



SANDVIK
Coromant

Техническое руководство по точению

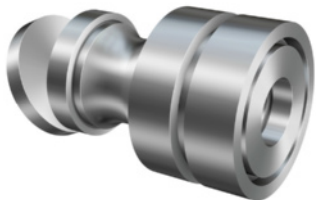
Точение - Отрезка и обработка канавок
- Резьбонарезание

Анализ условий

Перед обработкой необходимо проанализировать несколько параметров.

Деталь

- Тип операции
- Конструкция детали (размер, форма)
- Профиль резьбы
- Объем партии
- Требования к качеству

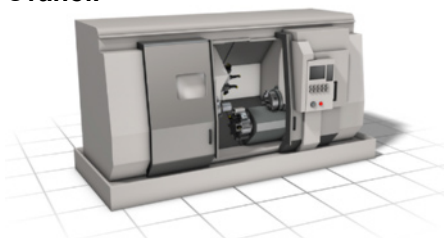


Материал заготовки

- Обрабатываемость (хорошее или плохое стружкодробление)
- Структура поверхности (предварительно обработанная, поковка)
- Твердость



Станок



- Жесткость, мощность и крутящий момент
- Закрепление заготовки
- Давление подачи СОЖ (низкое или высокое)
- Обработка с СОЖ или без

Содержание

1 Точение	2
Пластины Wiper	6
Геометрии и сплавы	7
“Ускоритель” производительности	9
Практические рекомендации	11
2 Отрезка и обработка канавок	16
Отрезка	18
Обработка наружных канавок	22
Обработка внутренних канавок	26
Обработка торцевых канавок	28
3 Резьбонарезание	30
Методы врезания и типы резьбовых пластин	33
Геометрии и сплавы	35
Угол наклона пластины	36
Практические рекомендации	38
4 Материалы высокой твердости	39
Практические рекомендации	40
5 Дополнительная информация	42
Выиграть гонку за производительность	42
Быстросменные системы	44
CoroTurn® SL	45
CoroTurn® HP	46
Silent Tools™	48

Точение

Системы первого выбора

Наружная
обработка

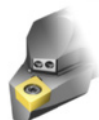
Внутренняя
обработка

Продольное точение и обработка торца

Чистовая
обработка



T-Max® P с HP*



CoroTurn® 107 с HP*

Черновая
обработка



T-Max® P RC*



T-Max® P с HP*

Профильная обработка

Чистовая
обработка



CoroTurn® TR



CoroTurn® 107 с HP*

Черновая
обработка



T-Max® P RC*



T-Max® P с HP*

Нежесткие/Тонкостенные детали

Чистовая
обработка



CoroTurn® 107 с HP*

Черновая
обработка



T-Max® P RC*

*HP = High precision coolant

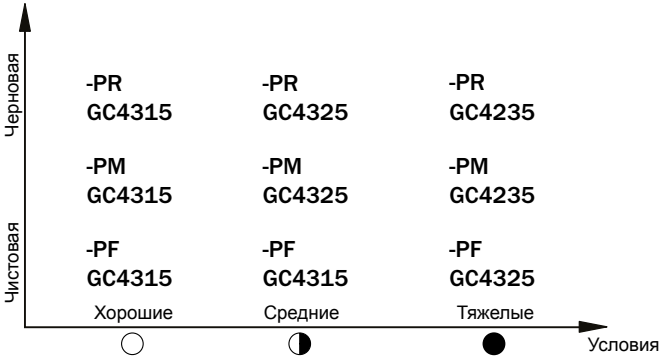
*RC = Прижим повышенной жесткости

Геометрии и сплавы

Первый выбор для систем T-Max P® и CoroTurn® 107

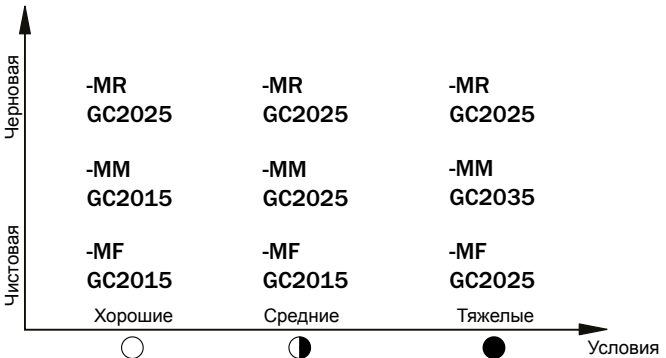
ISO P (Сталь)

Обработка



ISO M (Нержавеющая сталь)

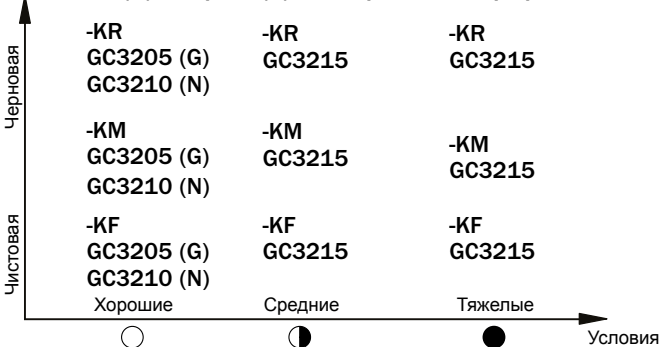
Обработка



ISO K (Чугун)

Обработка

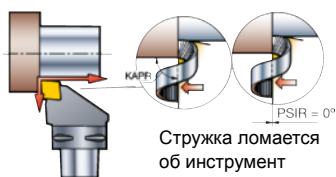
(G) = Серый, (N) = С шаровидным графитом



Главный угол в плане, KAPR (дюйм. PSIR)

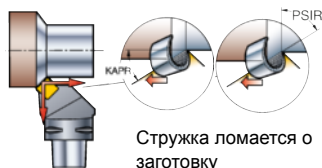
Главный угол в плане, KAPR, – это угол между главной режущей кромкой и направлением подачи.

Большой угол:



Стружка ломается об инструмент

Малый угол:

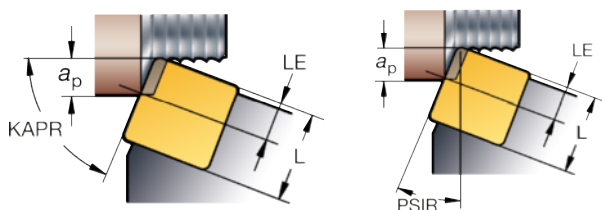


Стружка ломается о заготовку

- Главный угол в плане (KAPR), близкий к 90° (PSIR 0°), направляет результирующую силу резания к патрону
- Больше склонность к вибрациям
- Высокие силы резания, особенно при врезании и выходе из резания
- Соразмерные осевая и радиальная составляющие сил резания
- Выше склонность к вибрациям
- Ниже склонность к образованию проточин
- Сниженная нагрузка на режущую кромку при врезании/выходе из резания

Размер режущей пластины

- Определяет максимальную глубину резания, a_p
- Определите необходимую эффективную длину режущей кромки, LE, в зависимости от главного угла в плане инструмента, KAPR (дюйм. PSIR), и глубины резания, a_p .



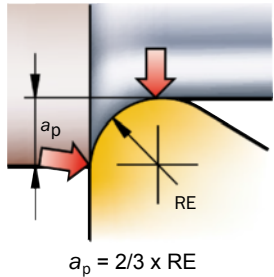
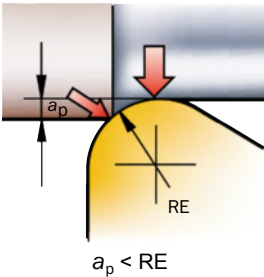
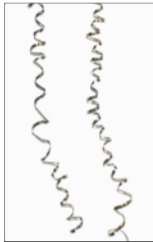
Пример: как обеспечить a_p 5,0 мм (0,197"):

KAPR (PSIR)	LE мм (дюйм)	Режущая пластина:
75° (15°)	5.2 (0.205)	SNMG 1204 / SNMG 43
45° (45°)	7.1 (0.280)	SNMG 1506 / SNMG 54 (менее склонны к поломке)

Радиус при вершине пластины

- Выберите максимально возможный радиус при вершине, RE, для обеспечения прочности режущей кромки
- Большой радиус при вершине, RE, позволяет работать с большими подачами
- Выберите небольшой радиус при вершине, если существует риск возникновения вибраций

	Радиус при вершине, RE, мм (дюйм):				
	0,4 (1/64)	0,8 (1/32)	1,2 (3/64)	1,6 (1/16)	2,4 (3/32)
Мах подача, f_n					
мм/об	0,25–0,35	0,4–0,7	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8
дюйм/об	,009–,014	,016–,028	,020–,039	,028–,051	,039–,071



Глубина резания, a_p , должна быть не менее $2/3$ радиуса при вершине пластины, RE, во избежание вибраций и формирования стружки неблагоприятной формы.

Примечание: Более подробную информацию см. в разделе “Ускоритель производительности”.

Пластины Wiper

Токарные пластины Wiper позволяют работать с высокими подачами, сохраняя способность получать поверхность высокого качества или обеспечивать хорошее стружкодробление.

По возможности применяйте пластины Wiper в качестве первого выбора:

- На операциях продольного точения и подрезки торца
- При жестком закреплении заготовки
- При непрерывном резании

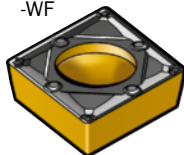
Примечание. Не рекомендуется использовать пластины Wiper для растачивания с большим вылетом инструмента, так как возможно возникновение вибраций.

-WMX



Геометрия -WMX является первым выбором среди пластин Wiper без задних углов.

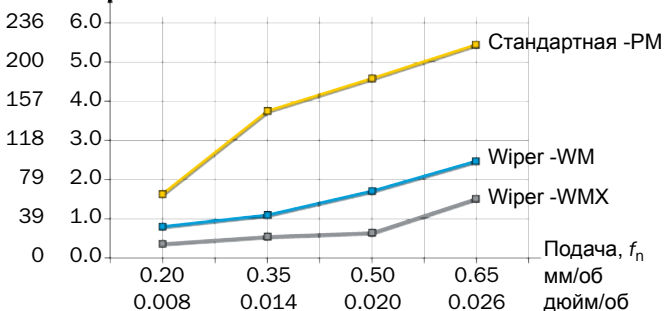
-WF



Геометрия -WF является первым выбором среди пластин Wiper с задними углами.

Шероховатость поверхности, R_a

мкдюйм ММ



TECHNOLOGY
Wiper

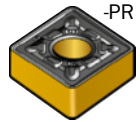
При обработке пластинами wiper с удвоенной подачей шероховатость поверхности остается такой же, как при работе обычной пластиной со стандартной подачей.

Геометрии

Каждая режущая пластина обеспечивает оптимальное стружкодробление в определенной области обработки:

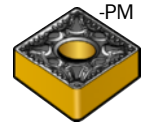
Черновая обработка

Сочетание больших глубин резания и подач. Операции, требующие высокой прочности режущей кромки.



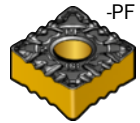
Получистовая обработка

От получистовых до легких черновых операций. Широкий диапазон глубин резания и подач.



Чистовая обработка

Операции с малыми глубинами резания и низкими подачами, а также требующие низких сил резания.



На диаграмме снизу представлена область обработки режущей пластины CNMG 120408, показывающая соотношения подач и глубин резания, при которых обеспечивается приемлемое стружкодробление.

На рисунке показан пример дробления стружки при следующих режимах резания:

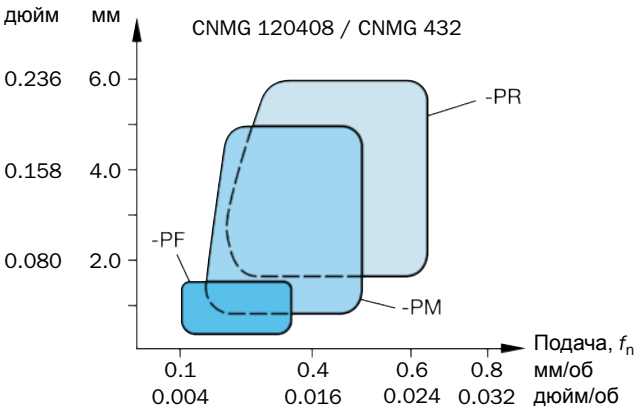
Геометрия: -PM

a_p : 3,0 мм (0,118")

f_n : 0,3 мм/об (0,012 дюйм/об)



Глубина резания, a_p ,



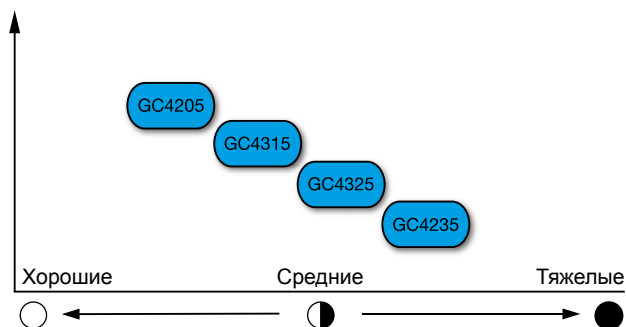
- Геометрия -PM является первым выбором
- Геометрия -PR применяется при большом значении f_n/a_p или прерывистом резании
- Геометрия -PF применяется при низком значении f_n/a_p .

Сплавы

Сплав режущей пластины выбирают исходя из:

- Типа детали (материала и конструкции, например, длины обрабатываемой поверхности)
- Вида обработки (черновая, получистовая или чистовая)
- Условий обработки (стабильность, например, хорошие, средние или тяжелые)

Теплостойкость (износ)



Пример

- Деталь из стали, MC P2.3.Z.AN (СМС 02.12)
- Получистовая обработка, f_n 0,2–0,4 мм/об (0,008–0,016 дюйм/об), глубина резания, a_p , 2 мм (0,079")
- Высокая стабильность (закрепление, размер детали)

Первый выбор: Применяйте сплав GC4325 для обеспечения надежной обработки.

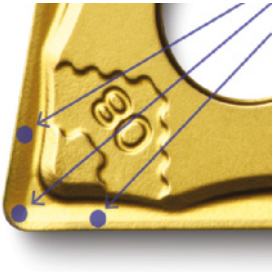
Применяйте сплав GC4315, если необходимо повысить теплостойкость в связи с длительным контактом пластины и обрабатываемой поверхности или высокой скоростью резания.

“Ускоритель” производительности

Влияние НР (поддачи СОЖ под высоким давлением/с высокой точностью)

Контроль стружкообразования и стойкость:

- Положительный эффект при давлении от 10 бар (145 psi)
- Более очевидный эффект при давлении от 70 бар (1015 psi)
- При более высоком давлении, специализированные для НР геометрии пластин увеличивают стойкость инструмента



Надежность процесса

Применение державок с высокоточной подачей СОЖ (НР) улучшает контроль стружкодробления и обеспечивает прогнозируемую стойкость инструмента. Улучшения можно заметить при замене обычной державки державкой CoroTurn® НР без корректировки режимов резания.

Также система НР дает возможность увеличить скорость резания.

Используйте следующие рекомендации для обеспечения прогнозируемой и эффективной обработки нержавеющей стали с плохим стружкодроблением:

- Применяйте СОЖ под давлением 70 бар (1015 psi). Улучшения наблюдаются при давлении от 35 бар (507 psi)
- Применяйте державки CoroTurn® НР совместно с пластинами геометрии –MMC

Стойкость

Для обеспечения наибольшей стойкости следует:

1. Увеличить a_p (сократить число проходов)
2. Увеличить f_n (сократить время резания)
3. Снизить v_c (уменьшить выделение тепла)

Глубина резания a_p

Недостаточная:

- Потеря контроля над стружкообразованием
- Вибрации
- Сильный нагрев
- Низкая производительность

Чрезмерная:

- Большая потребляемая мощность
- Поломка пластины
- Повышенные силы резания



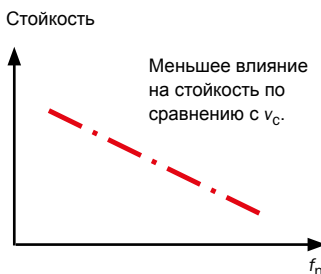
Подача f_n

Слишком низкая:

- Сливная стружка
- Интенсивный износ по задней поверхности
- Наростообразование
- Низкая производительность

Слишком высокая:

- Потеря контроля над стружкообразованием
- Низкое качество поверхности
- Лункообразование/пластическая деформация
- Высокое потребление энергии
- «Приваривание» стружки
- Повреждение режущих кромок стружкой



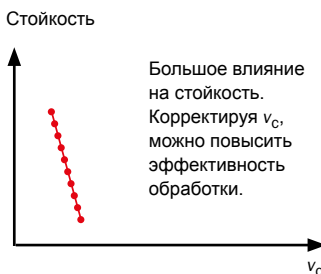
Скорость резания v_c

Слишком низкая:

- Наростообразование
- Притупление режущей кромки
- Низкая производительность
- Низкое качество поверхности

Слишком высокая:

- Интенсивный износ по задней поверхности
- Низкое качество поверхности
- Интенсивное лункообразование
- Пластическая деформация



Практические рекомендации

Детали, склонные к вибрациям

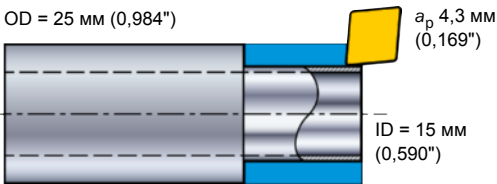
Обработка за один проход (например, трубы)

Рекомендуется обрабатывать поверхность за один проход, чтобы направить силы резания в сторону патрона/шпинделя.

Пример:

- Наружный диаметр (OD) 25 мм (0,984")
- Внутренний диаметр (ID) 15 мм (0,590")
- Глубина резания, a_p , составляет 4,3 мм (0,169").

Итоговая толщина трубы = 0,7 мм (0,028").

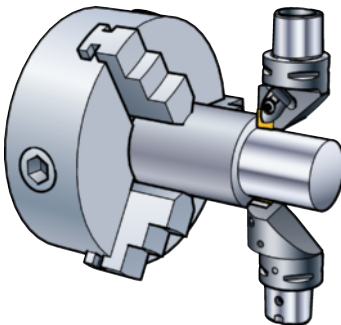


Для обеспечения преимущественно осевой составляющей силы резания, главный угол в плане должен быть близок к 90° (в дюймовой системе – 0°). В результате снижается изгибная сила, действующая на деталь.

Обработка за два прохода

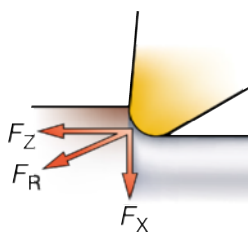
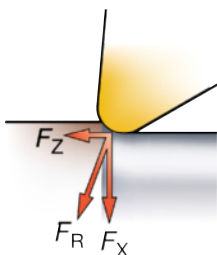
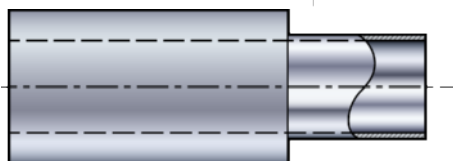
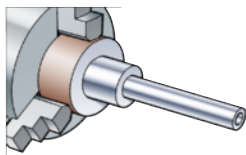
Синхронная обработка с помощью верхней и нижней револьверной головки уравновесит радиальные силы резания:

- Позволит избежать вибраций и изгиба детали



Нежесткие/тонкостенные детали

- Главный угол в плане близкий к 90° (в дюйм. системе 0°)
- Глубина резания, a_p , больше, чем радиус при вершине пластины, RE
- Острая режущая кромка и небольшой радиус при вершине, RE
- Пластины из керамики или из сплава с покрытием PVD, например, CT5015 или GC1125



Главный угол в плане (метрич./дюйм.):

- Даже незначительное изменение угла (с $91/-1$ до $95/-5$ градусов) повлияет на изменение направления силы резания во время обработки.

Глубина резания, a_p , больше, чем радиус при вершине пластины, RE:

- Большая величина a_p повышает осевую, F_z , и снижает радиальную составляющую силы резания, F_x , которая вызывает вибрации.

Острая режущая кромка и небольшой радиус при вершине, RE:

- Обеспечивает низкие силы резания.

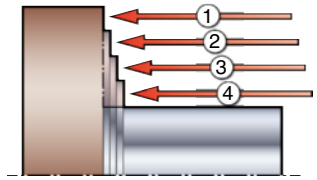
Керамика или сплав с покрытием PVD:

- Для повышения износостойкости и остроты режущей кромки, которые требуются на подобных операциях.

Обработка уступов/заплечиков

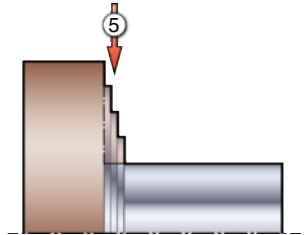
Проход 1-4:

- Длина каждого прохода (1-4) меньше предыдущего на величину подачи, что позволяет избежать пакетирования стружки.



Проход 5:

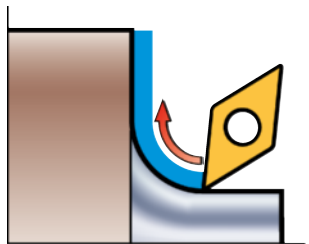
- Последний проход выполняется в радиальном направлении от наружного диаметра к внутреннему.



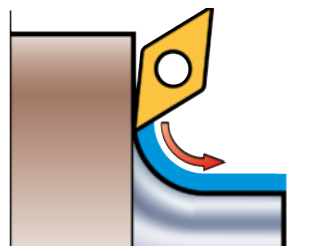
Данный метод:

- Позволяет избежать поломки режущей кромки
- Благоприятен при обработке пластинами с CVD-покрытием и значительно снижает образование трещин на кромке!

При обработке галтели в направлении от внутреннего диаметра к наружному возможно наматывание стружки на заготовку.



Поменяв направление траектории перемещения пластины, можно изменить направление схода стружки и решить эту проблему.



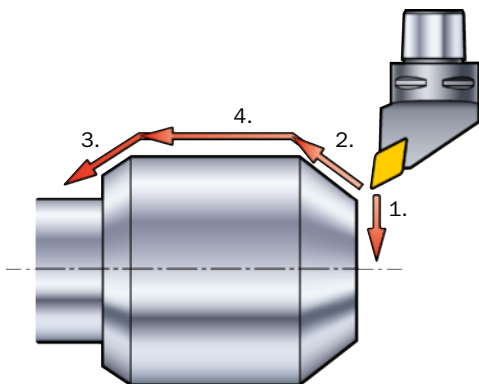
Обработка торца

Особенности процесса:

- Начните с обработки торца (1) и фаски (2), по возможности

Геометрическая форма детали:

- Начните с обработки фаски (3)



Обработка торца должна быть первой операцией, чтобы затем задать начало координат для привязки инструмента и дальнейшей обработки.

Распространенной проблемой является образование заусенцев в конце прохода (при выходе из заготовки). Фаска или скругление угла помогут уменьшить или исключить образование заусенца.

Фаска на детали обеспечит плавное врезание режущей кромки (как при обработке торца, так и при продольном точении).

Прерывистое резание

- Используйте сплав с PVD-покрытием для обеспечения высокой прочности режущей кромки, например, GC1125
- Используйте сплав с тонким CVD-покрытием в случае, если обрабатываемый материал чрезмерно абразивный, например, GC1515
- Выбирайте пластины с прочным стружколомом, например, геометрии -QM или -PR, чтобы избежать образования сколов
- Рекомендуется обработка без СОЖ во избежание появления термических трещин

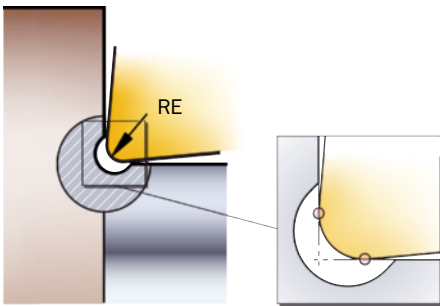


Обработка поверхности с канавкой для выхода шлифовального круга

Для продольного точения и подрезки торца применяйте пластины с максимально возможным радиусом при вершине, RE. Не превышайте ширину шлифования.

- Прочные режущие кромки
- Хорошее качество поверхности
- Возможность работы с большими подачами

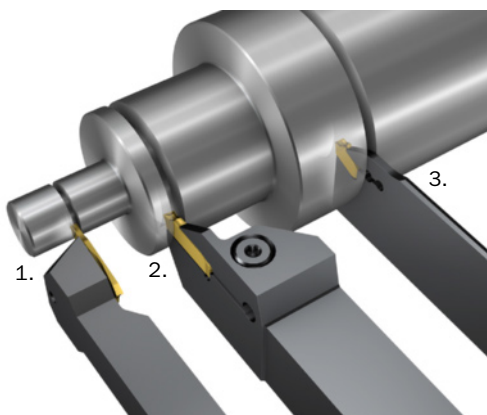
Канавку для выхода шлифовального круга следует обрабатывать в последнюю очередь, чтобы удалить заусенцы.



Отрезка и обработка канавок

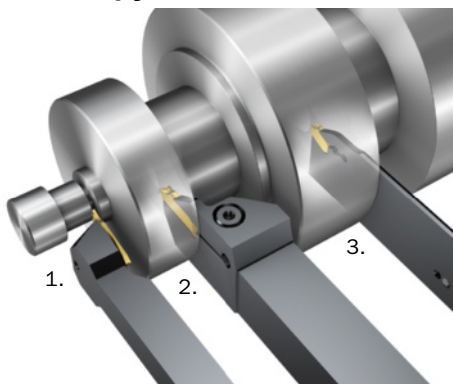
Система первого выбора

Отрезка



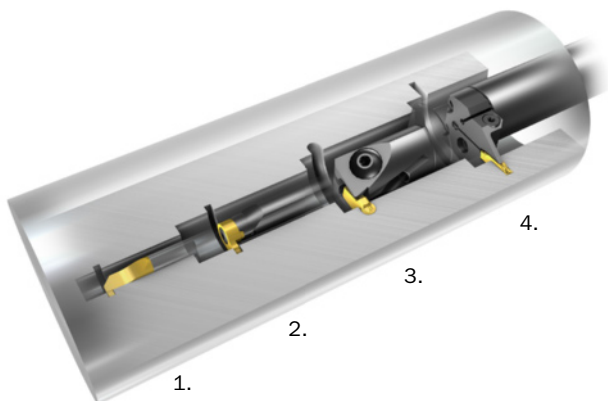
1. CoroCut® 3 DCX $\varnothing \leq 12$ мм (0,5")
2. CoroCut® 2 DCX $\varnothing 12-38$ мм (0,5–1,5")
3. CoroCut® QD DCX $\varnothing 38-160$ мм (1,5–6,3")

Обработка наружных канавок



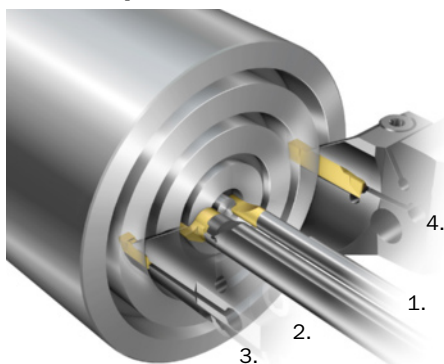
1. CoroCut® 3 CDX 1,5–6 мм (0,06–0,24")
2. CoroCut® 2 CDX 13–28 мм (0,5–1,1")
3. CoroCut® QD CDX 15–80 мм (0,6–3,15")

Обработка внутренних канавок



- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DMIN Ø4,2 мм (0,165") |
| 2. CoroCut® MB | DMIN Ø10 мм (0,394") |
| 3. T-Max Q-Cut® | DMIN Ø12 мм (0,472") |
| 4. CoroCut® 2 | DMIN Ø26 мм (1,024") |

Обработка торцевых канавок



- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DAXIN Ø1-8 мм (0,04–0,315") |
| 2. CoroCut® MB | DAXIN Ø8 мм (0,31") |
| 3. T-Max Q-Cut® | DAXIN Ø16 мм (0,63") |
| 4. CoroCut® 2 | DAXIN Ø34 мм (1,34") |

Отрезка

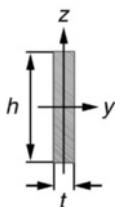
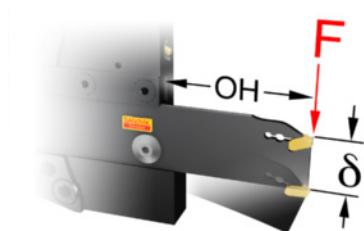
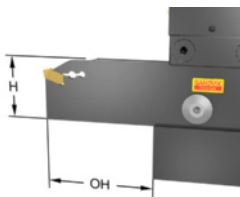
Уменьшайте вылет, ОН

При большом ОН:

- Применяйте геометрию с низкими силами резания, например, -СМ
- ОН менее 1,5 x Н:
- Работайте с рекомендуемой подачей для выбранной геометрии
- ОН более 1,5 x Н:
- Снижайте подачу до минимального значения из рекомендуемого диапазона для выбранной геометрии

Уменьшение вылета снижает изгиб на эту величину в кубе:

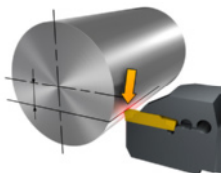
$$\delta = \frac{4 \times F \times \text{ОН}^3}{t \times h^3}$$



Расположение по оси центров

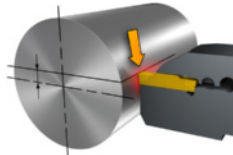
- Отклонение от высоты оси центров $\pm 0,1$ мм ($\pm 0,004$ ")
- При большом вылете располагайте режущую кромку выше оси центров на 0,1 мм (0,004"), чтобы компенсировать вертикальный изгиб

Расположение ниже центра:



- Увеличение бобышки
- Поломка (неблагоприятные силы резания)

Расположение выше центра:



- Поломка (при прохождении центра)
- Интенсивный износ по задней поверхности (недостаточный зазор)

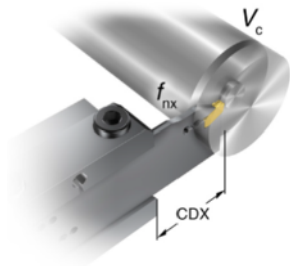
Всегда снижайте подачу у центра заготовки

Поломка пластины при отрезке прутка обычно происходит у его оси. Всегда снижайте подачу на 75% за 2 мм до центра заготовки:

- Снижение подачи у центра уменьшает силы резания и повышает стойкость инструмента
- Высокая подача на периферии заготовки повышает производительность процесса и стойкость инструмента
- Снижение подачи у оси значительно повышает стойкость инструмента

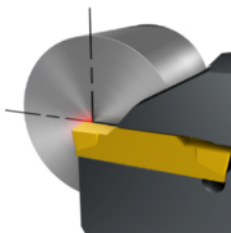
Расчет скорости резания:

$$v_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{1000}$$

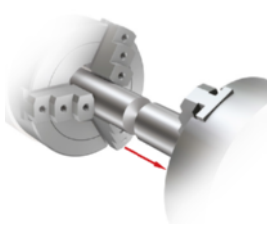


Всегда останавливайте подачу, не доходя до центра заготовки

- Останавливайте подачу за 0,5 мм (0,02") до центра
- Деталь упадет сама за счет собственного веса

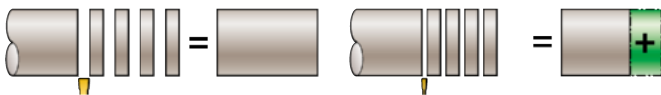


Обработка через центр приводит к поломке.



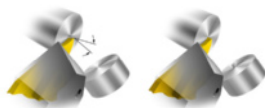
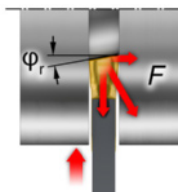
Для отделения детали можно использовать контршпindel. Оставьте бобышку диаметром 1 мм (0,04"), чтобы затем отделить деталь.

Выбирайте пластины небольшой ширины для экономии материала.



Отрезка без бобышек

- Большой угол в плане уменьшает размер бобышки
- Используйте пластины с углом в плане, отличным от нуля, только при небольшом вылете
- Угол в плане снижает стойкость инструмента и увеличивает его изгиб
- Для работы с более длинным вылетом используйте пластины нейтрального исполнения

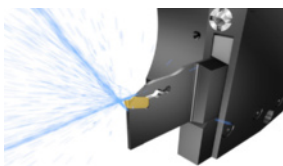


	С углом в плане	Нейтральная
Жесткость и стойкость	низкая	высокая
Радиальные силы резания	низкие	высокие
Осевые силы резания	высокие	низкие
Бобышка/заусенец	маленькие	большие
Риск возникновения вибраций	высокий	низкий
Шероховатость и плоскостность поверхности	плохие	хорошие
Отвод стружки	плохой	хороший

Высокоточная подача СОЖ (НР)




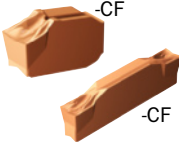
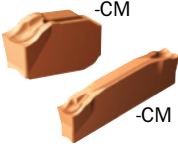
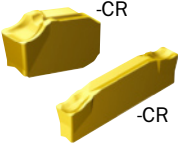
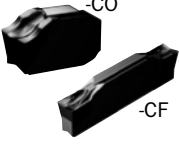
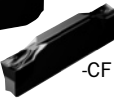
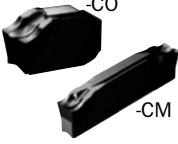
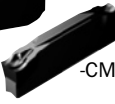
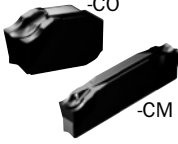

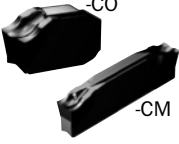
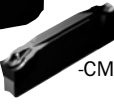
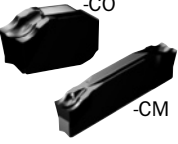
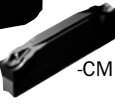
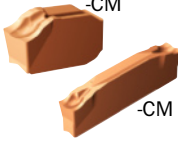
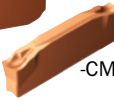
- СОЖ подводится к кромке даже в глубоких канавках
- Инструменты с НР являются первым выбором для отрезки и обработки канавок
- Улучшает контроль над стружкообразованием и качество обработанной поверхности
- Внутренний подвод СОЖ снижает температуру в зоне резания
- Преимущества особенно очевидны при длительном контакте кромки и заготовки и при низкой теплопроводности материала (жаропрочные сплавы, нержавеющие стали)
- Эффективное охлаждение позволяет использовать более прочные марки сплавов или повысить стойкость инструмента
- При использовании НР увеличивайте скорость резания на 30-50%
- Отключайте подачу СОЖ при достижении max числа оборотов шпинделя во избежание наростообразования из-за потери скорости

Высокоточная подача СОЖ обеспечивает хорошие результаты даже при низком давлении, но наибольшая эффективность достигается при давлении 20 бар (290 PSI) и выше.

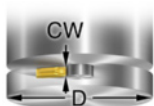


Геометрии и сплавы

Первый выбор для отрезки

ISO			
P Сталь	Трубы – хорошие условия	Прутки – хорошие условия (контршпindelь)	Прутки – тяжелые условия
M Нержавеющая сталь	 -CF GC1125	 -CM GC1125	 -CR GC1135/2135
N Цветные металлы	 -CO  -CF GC1105	 -CO  -CM GC1105	 -CO  -CM GC1105
S Жаропрочные сплавы	 -CO  -CM GC1105	 -CO  -CM GC1105	 -CM  -CM GC1145

Используйте таблицу для выбора ширины пластины, CW, в зависимости от диаметра заготовки, D:



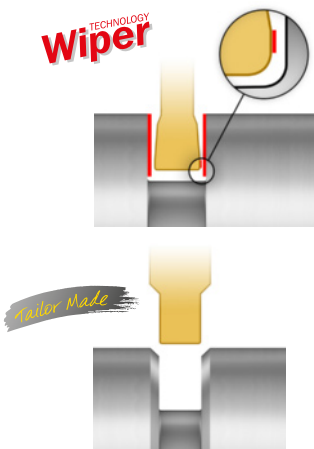
мм (дюйм)	CW мм
–10 (–0.4)	1.0
10–25 (0.4–1.0)	1.5
25–40 (1.0–1.6)	2.0
40–50 (1.6–2.0)	2.5
50–65 (2.0–2.6)	3.0

Экономьте материал за счет выбора пластины меньшей ширины!

Обработка наружных канавок

Обработка за один проход

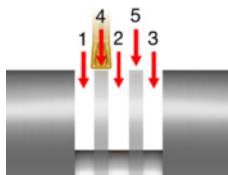
- Применяйте пластины Wiper для повышения качества поверхности, например, -TF
- Пластины CoroCut 2 –GF различного размера с широким выбором радиусов при вершине
- Возможность изготовления пластин Tailor Made с определенным профилем и размером фасок для массового производства



Черновая обработка широких канавок

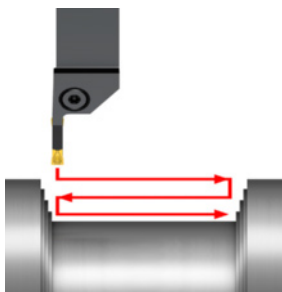
Многопроходное врезание

- Для широких глубоких канавок (глубина больше ширины)
- Ширина остаточных колец (4 и 5) должны быть меньше, чем ширина пластины (CW -2 x радиус при вершине)
- При удалении колец увеличивайте подачу на 30-50%
- Первый выбор, геометрия –GM



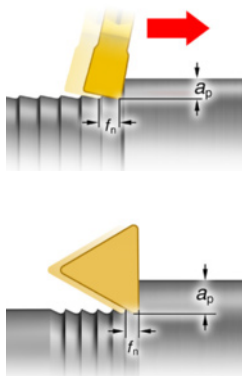
Плунжерное точение

- Для широких, но менее глубоких канавок (ширина больше глубины)
- Не обрабатывайте вплотную к уступу
- Первый выбор, геометрии -TF и -TM

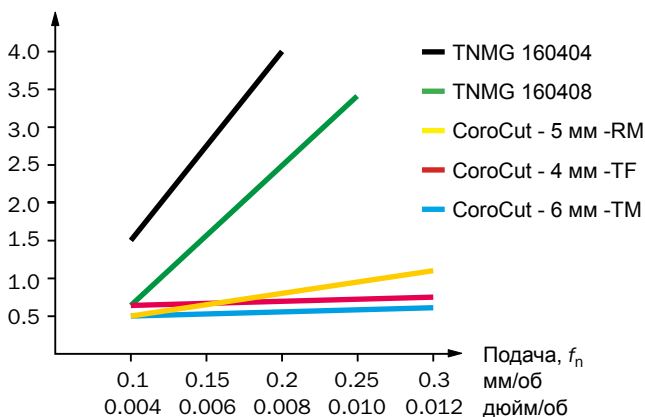


Точение отрезными и канавочными пластинами

- При продольном точении величина a_p должна быть больше, чем радиус при вершине пластины
- Зачистной эффект – отношение f_n/a_p должно быть достаточно большим, чтобы снизить изгиб пластины и инструмента
- Слишком низкое значение f_n/a_p приведет к затиранию инструмента, вибрациям и снижению качества поверхности
- Max a_p 75% от ширины пластины



Шероховатость
 R_a мкм

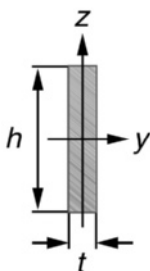


На графике показано сравнение шероховатости поверхности, получаемой при обработке пластинами CoroCut и TNMG с радиусами при вершине 04 и 08.

Точение канавок

При продольном точении отрезным инструментом происходит его изгиб. Но при чрезмерном изгибе возрастает риск возникновения вибраций и поломки инструмента:

- Увеличение толщины лезвия снижает изгиб
- Уменьшение вылета снижает изгиб
- Не используйте инструмент с малой толщиной и/или с большим вылетом для продольного точения канавок



Чем меньше вылет, тем меньше боковой изгиб:

$$\delta = \frac{4 \times F \times OH^3}{t^3 \times h}$$

Чистовая обработка канавок



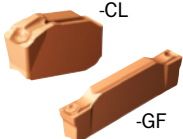
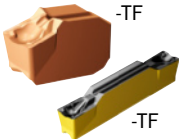
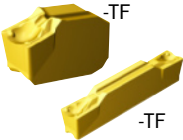
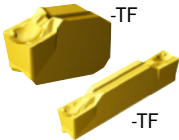
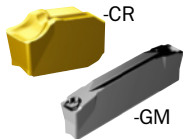
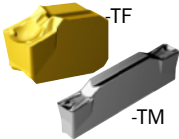
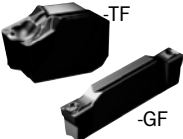
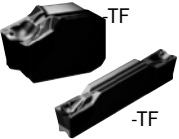
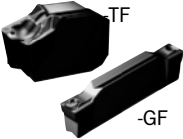
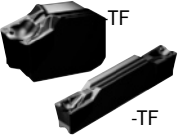


Чтобы избежать отжата инструмента, глубина резания должна быть больше радиуса при вершине пластины.

- Вариант 1: Используйте геометрию для точения, например, -TF
- Вариант 2: Используйте геометрию для профильной обработки, например, -RM для канавок с большим радиусом в углах
- Рекомендуемая осевая и радиальная глубина резания 0,5 – 1,0 мм (0,02 – 0,04")



Геометрии и сплавы

Первый выбор для обработки канавок

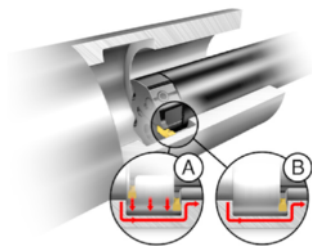
	 Обработка канавок	 Точение широких канавок
ISO		
P	 GC1125	 GC1125/4225
Сталь		
M	 GC1135/2135	 GC1135/2135
Нержавеющая сталь		
K	 GC1135/3115	 GC1135/3115
Чугун		
N	 GC1105	 GC1105
Цветные металлы		
S	 GC1105	 GC1105
Жаропрочные сплавы		
H	 CB7015	 CB7015
Стали высокой твердости		

При обработке наружных канавок первым выбором являются инструменты с высокоточной подачей СОЖ.

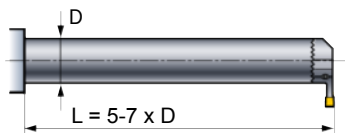
Обработка внутренних канавок

Эвакуация стружки

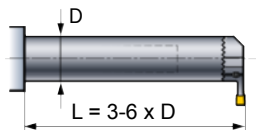
- Начните обработку от противоположного края отверстия, двигаясь к выходу, чтобы удалить стружку
- Подача СОЖ под высоким давлением улучшает дробление и эвакуацию стружки
- Чем меньше диаметр оправки, тем лучше эвакуация стружки, но ниже стабильность
- Применяйте плунжерное точение (В) для улучшения контроля над стружкой и повышения жесткости
- Используйте геометрии с низкими силами резания, такие как -GF или -TF
- Для снижения сил резания выбирайте более узкие пластины с небольшим радиусом при вершине



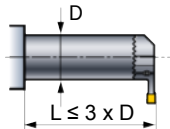
При вылете 5-7 x D используйте твердосплавные усиленные антивибрационные оправки.



При вылете 3-6 x D используйте антивибрационные или твердосплавные оправки.

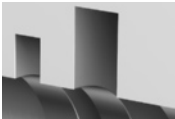

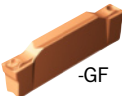
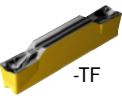
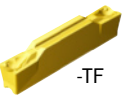
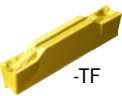

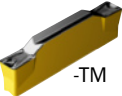




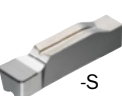



При вылете менее 3 x D используйте стальные оправки.



Геометрии и сплавы

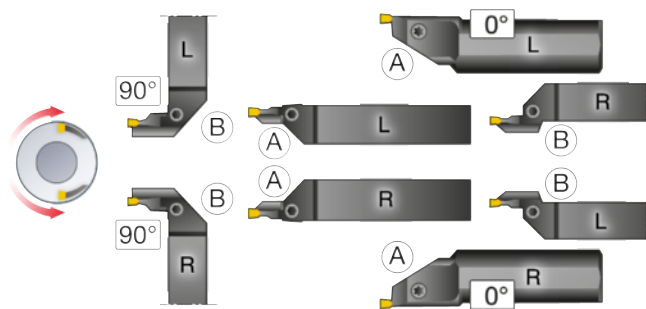
Первый выбор для обработки внутренних канавок

ISO	 Обработка канавок	 Точение широких канавок
P Сталь	 -GF GC1125	 -TF GC4225
M Нержавеющая сталь	 -TF GC2135	 -TF GC2135
K Чугун	 -GM GC4225	 -TM GC4225
N Цветные металлы	 -GF GC1105	 -TF GC1105
S Жаропрочные сплавы	 -GF GC1105	 -TF GC1105
H Стали высокой твердости	 -S CB7015	 -S CB7015

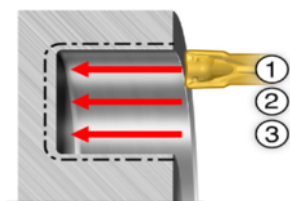
Обработка торцевых канавок

Выбор инструмента

Различные державки для обработки определенного типа канавок



Ведите обработку от большего диаметра к меньшему

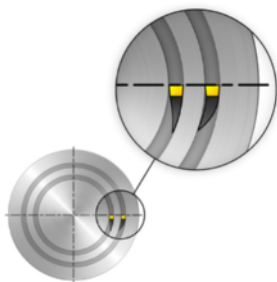


Канавку можно в любой момент расширить за счет проходов с перекрытием (или продольного точения) при условии, что диаметр первого врезания находится в допустимых пределах.

Применяйте инструмент с максимально возможным диаметром первого врезания.



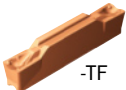


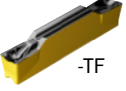

Инструменты с большим диаметром врезания менее изогнуты и более стабильны.

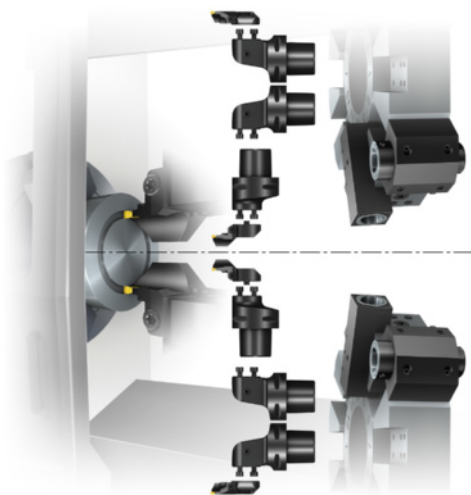
- Большой диаметр улучшает контроль над стружкообразованием и повышает жесткость системы. При обработке широких канавок используйте метод продольного точения для улучшения контроля над стружкой
- Рекомендуется применять инструмент с минимально возможной глубиной резания



Геометрии и сплавы

Первый выбор для обработки торцевых канавок

	 Обработка торцевых канавок		 Обработка торцевых канавок
ISO		ISO	
P		N	
Сталь	 -TF GC1125	Цветные металлы	 -TF H13A
M		S	
Нержавеющая сталь	 -TF GC2135	Жаропрочные сплавы	 -TF GC1105
K		H	
Чугун	 -TF GC4225	Стали высокой твердости	 -S CB7015



Соберите свой модульный инструмент на сайте
www.tool-builder.com

Резьбонарезание

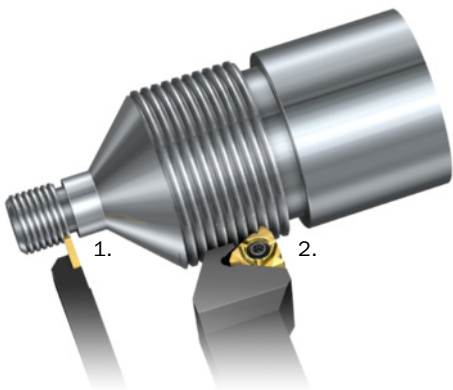
Системы для наружной обработки

1. CoroCut® XS

Шаг резьбы: 0,2–2 мм

2. CoroThread® 266

Шаг резьбы: 0,5–8 мм, 32–3 ниток/дюйм



Системы для внутренней обработки

1. CoroTurn® XS

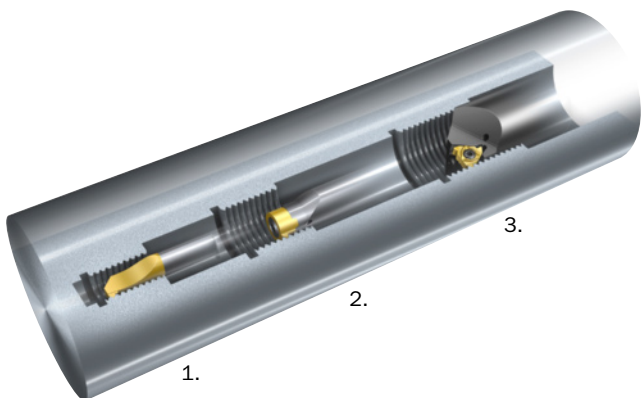
Шаг резьбы: 0,5–3 мм, 32-16 ниток/дюйм
DMIN Ø4 мм (0,157")

2. CoroCut® MB

Шаг резьбы: 0,5–3 мм, 32-8 ниток/дюйм
DMIN Ø10 мм (0,393")



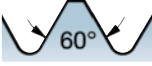




3. CoroThread® 266

Шаг резьбы: 0,5–8 мм, 32-3 ниток/дюйм
DMIN Ø12 мм (0,472")



Профили резьб

Стандартный ассортимент Sandvik Coromant

Назначение	Форма резьбы	Тип резьбы
Соединение деталей Общего назначения		Метрическая ISO, дюймовая UN
Трубные резьбы	 	Whitworth, British Standard (BSPT), American National, Трубные резьбы, NPT, NPTF
Для пищевой промышлен- ности, взрыво- и искробезопасные соединения		Круглая DIN 405
Для аэрокосмической промышленности		MJ, UNJ
Для нефтегазовой промышленности		API Круглая, API Упорная, VAM
Ходовая Общего назначения		Трапецеидальная, ACME, Stub ACME

CoroThread® 266

- Система первого выбора для точения резьбы
- Направляющие на базовых поверхностях режущей пластины и гнезда державки исключают любые смещения пластины, вызываемые изменениями силы резания
- CoroThread® 266 обеспечивает высокую точность профиля резьбы благодаря жесткому закреплению пластины



Методы нарезания резьбы

Резьба может быть получена несколькими способами. Шпиндель может вращаться по часовой стрелке или против неё, направление подачи может быть от патрона или к нему. Инструмент также может быть установлен либо традиционно пластиной вверх, либо в перевернутом положении (что благоприятно повлияет на эвакуацию стружки).

- Наиболее распространенные наладки выделены зеленым (ниже).

Точение резьбы в направлении «от шпинделя»

Применение инструмента правого исполнения для нарезания левых резьб (и наоборот) позволит значительно сократить номенклатуру требуемого инструмента.

- Для наладок, выделенных красным, необходимо использовать опорные пластины с отрицательным углом наклона

Наружная резьба

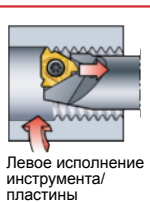
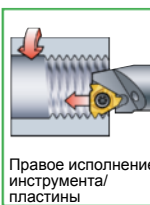
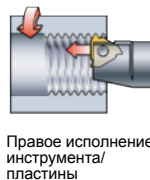
Правая резьба

Левая резьба

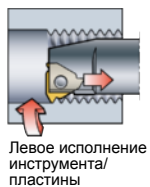
Внутренняя резьба

Правая резьба

Левая резьба



Необходима опорная пластина с отрицательным углом наклона



Методы врезания

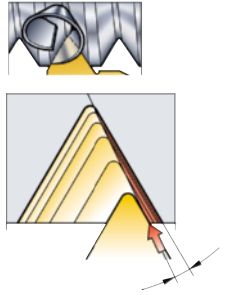
Одностороннее боковое врезание

Метод одностороннего бокового врезания является первым выбором. Он обеспечивает более высокую стойкость инструмента и лучший контроль над стружкообразованием.

Большинство станков с ЧПУ имеют специализированные циклы нарезания резьбы для этого метода врезания.

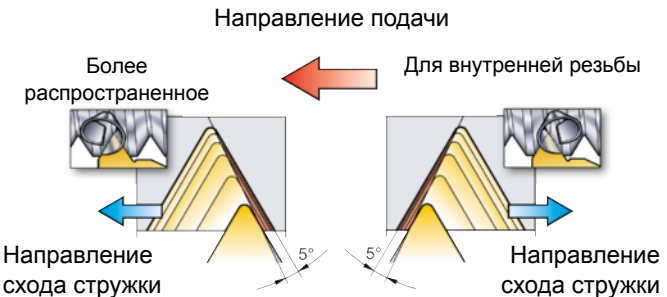
Пример:

- G92, G76, G71, G33 и G32
- Цикл резьбонарезания G76, X48.0, Z-30.0, **B57** (Угол врезания), D05 и т.д.



- Снятие припуска происходит только одной стороной пластины, что улучшает контроль над стружкообразованием
- Меньшее количество проходов по сравнению с радиальным врезанием благодаря меньшему нагреву пластин
- Применяйте угол врезания в пределах 1-5°

Обратное одностороннее боковое врезание



- Врезание может осуществляться как одной, так и второй кромкой, что позволяет регулировать направление схода стружки
- Улучшенный контроль над формированием стружки
- Помогает обеспечить бесперебойную обработку без внеплановых остановов

К другим распространенным методам врезания относятся радиальное и двухстороннее боковое врезание.

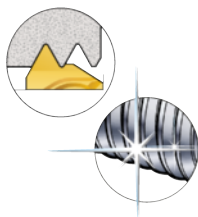
Типы резьбовых пластин

Пластины с полным профилем

Первый выбор

Преимущества:

- Пластина формирует полный профиль резьбы
- Обеспечивается точная высота резьбы и радиусы при вершине и впадине профиля
- Не требуется операция удаления заусенцев
- Припуск на диаметр под резьбу должен составлять 0,05-0,07 мм (0,002 – 0,003")



Недостатки:

- Для каждого шага резьбы требуется отдельная пластина

Пластины с неполным (V) профилем

Универсальность

Преимущества:

- Универсальность, одна пластина для некоторого диапазона шагов
- Требуется минимальная номенклатура пластин



Недостатки:

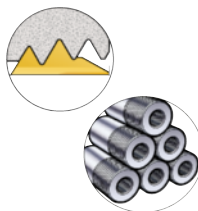
- Необходимо точно обрабатывать диаметр прутка или отверстия перед нарезанием резьбы
- Образование заусенцев
- Небольшой радиус при вершине пластин для обработки резьб с различным шагом снижает стойкость инструмента

Многозубые пластины

Высокая производительность

Преимущества:

- Подобны пластинам с полным профилем, но имеют два и более зуба (двухзубые удваивают производительность и т.д.).
- Очень высокая производительность
- Вдвое больше стойкость



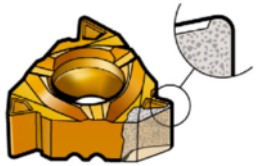
Недостатки:

- Необходимы стабильные условия в связи с высокими силами резания
- Необходимо обеспечить пространство для выхода инструмента, чтобы сформировать полный профиль последнего витка резьбы

Геометрии

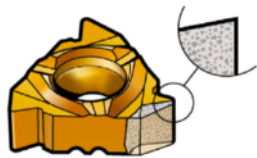
Геометрия А

- Скругленная режущая кромка для высокой прогнозируемой стойкости инструмента
- Полный профиль и V-профиль
- Хороший контроль над стружкообразованием и высокая надежность режущей кромки



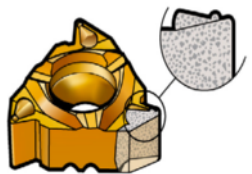
Геометрия F

- Острая режущая кромка
- Отсутствие налипания на режущую кромку при обработке вязких материалов и материалов, склонных к упрочнению в процессе резания
- Низкие силы резания и хорошее качество обработанной поверхности
- Низкое наростообразование



Геометрия С

- Со стружколомом
- Оптимизирована для обработки низкоуглеродистых и низколегированных сталей
- Наилучшее стружкодробление, необходим минимальный контроль над процессом резания
- Высокая надежность обработки, особенно при нарезании внутренних резьб
- Высокие силы резания
- Используется только при одностороннем боковом врезании под углом 1°

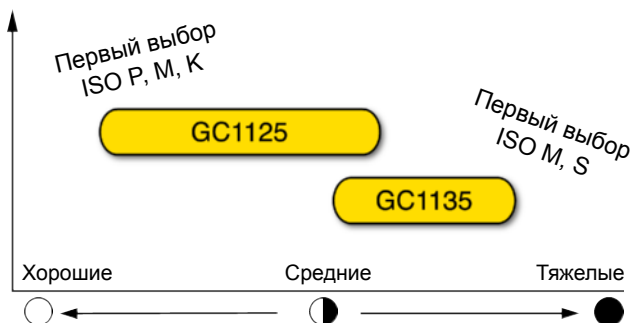


Сплавы

При выборе сплава пластин учитывают:

- Обрабатываемый материал
- Условия обработки (хорошие, средние, тяжелые)

Теплостойкость (износ)



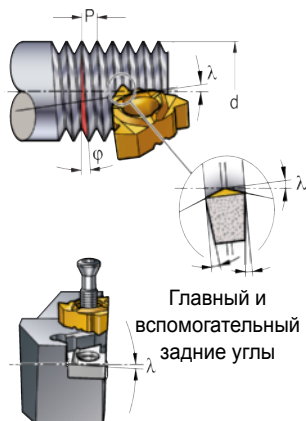
Применяйте сплав GC1125, если необходима высокая теплостойкость в связи с высокой скоростью и продолжительностью резания.

Применяйте сплав GC1135 для повышения надежности обработки.

Применяйте сплавы H13A и CB7015 для обработки материалов групп ISON и H.

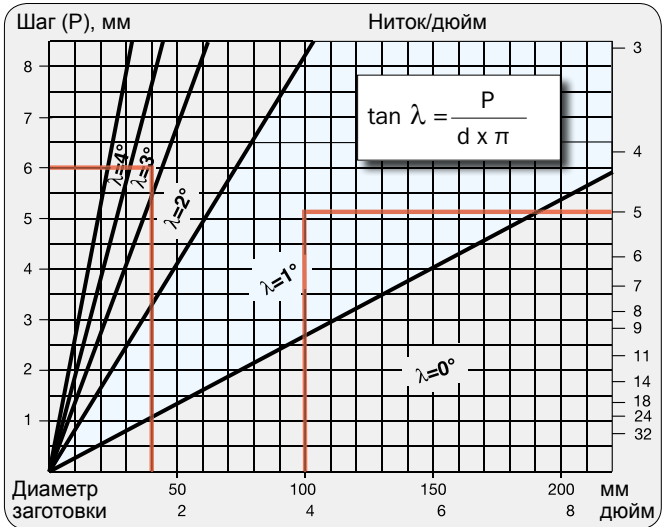
Угол наклона пластины

- Угол подъема резьбы, φ , зависит от диаметра (d) и шага (P)
- Требуемые задние углы обеспечиваются за счет опорных пластин
- Угол наклона обозначается как λ . Угол наклона стандартной опорной пластины, поставляемой в комплекте с державкой, составляет 1°



Опорная пластина

- Угол наклона опорной пластины выбирается в зависимости от обрабатываемого диаметра и шага резьбы
- Доступны опорные пластины с углом наклона от -2° до 4° (с дискретностью в 1°)
- Опорные пластины с отрицательным углом используются при нарезании правой резьбы левым инструментом, и наоборот



Пример, для получения резьбы с шагом:

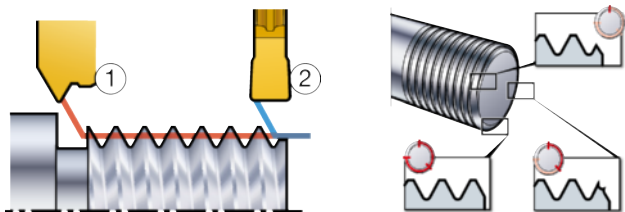
- 6 мм и $\varnothing 40$ мм необходима опорная пластина с углом 3°
- 5 ниток/дюйм и $\varnothing 4$ " необходима опорная пластина с углом 1° .

Практические рекомендации

Удаление заусенцев с резьбы

Образование заусенцев происходит в самом начале резания, когда пластина еще не может сформировать полный профиль

- Применяйте стандартный цикл нарезания резьбы (1)
- Удаление заусенца (2) выполняют стандартной токарной пластиной. Для первых 2/3 оборота применяйте цикл резьбонарезания.
- Важным фактором является корректное позиционирование пластины для удаления заусенцев

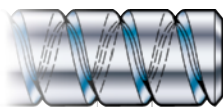


Многозаходные резьбы

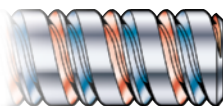
Многозаходными называются резьбы с двумя или более параллельными витками. К примеру, ход двухзаходной резьбы будет вдвое больше, чем у однозаходной.

При обработке многозаходных резьб необходимо правильно выбирать опорную пластину.

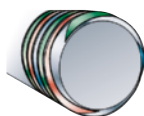
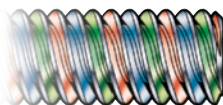
Первый виток
резьбы



Второй виток
резьбы



Третий виток
резьбы



Трехзаходная
резьба

Материалы высокой твердости

Точение материалов высокой твердости пластинами из CBN

В широком смысле, точение материалов высокой твердости (или твердое точение) подразумевает обработку сталей твердостью от 55 HRC и выше. Такой степени упрочнения могут достигать многие виды сталей (углеродистые, легированные, подшипниковые и т.д.). Твердое точение – это, как правило, процесс чистовой или получистовой обработки с высокими требованиями к размерной точности и качеству поверхности.

Режущая пластина из CBN может работать с высокими температурами и силами резания, сохраняя при этом эксплуатационные свойства режущей кромки. Благодаря этому CBN обеспечивает высокую прогнозируемую стойкость режущей пластины и позволяет изготавливать детали с превосходным качеством поверхности.

Sandvik Coromant предлагает обширную программу уникальной продукции на основе CBN для чистовых операций точения, обработки канавок и резьбонарезания на упрочненных сталях.



		Сплав	CB7015	CB7025	CB7525
Скорость резания			■■■■■	■■■■■	■■■■■
Требования к прочности			■■■■■	■■■■■	■■■■■
Без задних углов			■	■	■
Первый выбор Тип режущей кромки			S01030 S0330	S01030 S0330	T01020 T0320
	С задними углами				
			S01020 S0320	S01020 S0320	T01020 T0320

Почему твердое точение?

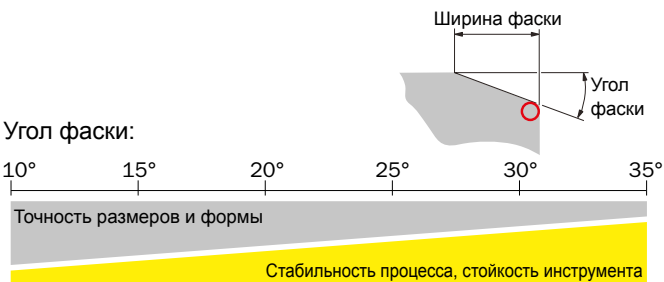
- Высокое качество
- Сокращенное время изготовления детали
- Гибкость процесса обработки
- Меньшие инвестиции в оборудование
- Низкое потребление мощности
- Не требует применения СОЖ
- Более легкий отвод стружки
- Возможность переработки стружки

Практические рекомендации

Размер фаски

Широкая фаска распределяет силы резания по большей площади, что приводит к повышению прочности режущей кромки и дает возможность увеличить подачу. Фаска большого размера позволяет также обеспечить стабильность процесса обработки и высокую стойкость инструмента.

Если же основными требованиями являются качество поверхности и размерная точность, то следует применять пластину с небольшой фаской. Она снизит силы резания и температуру, а также уменьшит вибрации.



Режущая кромка

Выбирайте максимально возможный радиус при вершине режущей пластины:

- Небольшой радиус – 02, 04 мм (0,008-0,016") – обеспечивает хорошее стружкодробление
- Большой радиус – 08, 12 мм (0,03-0,05") – обеспечивает более качественную поверхность, более прочную кромку и, следовательно, высокую стойкость.

Режущие пластины Wiper предлагают два возможных варианта усовершенствования процесса обработки:

- Снижение шероховатости обработанной поверхности при заданных режимах резания
- Обеспечение требуемой шероховатости поверхности при значительном повышении подачи

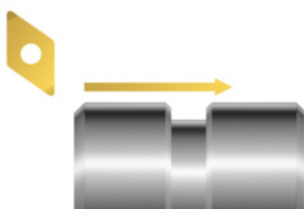


Пластины Xcel могут работать с самыми высокими подачами, от 0,3 до 0,5 мм/об (0,012-0,020 дюйм/об), обеспечивая при этом высокое качество обработанной поверхности.



Предварительно обрабатывайте заготовку в мягком состоянии

- Избегайте образования заусенцев
- Обеспечьте максимальную точность заготовки
- Обрабатывайте фаски и галтели до термообработки



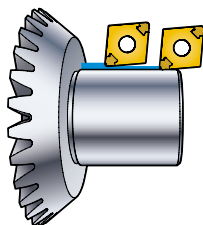
Обеспечьте жесткую наладку

- Применяйте патрон с широкими кулачками (без упрочнения)
- Применяйте оснастку Coromant Capto®
- Держатели инструмента должны быть в отличном состоянии

Двухпроходная стратегия обработки

Двухпроходная стратегия является лучшим выбором, если:

- Технологическая система недостаточно жесткая
- Поверхность заготовки неоднородна
- Предъявляются высокие требования к точности и качеству обработанной поверхности



Применение СОЖ

Обработка без применения СОЖ является одним из основных преимуществ твердого точения. Однако применение СОЖ может потребоваться, чтобы:

- Повысить эффективность эвакуации стружки
- Поддерживать стабильную температуру заготовки
- Отвести тепло при обработке крупногабаритных деталей

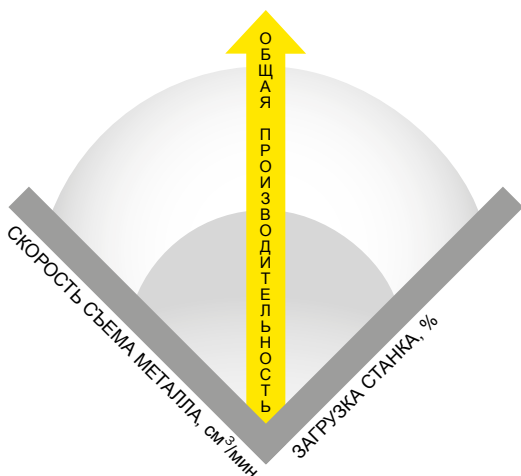
В таких случаях необходимо обеспечить непрерывный подвод СОЖ в течение всего процесса резания.

Дополнительная информация

Выиграть гонку за производительность

Производительность можно сравнить с автомобильными гонками: важно обеспечить высокую скорость и свести к минимуму количество и продолжительность остановок. Sandvik Coromant поможет разобраться с вашей ситуацией и предложит высокопроизводительное решение с учетом ваших требований.

Общая производительность обработки может быть увеличена за счет увеличения скорости съема материала или загрузки станка. А в некоторых случаях – за счет обоих факторов.



Эффективность металлорезания – быстрее!

Эффективное металлорезание – это, в первую очередь, высокая скорость резания и высокая скорость съема материала. Но увеличение скорости без снижения количества остановок не может быть эффективным.

Для достижения высокой производительности необходимо применять высокоэффективные сплавы и скоростные методы обработки, а также не допускать возникновения вибраций, замедляющих процесс резания.

Для работы с высокой скоростью резания: GC4325, GC4315 и Silent Tools™.





Загрузка станка - больше времени на обработку!

Одним из важных факторов повышения производительности является сокращение длительности запланированных остановов станка. Ручная замена инструмента отнимает много времени и может представлять большую сложность, особенно если ограничено пространство или требуется переналадка станка. В худшем случае, на замену и настройку инструмента может уходить до 10 минут.

Для пит-стопов: Быстросменные системы крепления Coromant Capto® и QS™.

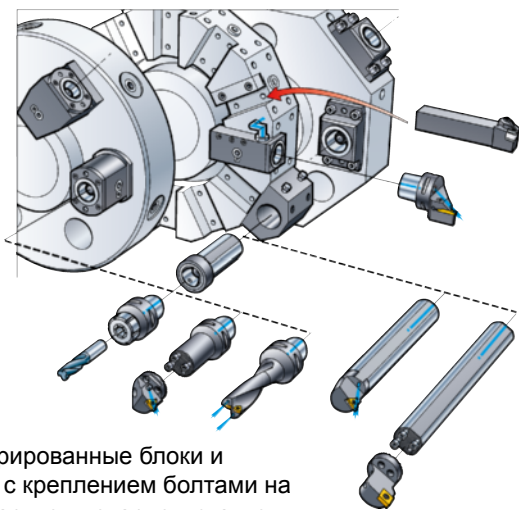


Внеплановые остановки – это главные «похитители» времени. Спущенная шина лишает вас шанса победить в гонке. Также и здесь, пакетирование стружки и поломка инструмента могут сильно снизить эффективность работы цеха.

Чтобы оставаться в строю: GC4325, GC4315, CoroTurn® HP и Silent Tools™.

Быстросменные системы

Быстросменные инструментальные блоки оптимизируют загрузку вашего станка за счет существенного снижения как времени наладки, так и времени смены инструмента.



Интегрированные блоки и блоки с креплением болтами на стандартном токарном станке.

Соединение Coromant Capto® , интегрированное в шпиндель станка, увеличивает его стабильность и универсальность. Это позволяет использовать одну инструментальную систему на всех станках, что обеспечивает гибкость производства, оптимальную жесткость наладок и снижение запасов инструмента.

Модульность системы снижает необходимость в дорогостоящем специальном инструменте с большими сроками поставок:

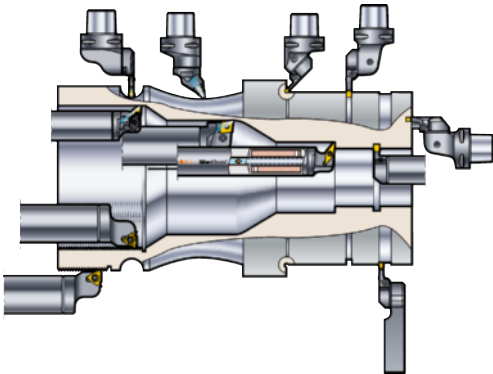
- Доступны шесть типоразмеров соединения: C3-C10, диаметром 32, 40, 50, 63, 80, и 100 мм.

Внутренний подвод СОЖ под высоким давлением через инструмент от станка к режущей кромке:

- Давление до 400 бар (5802 psi) при использовании инструментальных блоков Coromant Capto® HP.

CoroTurn® SL

CoroTurn® SL — это универсальная модульная система расточных оправок, адаптеров Coromant Capto® и сменных резцовых головок, предназначенная для создания множества различных инструментов для разных видов обработки.

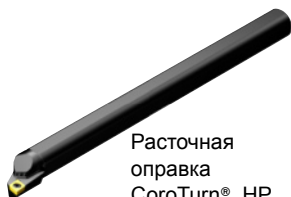


- Для точения, отрезки и обработки канавок и резьбонарезания
- Рифленая соединительная поверхность между адаптером и резцовой головкой обеспечивает высокую жесткость инструмента, уровень вибраций и степень отжатия которого сопоставимы с характеристиками цельного инструмента
- Резцовые головки с CoroTurn® HP
- Цельные стальные адаптеры, антивибрационные адаптеры Silent Tools™ и антивибрационные усиленные твердосплавные адаптеры
- Быстросменность в сочетании с системой Coromant Capto®
- Резцовые головки SL в сочетании с адаптерами позволяют создавать большое количество различных инструментальных сборок
- Соберите свой модульный инструмента на **www.tool-builder.com**.

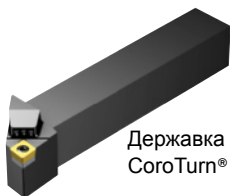
CoroTurn® HP

CoroTurn HP – это программа державок и резцовых головок с системой высокоточной подачи СОЖ.

Державки оснащены фиксированными соплами для подачи СОЖ, улучшающими стружкодробление, надежность процесса обработки и стойкость инструмента и позволяющими повысить производительность обработки.

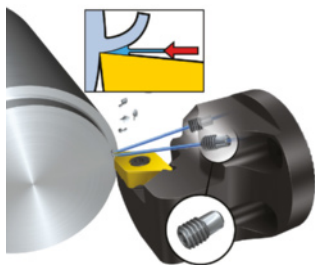


Расточная
оправка
CoroTurn® HP



Державка
CoroTurn® HP

- Расточные оправки для внутренней обработки
- Призматические державки для чистового и получистового точения
- Быстросменность в сочетании с Coromant Capto®
- Повышенная стойкость инструмента за счет специализированных режущих пластин T-Max® P и CoroTurn® 107.
- Интегрированные сопла для точной подачи СОЖ в зону резания
- Давление подачи СОЖ: 5-275 бар (75-3990 psi)
- Количество сопел: 1-3

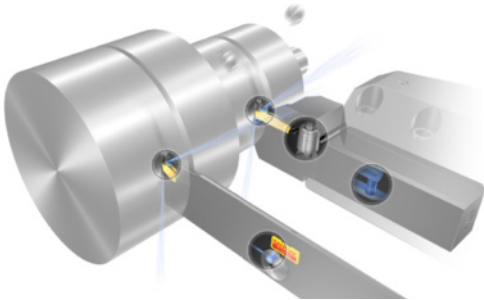


Высокоточные сопла
направляют СОЖ
непосредственно в зону
резания.

Отрезка и обработка канавок – быстрое подключение системы СОЖ

Отрезные лезвия и призматические державки CoroCut® QD и CoroCut® 1-2 могут оснащаться адаптерами для легкого подключения системы СОЖ, работающими по принципу "подключай и работай".

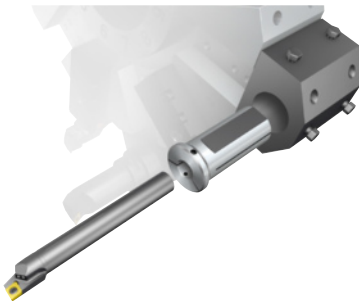
- Высокоточная подача СОЖ снизу и сверху пластины для улучшения контроля над стружкообразованием, качества поверхности и стойкости инструмента
- Не требуются соединительные шланги или трубки
- Ассортимент адаптеров для большинства типов станков



EasyFix™

Втулки EasyFix сокращают время наладки цилиндрических расточных оправок. Подпружиненный шариковый фиксатор гарантирует точное расположение режущей кромки по высоте центров станка.

- Возможность использования имеющейся системы подачи СОЖ
- Металлическое уплотнение обеспечивает высокую производительность при высоком давлении СОЖ
- Втулки EasyFix подходят для всех цилиндрических расточных оправок



Silent Tools™

Адаптеры Silent Tools максимально сокращают вибрации за счет демпфирующего элемента, расположенного внутри корпуса, поддерживая высокую производительность и точность обработки даже при больших вылета инструмента.



Адаптеры применяются с разнообразными резцовыми головками CoroTurn® SL.

Максимально рекомендуемый вылет:

Тип оправки	Точение	Обработка канавок	Резьбонарезание
Стальная	4 x DMM	3 x DMM	3 x DMM
Твердосплавная	6 x DMM	6 x DMM	6 x DMM
Стальная антивибрационная	10 x DMM	5 x DMM*	5 x DMM*
Твердосплавная усиленная антивибрационная	14 x DMM	7 x DMM	7 x DMM

*оправки 570-4C

При вылетах до 10 x DMM для обеспечения надлежащего процесса обычно применяются стальные антивибрационные расточные оправки.

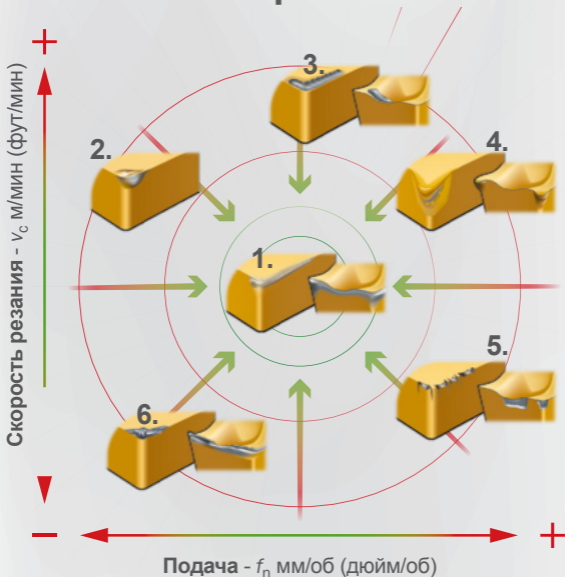
При вылетах более 10 x DMM требуются твердосплавные усиленные антивибрационные расточные оправки для уменьшения радиального отклонения и вибраций.

Операции растачивания очень склонны к возникновению вибраций. Минимизируйте вылет инструмента и выбирайте максимально возможный диаметр инструмента, чтобы обеспечить наилучшую стабильность и точность обработки.

Первым выбором среди стальных расточных оправок с демпфером являются оправки типа 570-3C.

Для обработки канавок и резьбонарезания, где радиальные усилия выше, чем при точении, рекомендуемый тип оправки — 570-4C.

Оптимизация износа



1. Износ по задней поверхности (абразивный) — Предпочтительный вид износа для прогнозируемой стойкости

2. Пластическая деформация (вдавливание)

3. Лункообразование

4. Пластическая деформация (проседание)

5. Выкрашивание

6. Наростообразование

Виды износа

1. Интенсивный износ по задней поверхности



Причина

- Высокая скорость резания
- Низкая износостойкость
- Чрезмерно прочный сплав
- Недостаточный объем СОЖ

Решение

- Снизить скорость резания
- Выбрать более износостойкий сплав
- Увеличить расход СОЖ



2. Пластическая деформация (вдавливание)



Причина

- Высокая температура резания
- Недостаточный объем СОЖ

Решение

- Снизить скорость резания (или подачу)
- Выбрать более износостойкий сплав
- Увеличить расход СОЖ

3. Лункообразование



Причина

- Высокая скорость резания и/или подача
- Чрезмерно прочный сплав

Решение

- Снизить скорость резания или подачу
- Выбрать геометрию пластины с задними углами
- Выбрать более износостойкий сплав



4. Пластическая деформация (проседание)



Причина

- Высокая температура резания
- Недостаточный объем СОЖ

Решение

- Снизить подачу (или скорость резания)
- Выбрать более износостойкий сплав
- Увеличить расход СОЖ



5. Выкрашивание



Причина

- Нестабильные условия
- Высокая твердость сплава
- Слабая геометрия

Решение

- Выбрать более прочный сплав
- Выбрать геометрию для более высокого диапазона подач
- Уменьшить вылет
- Проверить положение по высоте оси центров



6. Наростообразование



Причина

- Низкая температура резания
- Большая адгезия обрабатываемого материала

Решение

- Увеличить скорость резания или подачу
- Выбрать более острую геометрию

