 38	PG, CJ, GS PS, HS PT	PG UB	CT, AB AH AY, AE	MP5	PC, MP MT SM
	Получистовая (С зачистной кромки)	MW	WMX, WM	MW, RW	M6, W-M3 W-MF5	GUW					NM	WT
	Черновая	RP GH Std.	PR, HM XMR	RN, RP	MR6, MR7	MU, MX, ME UZ	TH Std.	PH GT Std.	UD GG	RE	RP5 NM6, NM9	RT
	Черновое	HZ, HL HM, HX HV	QR, PR HR, MR	MR RM RH	R4, R5, R6 57, RR6, R7 R8, RR9	MP HG, HP HU, HW, HF	THS TU TUS	PX	UC	HX HE, H	NR6, NRF NRR	RX, RH HD, HY, HT HZ
M	Финишная Чистовая	SH, LM	MF	FP LF*	MF1	SU	SS	MQ, GU		MP, AB, BH	NF4	SF
	Получистовая	MS, GM MM, MA ES	MM QM K	MP	MF4	EX, UP GU HM	SA, SF SM S	MS, MU SU, HU, TK ST	SF, SZ SG	PV, DE, SE AH	NM4	ML EM VF
	Черновое	GH, RM HZ	MR	UP, RP	M5, MR7 RR6	MU MP	TH, SH			AE	NR4, NR5	
K	Финишная Чистовая	LK, MA	KF	FN	MF2, MF5, M3, M4		CF	Std.		VA, AH	MK5	
	Получистовая	MK, GK Std.	KM	RP, UN	M5	UZ, GZ, UX	CM Std.	C	PG	V, AE	RK5, NM5	
	Черновая	RK	KR					PH, GC	GG	RE	RK7	
	Черновое	Плоский верх		Плоский верх	MR3, MR4 MR7, Плоский верх	Плоский верх	CH, Плоский верх	ZS, Плоский верх	Плоский верх	Плоский верх	Плоский верх	
S	Финишная	FJ*	SF	FS, LF*	MF1	EF		MQ				
	Чистовая	LS	SGF*	MS	MF4, MF5	SU*					NF4, NFT	EA
	Получистовая	MS	NGP*, SM	UP, P, NGP*	M1	EG, EX, UP	SA, HMM	MS, MU, TK			NMS, NMT	
	Черновое	RS, GJ	SR, SMR	RP	M5, MR3, MR4	MU					NRS, NRT	ET

*Полностью шлифованные пластины.

(Примечание) Приведенные выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТИП ПЛАСТИНЫ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ УГЛОМ 7°

Классификация по ISO	Режим резания	Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	Walter	TaeguTec
P	Финишная	SMG*	UM*	LF*		FC*, SC*	JS*, 01*	CF*, CK*, GQ*, GF*				
	Финишная Чистовая	FP, FV LP, SV	PF, UF	UF, 11 LF, FP	FF1 F1	FP, LU SU	PF, PSF PS, PSS	GP XP		JQ	PF4	FA FG
	Чистовая (С зачистной кромки)	SW	WF	FW	W-F1	LUW						WS
	Получистовая	MV MP, Std.	PM, UM	MF, MP	F2, MF2, M5	MU	23 PM, 24	HQ XQ, GK	FT	JE	PS5 PM5	PC MT
	Получистовая (С зачистной кромки)	MW	WM	MW	W-F2						PM	WT
M	Финишная Чистовая	FM LM	MF	LF, UF FP	F1, F2	FC* LU SU	PF, PSF PS, PSS	CF*, CK*, GQ*, GF*, MQ		MP		
	Получистовая	MM Std.	MM	MP		MU	PM	HQ, GK				
K	Получистовая	MK, Std. Плоский верх	KF, KM, KR	Плоский верх	F1, M3, M5	MU, Плоский верх	Плоский верх, CM	Плоский верх*				
N	Получистовая	AZ*	AL*	HP*	AL*	AG*	AL*	AH*			PM2*	SA* FL*
S	Финишная Чистовая	FJ*		LF* HP*				MQ				

*Полностью шлифованные пластины.

(Примечание) Приведенные выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.

ТИП ПЛАСТИНЫ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ УГЛОМ 11°

Классификация по ISO	Режим резания	Mitsubishi Materials	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Mitsubishi Hitachi Tool	Walter	TaeguTec
P	Финишная Чистовая	FV, SMG* SV	PF	UF LF		SI LU SU	01* PF, PSF PS, PSS	GP, CF* XP		JQ		
	Получистовая	MV	PM, UM	MF		MU	PM 23 24	HQ XQ		JE		
M	Финишная Чистовая	SV	MF			SU	PF, PS	GP, CF*		MP		
	Получистовая	MV	MM			MU	PM	HQ				

*Полностью шлифованные пластины.

(Примечание) Приведенные выше значения взяты из публикаций. Однако, мы не имеем подтверждения этих данных остальными компаниями.