Содержание

Точение

A. Обычное точение

Однолезвийная обработка ... A5
Точение ... A5
Стружкообразование ... A6
Стружколомание ... A8
Режимы резания ... A9
Геометрия инструмента ... A10
Форма пластины и радиус при вершине ... A11
Технология Wiper ... A12
Державки ... A14
Система крепления CoroTurn RC ... A15
Система крепления T-Max P ... A16
CoroTurn 107 и 111 системы крепления винтом ... A17
Системы крепления для пластин из керамики и кубического нитрида бора (CBN) ... A18

Внутренняя обработка ... A19
Растачивание ... A19
Силы резания при растачивании ... A19
Крепление расточного инструмента ... A21
Обработка глубоких отверстий ... A23
Использование демпфирующих оправок для подавления вибраций ... A24
Рекомендуемые комбинации использования расточных оправок, втулок и адапторов ... A25
Втулки EasyFix для оправок с цилиндрическим хвостовиком ... A25
Подсоединение оправок к системе подачи СОЖ ... A25

Выбор токарного инструмента ... A26
Параметры выбора ... A26
Практические советы и рекомендации по внутреннему точению ... A27
Выбор инструмента для точения ... A28
Перед началом выбора ознакомьтесь со всеми возможными вариантами ... A29
Выбор державки ... A30
Инструмент для наружной обработки ... A30
Выбор инструмента для внутренней обработки ... A31
Инструмент для наружной обработки ... A32
Инструмент для внутренней обработки ... A33
Инструменты для растачивания ... A34
Форма пластины ... A36
Выбор формы пластины в зависимости от типа операции ... A37
Формы и размеры пластин ... A38
Размер пластины ... A40
Выбор размера пластины ... A41
Радиус при вершине пластины ... A42
Пластины Wiper ... A43
Пластины Wiper без задних углов T-Max P ... A43
Пластины Wiper с задними углами CoroTurn 107 ... A43
Влияние на размеры деталей ... A44
Острокромочные зачистные пластины Wiper CoroTurn 107 ... A45
Сравнение пластин Wiper и стандартных пластин ... A46
Основные рекомендации при работе пластинами Wiper ... A46
Точение с большими подачами ... A47
Геометрия пластины ... A48
Описание геометрий для точения ... A49
Пластины без задних углов T-MAX P ... A50
Пластины с задними углами CoroTurn 107 ... A58
Параметры выбора неперетачиваемых пластин ... A65
Марки сплавов ... A66
Точение ... A67
Твердые сплавы с покрытием ... A73
Керметы ... A75
Твердые сплавы без покрытия ... A75
Керамика ... A76
Кубический нитрид бора ... A77
Алмаз ... A77
Режимы резания ... A78
Рекомендации по выбору скоростей резания ... A80
Рекомендации по режимам резания при обработке чугуна, закаленной стали и жаропрочных сплавов современными режущими материалами ... A84
Обработка без СОЖ ... A87
Если возникают проблемы ... A88

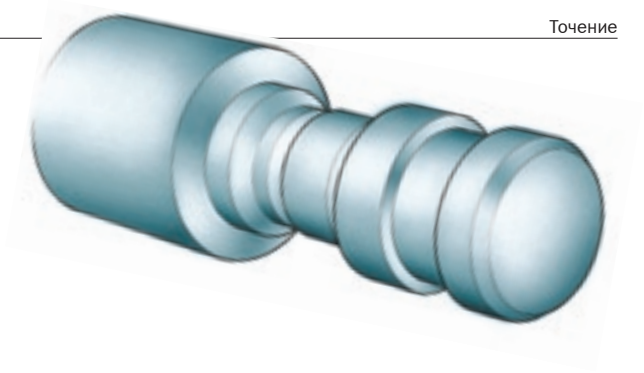
B. Отрезка и обработка канавок

Отрезка и обработка канавок B2
Условия обработки B3
Отрезка – выбор инструмента B4
Влияние типа операции B5
Обработка канавок B7
Обработка канавок под стопорные кольца B9
Обработка выборок B9
Обработка торцевых канавок B9
Обработка широких торцевых канавок B10
Точение и профильная обработка B11
Выбор инструмента для отрезки и прорезки канавок B13
Варианты инструментальной оснастки для отрезки и обработки канавок B13
Выбор инструмента для отрезки и обработки канавок B14
Инструментальные системы B14
Выбор типа державки B15
Семейство инструмента CoroCut B17
Выбирая правильную державку для обработки торцевых канавок B17
CoroCut SL – наружная и внутренняя обработка B18
Рекомендации по выбору режущих лезвий CoroCut SL B19
Ограничения по глубине резания для режущих лезвий CoroCut B20
Геометрии пластин для отрезки и обработки канавок и марки сплавов B21
Эффект Wiper при использовании пластин CoroCut B22
Марки режущих материалов для отрезки и прорезки канавок B23
Рекомендации по подаче B24
Скорости резания при отрезке и обработке канавок B32
Практические советы по отрезке и обработке канавок B36
Показатели износа инструмента B38
Tailor Made B39

C. Нарезание резьбы

Нарезание резьбы C1
Геометрические параметры резьбы C2
Выбор способа врезания C3
Радиальное врезание C3
Одностороннее боковое врезание C3
Боковое двустороннее врезание C3
Стойкость инструмента и эффективность резьбонарезания C4
Число проходов и глубина врезания за проход
Рекомендации по способам врезания C5
Типы резьбовых пластин C12
Нарезание правой и левой резьбы C13
Угол наклона пластины C14
Выбор опорной пластины C15
Когда применять систему U-Lock C16
Инструмент для нарезания резьбы C17
Рекомендации по скоростям резания для операций резьбонарезания C18
Марки сплавов для нарезания резьбы инструментом T-Max U-Lock C19
Выбор марки сплава и геометрии пластин C20
Tailor Made C21
Инструмент для нарезания резьбы и обработки канавок под стопорные кольца C22
Нарезание резьбы вблизи заднего центра C23
Практические советы по резьбонарезанию C23
Если возникают проблемы C24
Рекомендации по глубинам врезания C26

Точение



Общее точение

Однолезвийная обработка

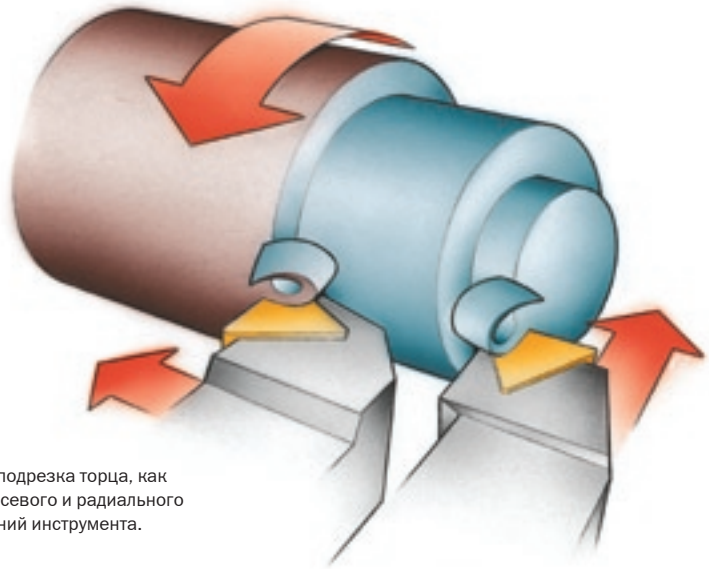
Сущность токарной обработки состоит в формировании цилиндрической поверхности инструментом с одной режущей кромкой, при этом, как правило, происходит вращение заготовки и перемещение резца. Во многих отношениях этот традиционный метод металлообработки является относительно простым для понимания. С другой стороны этот широко распространенный процесс хорошо поддается оптимизации, путем тщательного изучения различных факторов, оказывающих на него влияние.

Несмотря на кажущуюся примитивность однолезвийного резания, процесс точения достаточно разнообразен по форме и материалам обрабатываемых деталей, типам операций, условиям обработки, требованиям, себестоимости и многим другим факторам. Современный токарный инструмент проектируется с учетом результатов большого числа исследований и экспериментов.

Инструмент, применяемый сегодня в металлообработке, от микро геометрии материала режущего клина до формы и способа закрепления сменной пластинки в корпусе державки, также как и конструкция державки прямоугольного сечения, либо с хвостовиком Capto, является продуктом многолетнего усовершенствования. **Большинство принципов, лежащих в основе однолезвийной обработки, сохранятся и для других металлообрабатывающих методов, таких как растачивание или даже многолезвийная обработка вращающимся инструментом – фрезерование.** Существует несколько основных типов токарных операций, в число которых входят резьбонарезание, обработка канавок, отрезка и растачивание, эффективное выполнение которых требует применения специально разработанного инструмента.

Точение…

… это комбинация двух движений - вращения заготовки и перемещения инструмента. В некоторых случаях заготовка остается неподвижной, а инструмент вращается вокруг нее, но принцип остается тот же. Подача инструмента может быть направлена вдоль оси заготовки, что означает обработку диаметра заготовки. В случае, когда инструмент перемещается в поперечном



Точение и подрезка торца, как примеры осевого и радиального перемещений инструмента.

Типы токарного инструмента с призматическим хвостовиком и с хвостовиком Coromant Capto.

направлении к центру детали, происходит подрезка торца на определенную длину детали. Иногда подача является комбинацией этих двух перемещений, либо при резьбонарезании, либо при обработке криволинейных поверхностей, что сегодня легко осуществляется на станках с ЧПУ, имеющих огромные возможности программирования траектории перемещения инструмента.

В этом разделе речь пойдет в основном о наружной токарной обработке, и останутся без внимания более специфические операции, в частности, резьбонарезание, обработка канавок, отрезка и растачивание, которым далее будут посвящены отдельные параграфы.

Точение можно отнести к числу самых простых операций по выбору типа инструмента, расчету режимов резания и программированию обработки.

Стружкообразование

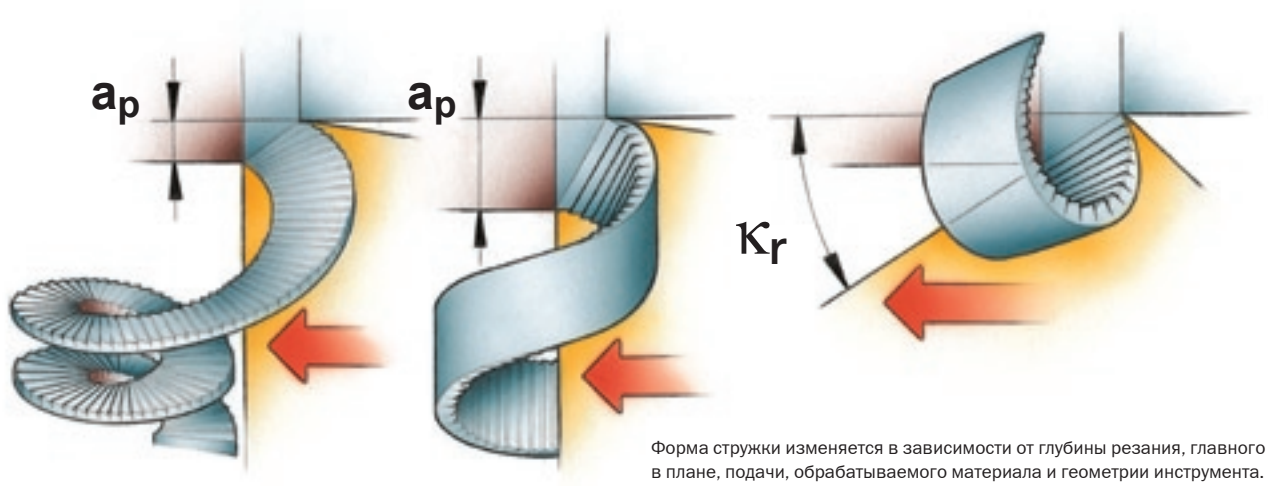
Оптимизация процесса точения происходит не только в направлении повышения скорости снятия металла, но и с целью повышения контролируемости процесса, что, в конечном итоге, сказывается на качестве обрабатываемых деталей и надежности всей работы. Отделение стружки от заготовки происходит в соответствии с выбранными параметрами резания, которые и определяют ее форму и размер.

При обработке металла резанием необходимо не только получить деталь определенной формы, размера и требуемого качества обработанной поверхности, но и обеспечить образование короткой, легко транспортируемой стружки. Это особенно важно при высоких режимах обработки на современных станках с ЧПУ, когда в единицу времени образуется большой объем стружки и необходимо обеспечить безостановочную работу оборудования, безопасность оператора и не допустить повреждения обрабатываемой детали. Форма стружки может быть различной, в зависимости от обрабатываемого материала, и изменяется от длинной витой стружки, образующейся при резании вязких материалов до сыпучей стружки, образующейся от хрупких материалов.

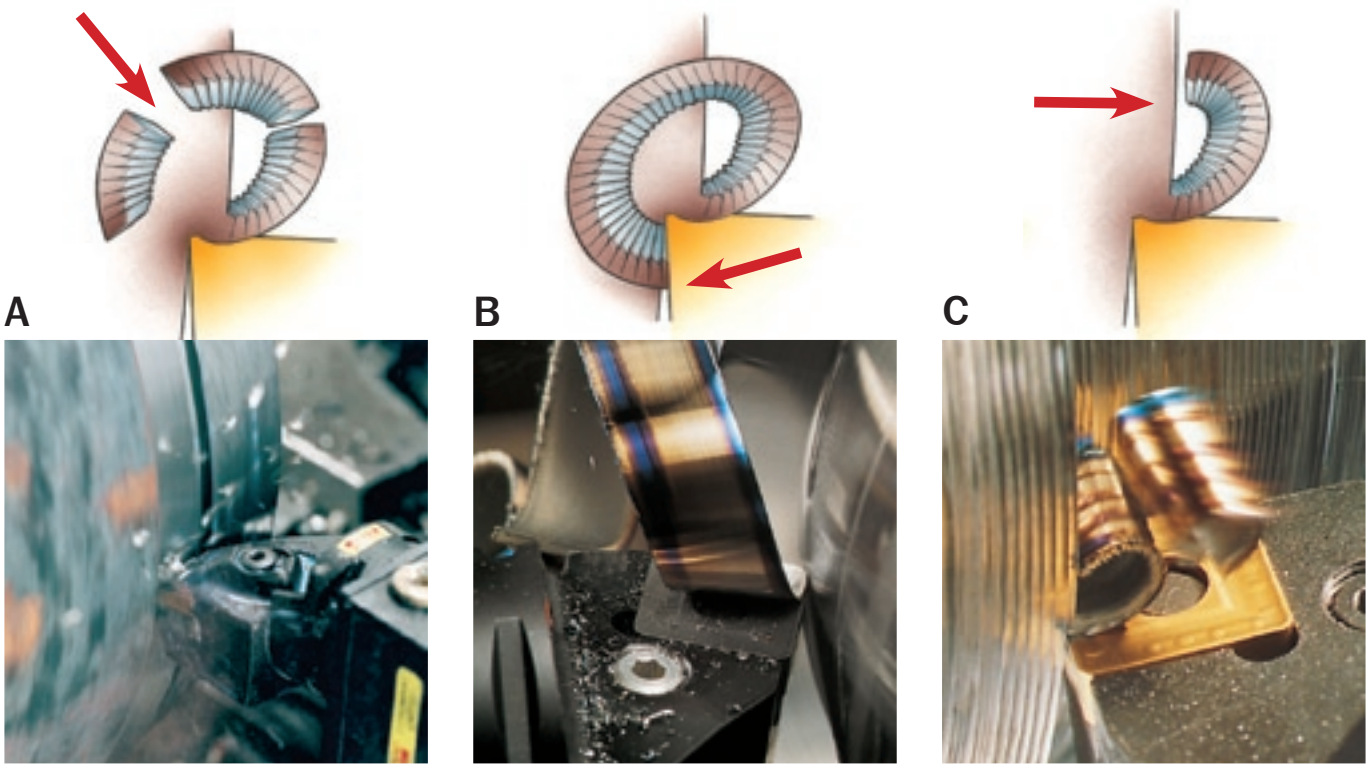
Отделение стружки перпендикулярно обрабатываемой поверхности происходит в том случае, когда направление подачи и ось вращения заготовки образует прямой угол с главной режущей кромкой. Этот несложный вид обработки, встречается только на некоторых операциях, таких как отрезка и врезание. Большинство операций точения происходит в условиях, когда главная режущая кромка расположена под определенным углом к направлению резания. Это изменение геометрических параметров влечет за собой изменение направления схода стружки. Чаще всего стружка имеет форму запятых или винтовых спиралей, в отличие от стружки, образующейся при отрезке и имеющей форму цилиндрической спирали.

На образование стружки большое влияние оказывают главный угол в плане и радиус при вершине инструмента. При уменьшении главного угла в плане толщина стружки уменьшается, а ее ширина растет. Направление схода стружки также изменяется, обычно в лучшую сторону, так как увеличивается шаг спирали. Форма и направление схода стружки также изменяются в зависимости от глубины резания и радиуса режущей кромки. При небольшом соотношении глубины резания и радиуса при вершине, в резании будет участвовать только радиусная часть пластины и будет образовываться спиралевидная стружка. Большая глубина резания уменьшит влияние радиуса при вершине и увеличит действие главного угла в плане на направления схода спиральной стружки. Величина подачи также влияет на ширину поперечного сечения стружки и на направление схода.

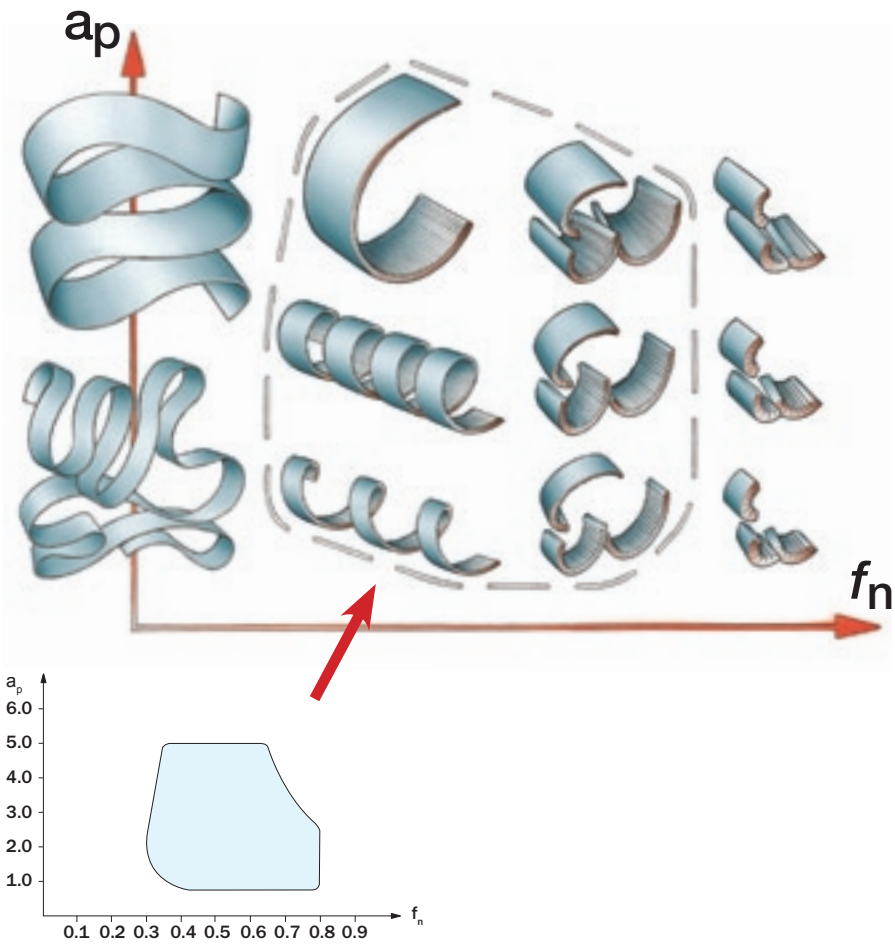
Контроль за стружкообразованием является важным фактором современной токарной обработки. Форма стружки типичная для чистовой и черновой обработки.



Форма стружки изменяется в зависимости от глубины резания, главного угла в плане, подачи, обрабатываемого материала и геометрии инструмента.



Стружка ломается в процессе резания сама (A), от соприкосновения с инструментом (B) или от соприкосновения с деталью (C).

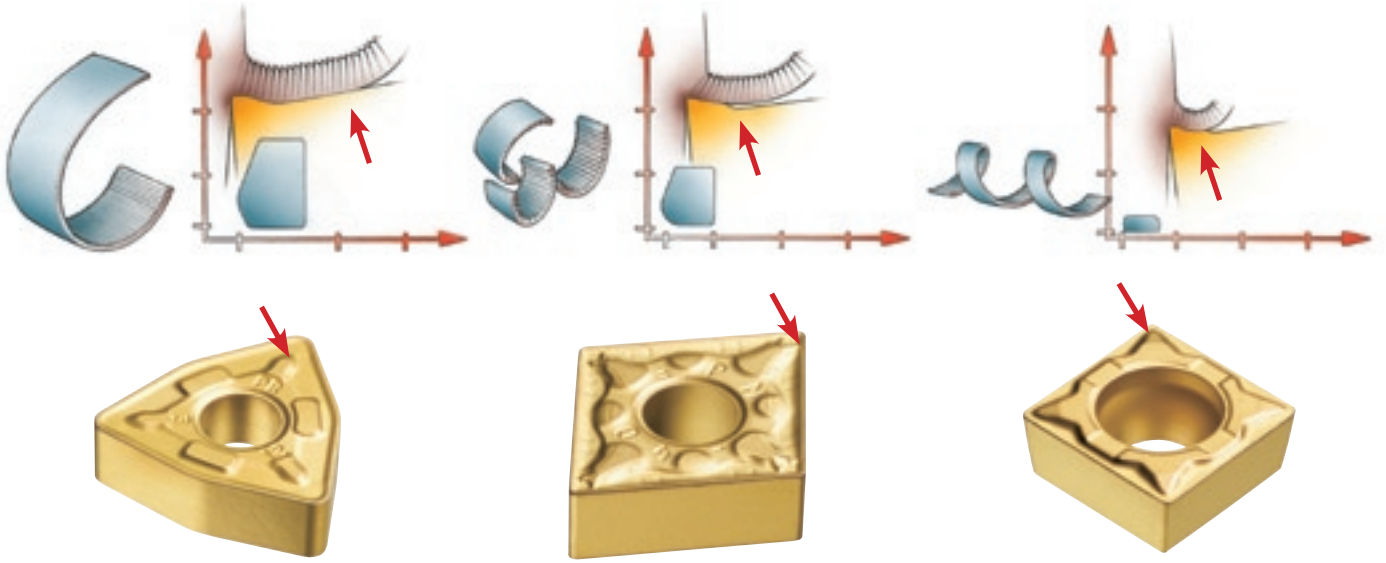


Рабочая область применения пластины, определяемая сочетанием подачи и глубины резания, обеспечивающим удовлетворительное стружколомание.

Квадратная в поперечном сечении стружка обычно свидетельствует о чрезмерной нагрузке на режущую кромку, а широкая стружка будет формироваться в нежелательные длинные ленты. Когда завиток стружки становится меньше и утолщается, увеличивается длина контакта между стружкой и инструментом, с ростом давления и деформации. Чрезмерная толщина стружки оказывает негативное влияние на процесс обработки. В случае, когда подача назначается выше допустимого значения, для которого разработана геометрия передней поверхности, стружка будет проходить над стружколомающей канавкой и упираться в выступы. В результате этого резание будет осуществляться негативной геометрией, вместо позитивной, с нестабильным стружкообразованием.

Чистовые пластины, работающие областью, непосредственно прилегающей к режущей кромке, будут иметь стружколомающую канавку и выступы, сконцентрированные у вершины пластины, а у черновых пластин элементы стружколомающей геометрии будут распределяться по большей части передней поверхности.

Некоторые пластины способны обеспечивать удовлетворительное стружкообразование в достаточно широком режимном диапазоне благодаря определенному сочетанию стружколомов, являющихся переходом от радиусной части пластины к широкой.



Стружколомы, как часть геометрии пластины, проектируются для работы с определенными параметрами режимов резания.

Стружколомание

На предыдущей странице показаны основные способы стружколомания:

A. Стружка ломается в процессе резания сама, например, при обработке чугуна
B. Стружка ломается от соприкосновения с инструментом
C. Стружка ломается при контакте с обрабатываемой деталью

Способ стружколамания частично зависит от геометрии пластины и инструмента и от режимов резания. Любой из видов стружколомания может приводить к нежелательным последствиям, но их можно избежать, выбрав соответствующие геометрию и режимные параметры. В случае самоломания стружки, при недостаточной стойкости инструмента рекомендуется использовать геометрию с более открытым стружколомом. Когда стружка ломается от соприкосновения с задней поверхностью инструмента, это может привести к повреждению сходящей стружкой режущей кромки на другой стороне пластины и необходимо выбрать пластину с другой геометрией передней поверхности (более прочной или с более открытым стружколомом). Альтернативным решением может быть изменение подачи.

В случае облома стружки о деталь, при обработке с большой подачей может возникнуть недостаточное разлетание стружки и необходимо выбрать меньший главный угол в плане.

Материалы, дающие короткую стружку, нуждаются в небольшом стружколоме или могут обойтись без него, а для обработки вязких материалов просто необходима пластина со стружколомающей геометрией, для деформации стружки в процессе резания. В начальный момент резания, как правило, не происходит ломания стружки. Стружколом является по своей сути встроенным препятствием на пути схода стружки. В таком грубом виде он может оказывать негативное воздействие на процесс обработки.

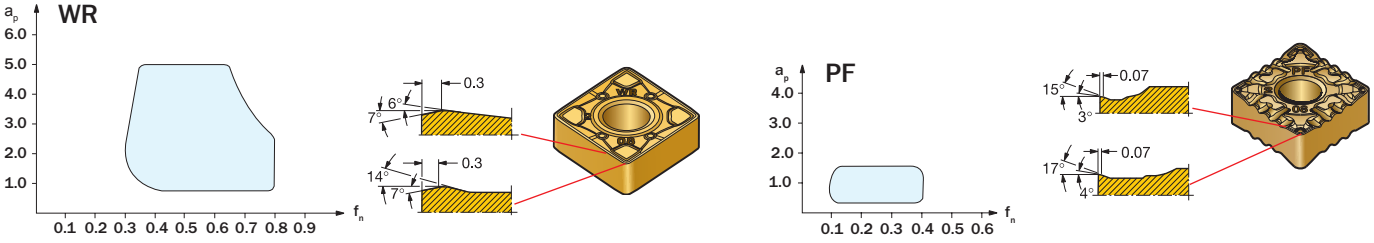
В процессе совершенствования геометрии сменных пластин появлялись различные формы стружколомов, сначала получаемые методом вышлифовывания, а позже формируемые при прессовании и последующем спекании пластины. Современная сменная пластина представляет собой сложное сочетание углов, плоскостей и радиусов для обеспечения оптимального стружкоформирования в процессе резания.

Большинство пластин обеспечивают положительный передний угол при установке в державку с небольшим отрицательным углом, что облегчает формирование стружки и способствует позитивному процессу резания. Отрицательные фаски, имеющие разную длину, в зависимости от рабочей области геометрии, предназначены для упрочнения режущей кромки.

Контроль за стружкой - это один из важнейших факторов, особенно при точении и сверлении. При фрезеровании процесс резания прерывистый и стружка естественным образом разделяется на части. При сверлении и растачивании контроль за формированием стружки необходим из-за ограниченного пространства внутри обрабатываемого отверстия. В процессе высокопроизводительного сверления необходимо обеспечить формирование стружки строго определенной формы для эффективного удаления ее из зоны резания, накопление стружки в которой, может привести к немедленной поломке инструмента.

Диаграмма удовлетворительного стружколомания для выбранной геометрии пластины (основанная на рекомендуемых значениях подач и глубин глубин резания) и инструментальный материал пластины определяют ее область применения. Современный ассортимент пластин включает режущие геометрии, предназначенные для обработки большинства существующих материалов. Геометрии специализированы для чистовых, получистовых и черновых операций, а также для тяжелого чернового точения.

Итак, осуществление контроля за стружкообразованием происходит посредством комбинации геометрии пластины и режимов обработки.



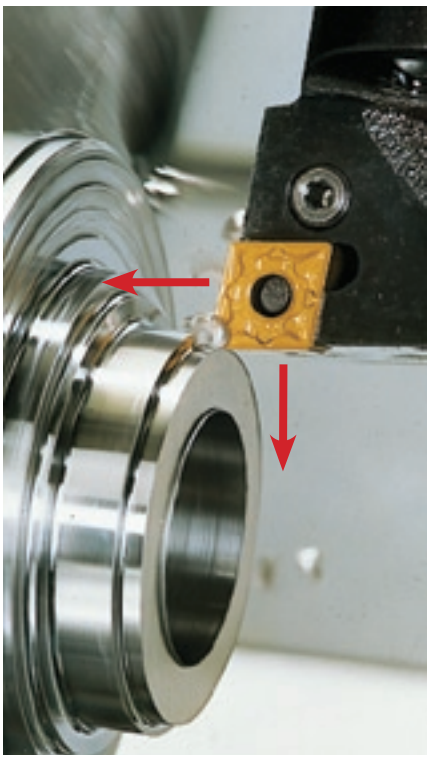
Область удовлетворительного стружколомания типичная для черновой и чистовой пластин.

Режимы резания

Заготовка вращается на станке с определенной **частотой вращения шпинделя (n),** т.е. с определенным количеством оборотов в минуту. Частота вращения шпинделя прямо соотносится через диаметр обрабатываемой поверхности **со скоростью резания Vc, измеряемой в м/мин.** Это скорость, с которой режущая кромка движется по поверхности заготовки.

Скорость резания является постоянной величиной лишь до того момента, пока частота вращения шпинделя или обрабатываемый диаметр остаются неизменными. При подрезке торца, например, когда подача инструмента направлена к центру заготовки, скорость резания будет постепенно изменяться при постоянной частоте вращения шпинделя. На современных станках с ЧПУ для того, чтобы сохранить постоянную скорость резания, предусмотрена возможность соответственного изменения частоты вращения шпинделя. Но при обработке очень маленьких диаметров и при максимальном приближении к оси заготовки, это компенсация будет неосуществима, так как диапазон скоростей станка ограничен. В том случае, если заготовка имеет перепады диаметров, конусную или криволинейную поверхность, скорость резания необходимо назначать с учетом этих изменений.

Подача (fn) в мм/об – это линейное перемещение инструмента за один оборот детали. Подача оказывает большое влияние на качество обработанной поверхности, а также на процесс стружкообразования. Она определяет не только толщину стружки, но и ее форму, в соответствии с геометрией пластины.

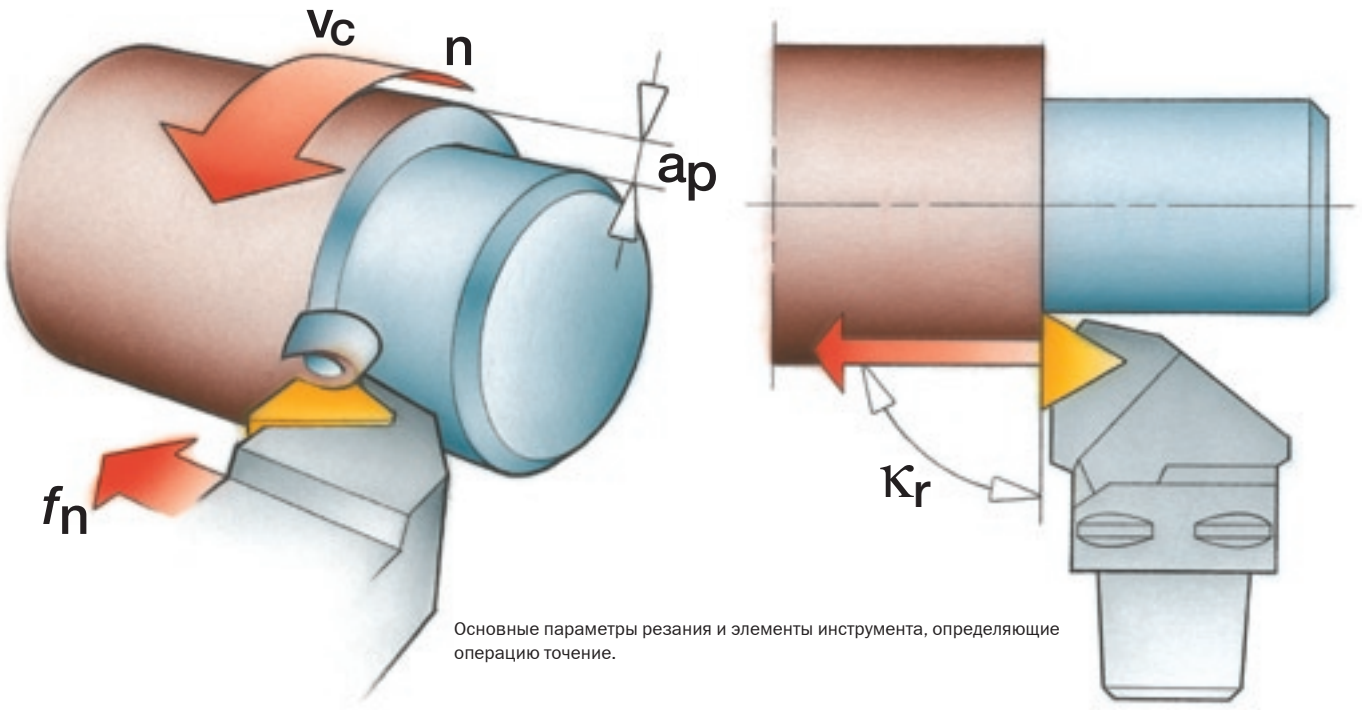


Продольное точение и подрезка торца пластиной формы C.

Глубина резания (ap) - это половина разности между обрабатываемым диаметром и обработанным диаметром, выраженная в мм. Глубина резания всегда измеряется в направлении перпендикулярном направлению подачи инструмента.

Режущая кромка подходит к детали под определенным углом, который называется **главный угол в плане (kr).** Он измеряется между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи и является важной величиной, определяющей выбор токарного инструмента. Он влияет на формообразование стружки, на направление сил резания, на длину контакта режущей кромки с деталью и на возможности инструмента выполнять те или иные виды обработки. Главный угол в плане обычно изменяется в диапазоне от 45 до 95 град., но для профильной обработки может использоваться инструмент и с большими значениями угла в плане.

Главный угол в плане выбирается таким образом, чтобы инструмент имел возможность вести обработку в нескольких направлениях. Это обеспечивает ему универсальность и, как следствие, сокращение числа необходимого инструмента. Другим вариантом может стать выбор инструмента с большим углом при вершине, для повышения прочности режущей кромки за счет распределения давления по большей длине кромки. Это добавляет прочности инструменту в момент начала и конца резания, а также способствует сбалансированному распределению сил в процессе работы.



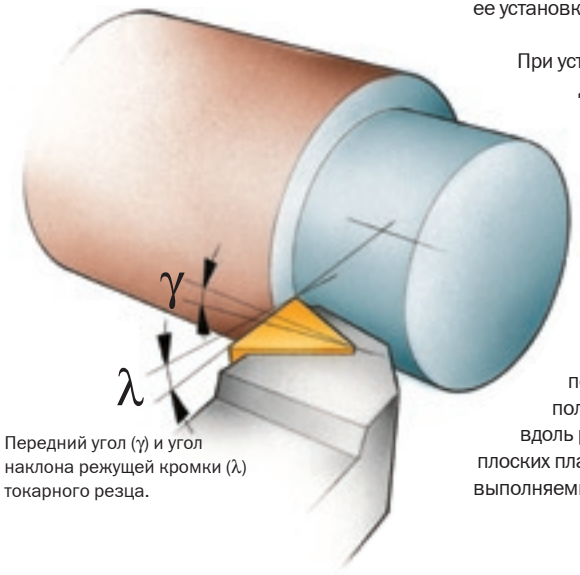
Основные параметры резания и элементы инструмента, определяющие операцию точение.

Геометрия инструмента

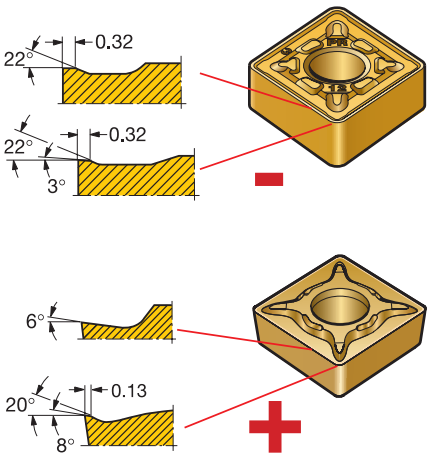
Процесс резания в большой степени определяется геометрией инструмента. Основным предназначением геометрии инструмента является осуществление резания различных типов материалов с формированием удовлетворительной стружки, при этом она должна обеспечивать прочность режущего клина и выполнять стружколомающую функцию. У большинства пластин вершина сочетает функцию стружкодробления со способностью обеспечивать низкие усилия резания, а режущая кромка позволяет вести обработку с большой глубиной резания. **Каждая геометрия пластины предназначена для работы в конкретной рабочей области, определяемой подачей и глубиной резания.**

Одной крайностью является чистовая геометрия, которая будет работать в диапазоне малых подач и глубин резания, другой – черновая геометрия, способная обеспечить работу с большими величинами подач и глубин. Между ними располагаются универсальные геометрии, охватывающие широкую область обработки на средних режимах для большого числа операций. Для чистовых операций особенно важна форма передней поверхности непосредственно у режущей вершины, в то время как для черновых операций в формировании стружки участвует большая часть всей поверхности пластины.

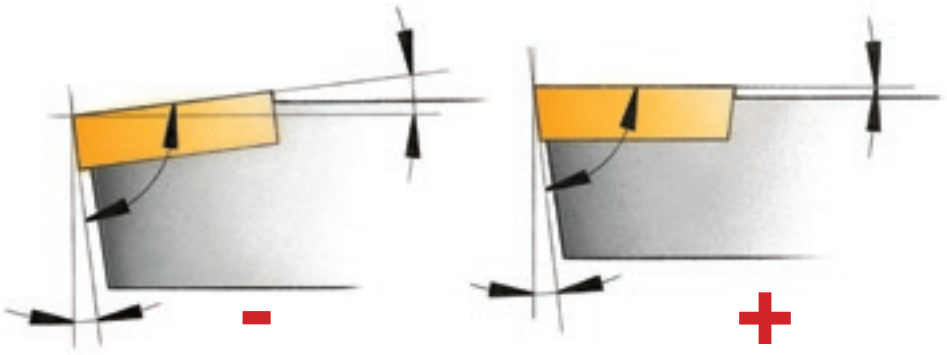
Из различных сочетаний углов, плоскостей и радиусов складывается многообразие форм стружколомов. В случае прямолинейного перемещения инструмента параметры режимов обработки не будут изменяться в процессе резания и будут соответствовать одной точке диаграммы стружкодробления. При профильной обработке, при постоянном изменении глубины резания и подачи – точек на диаграмме будет несколько. **При выборе геометрии передней поверхности пластины следует принимать во внимание такие особенности операций как прерывистое резание, склонность к вибрациям, а также мощность станка.**



Передний угол (γ) и угол наклона режущей кромки (λ) токарного резца.



Пластина без заднего угла и пластина с задним углом.



Существует различие в геометрии передней поверхности для пластин с задними углами и без задних углов. **Негативная пластина** имеет в поперечном сечении угол заострения режущего клина 90°, а **позитивная пластина** имеет угол заострения меньше 90°. Негативная пластина устанавливается в державке с отрицательным углом, для обеспечения заднего угла в процессе резания, а позитивная пластина имеет конструктивный задний угол. **Угол наклона** (λ) - это угол, который придается пластине при ее установке в державку.

При установке пластины в корпус державки, геометрия передней поверхности пластины и наклон опорной поверхности гнезда державки будут определять результирующий угол резания. **Передний угол** - это величина, характеризующая положение режущей кромки в процессе резания, хотя часто это понятие относится и к плоским пластинам. Обычно передний угол на пластине положительный и может изменяться вдоль режущей кромки. Передний угол плоских пластин равен нулю. Функции, выполняемые передним углом различны, начиная от обеспечения режущего клина и заканчивая стружкодроблением.

Также предметом постоянного развития является форма режущей кромки. Усовершенствование микро геометрии режущей кромки происходит в отношении увеличения ее прочности и износостойкости. Переход между передней и задней поверхностью или, другими словами, режущий клин может быть выполнен тремя способами – в виде радиуса, положительной или отрицательной фаски. Форма режущей кромки оказывает влияние на прочность инструмента, потребляемую мощность, способность инструмента к чистовой обработке, склонность к вибрациям и на формирование стружки.

Форма режущей кромки зависит от области применения пластины и может варьироваться от острозаточенной, для чистовых операций, до широкой отрицательной фаски для тяжелого точения. Наиболее распространенным способом формообразования режущей кромки является ее скругление **(ER)**, а также возможен вариант комбинирования радиуса с отрицательной фаской. Радиус, величина которого измеряется в микронах, выполняется с высокой степенью точности особыми методами. Размер скругления зависит от инструментального материала и метода нанесения покрытия для сменных пластин.

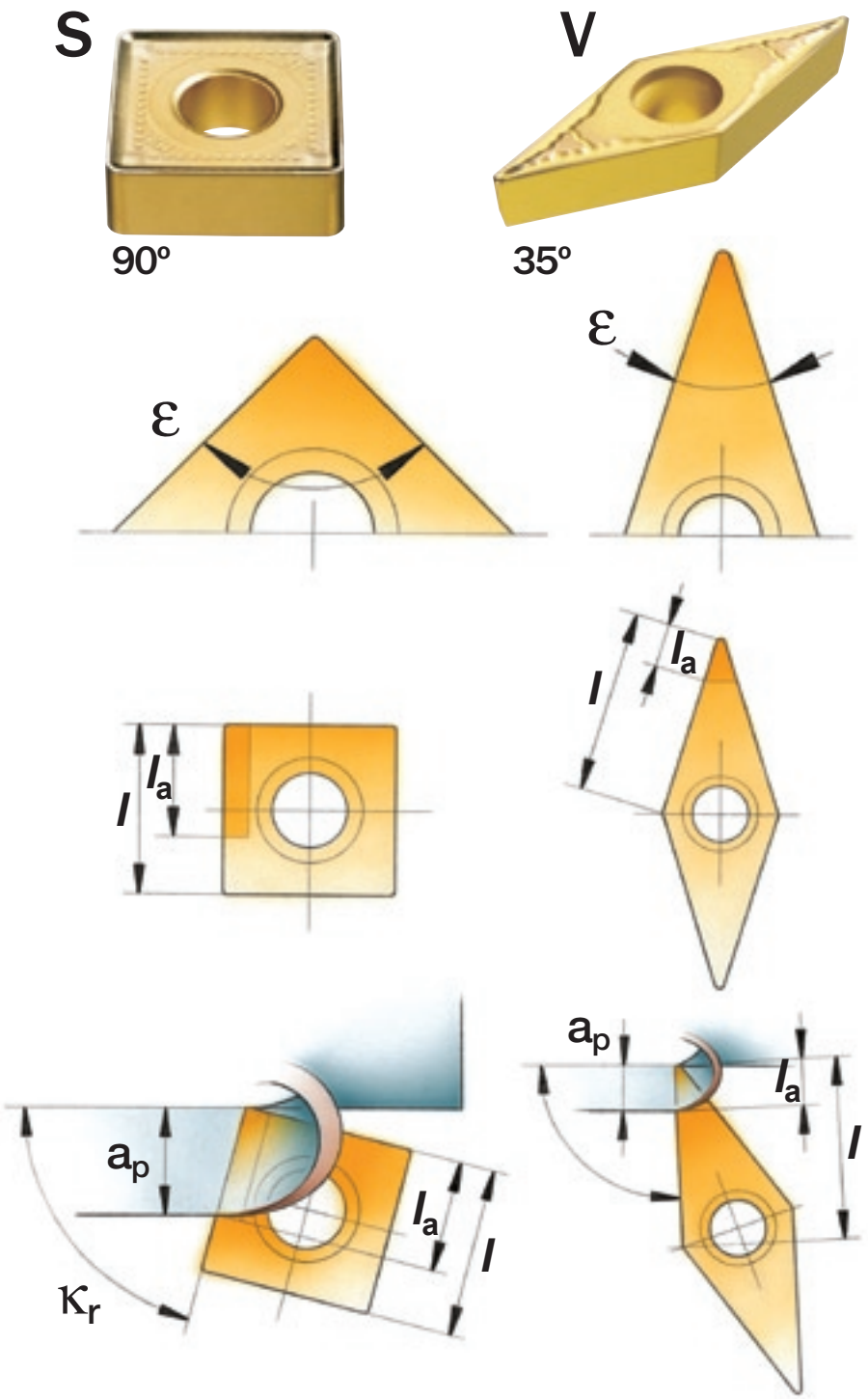
Форма пластины и радиус при вершине

Взгляните сверху на инструмент – пластина имеет определенную форму и радиус при вершине. Форма пластин может быть различной в зависимости от угла при вершине, варьирующегося в пределах от 35 до 100°, вплоть до круглых пластин. Между этими крайними случаями расположены пластины квадратной, треугольной и ромбической формы с углами при вершине 55, 60 и 80°. **Такое разнообразие позволяет выполнять обработку от грубой черновой, требующей от формы пластины высокой прочности, до тонкой профильной с возможностью обработки труднодоступных мест.**

Пластины с большими углами при вершине, наряду с высокой прочностью вершины, позволяют вовлекать в работу большую часть режущей кромки, что может привести к возникновению вибраций и увеличению потребляемой мощности. С увеличением возможностей пластины по обработке деталей сложной формы, происходит ослабление ее вершины. Необходимо выбирать наиболее оптимальное решение для каждой конкретной операции.

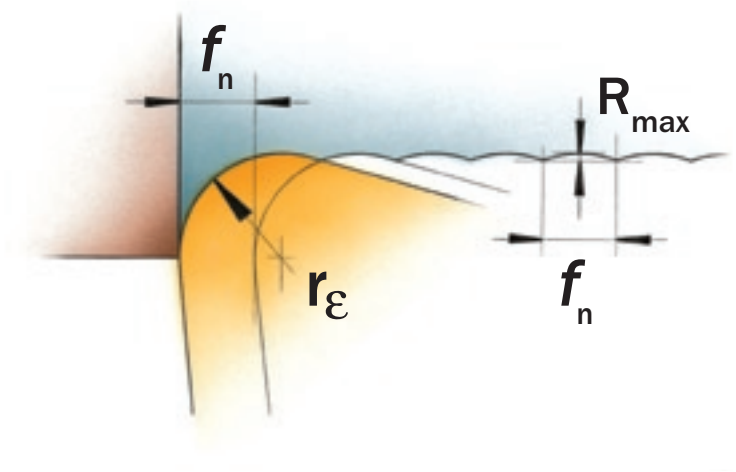
Радиус при вершине (re). Большое значение при выборе инструмента для точения имеет радиус при вершине, поскольку его величина влияет на прочность режущей кромки и на шероховатость обрабатываемой поверхности. Существует ряд значений радиусов, который начинается от минимального значения 0,2 мм (теоретически этот ряд должен начинаться с нулевого значения) до максимального радиуса 2,4 мм, хотя для некоторых размеров и форм пластин используется не весь диапазон существующих радиусов.

При черновом точении радиус при вершине следует выбирать как можно больше для обеспечения максимальной прочности вершины, при этом его использование не должно вызывать вибраций. На выбор радиуса также влияет величина подачи и наоборот. **Чем больше радиус при вершине, тем прочнее режущая кромка, что позволяет вести обработку с большими подачами. Малый радиус при вершине предопределяет ослабленную режущую кромку, но способную выполнять более качественную обработку.**



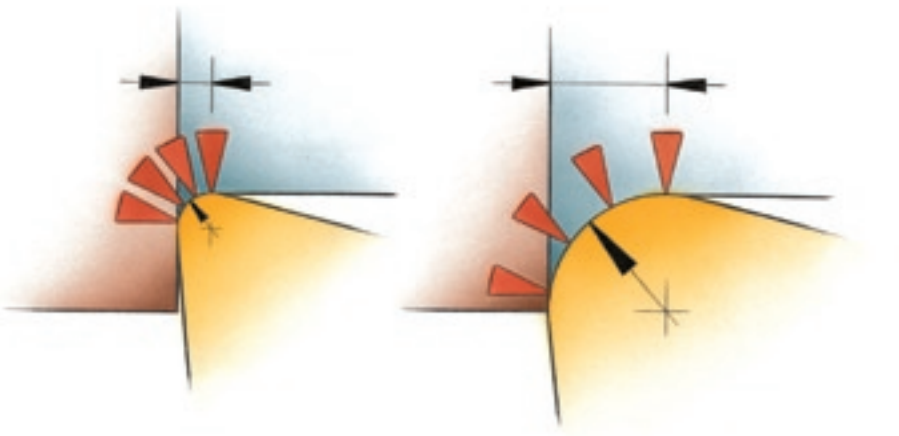
Сравнение прочности и возможностей пластины с углом при вершине 90° и пластины с углом 35°. Угол при вершине пластины (ε), длина режущей кромки (l), эффективная длина режущей кромки (la) и соответствующие главный угол в плане (κr) и глубина резания (ap).

Радиус при вершине пластины оказывает существенное влияние на процесс резания.



$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8 \times r_\varepsilon} \times 1000$$

Шероховатость поверхности в основном определяется соотношением между подачей и радиусом при вершине.



Большой радиус при вершине обеспечивает большую прочность режущего клина, но увеличивает склонность к вибрациям.

При точении шероховатость поверхности напрямую зависит от комбинации радиуса при вершине и величины подачи.

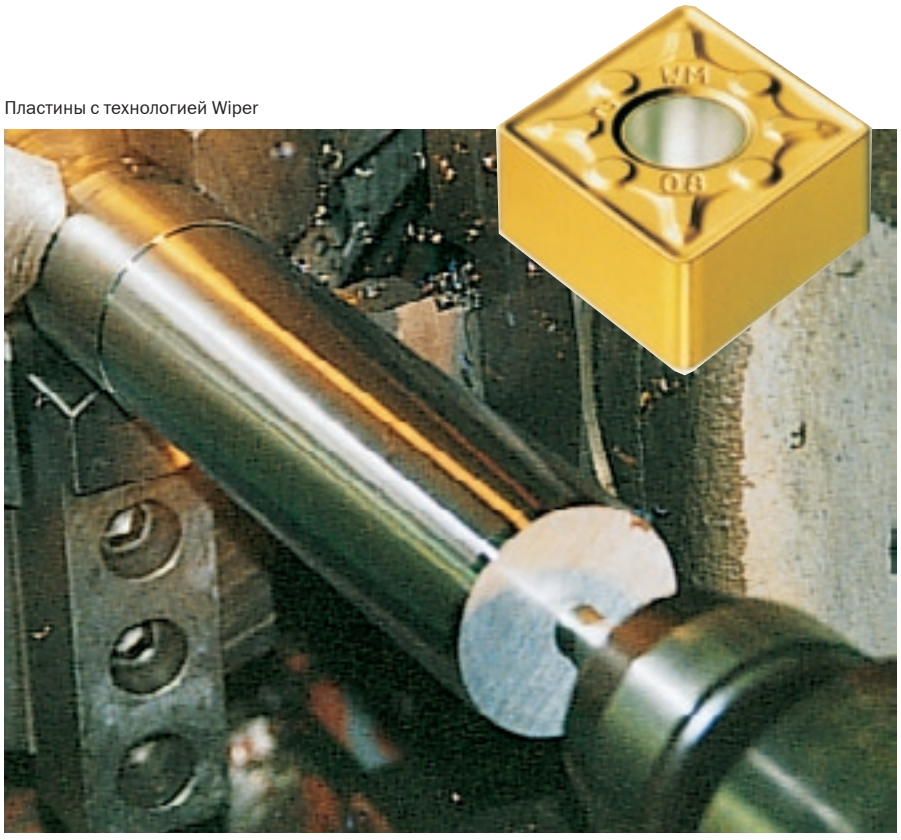
Формирование поверхности при однолезвийной обработке можно представить как перемещение радиуса пластины вдоль обрабатываемой заготовки. Теоретическая максимальная высота микронеровностей профиля вычисляется при помощи несложной формулы, но она дает приблизительное значение шероховатости, которое в определенных пределах будет соответствовать фактически полученной. Из этой же формулы можно определить начальное значение подачи, при известном радиусе и требуемой шероховатости.

Технология Wiper

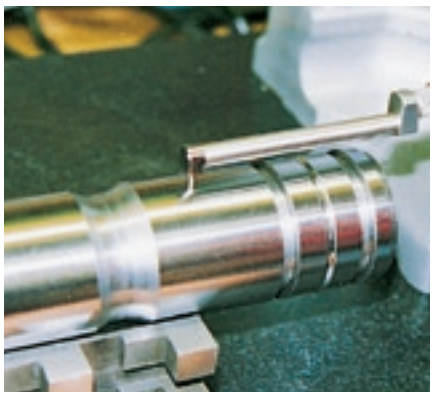
- абсолютно новый взгляд на подачу и шероховатость поверхности при точении

Требование хорошего качества поверхности становится характерным для получистовых и, даже, для черновых операций. **Пластины Wiper определяют новый подход к высокопроизводительному точению, в основе которого лежит возможность значительного увеличения подачи.** Качество и точность обработанных поверхностей находятся под влиянием совокупности факторов, таких как величина радиуса при вершине, значение подачи, степень надежности обработки, вид заготовки, система крепления инструмента и условия работы.

Пластины с технологией Wiper



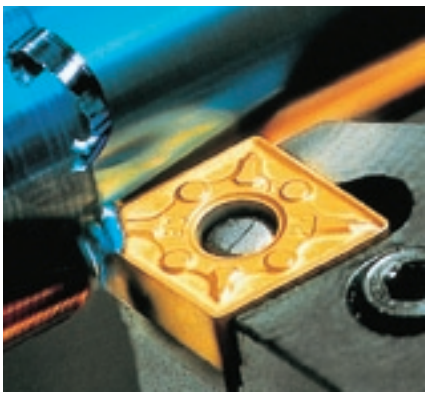
Принято считать, что при точении подача инструмента и его радиус непосредственно связаны с шероховатостью поверхности. Большая величина подачи сокращает время цикла обработки, но ухудшает качество обработанной поверхности. Большой радиус при вершине способствует хорошей чистоте поверхности и достаточно прочной режущей кромке. Но в этом случае появляется склонность к вибрациям, становится неудовлетворительным стружкоформирование, снижается время стойкости инструмента, что является следствием увеличения длины



Правило

Вдвое больше подача =
та же чистота обработки

Та же подача =
вдвое выше чистота обработки

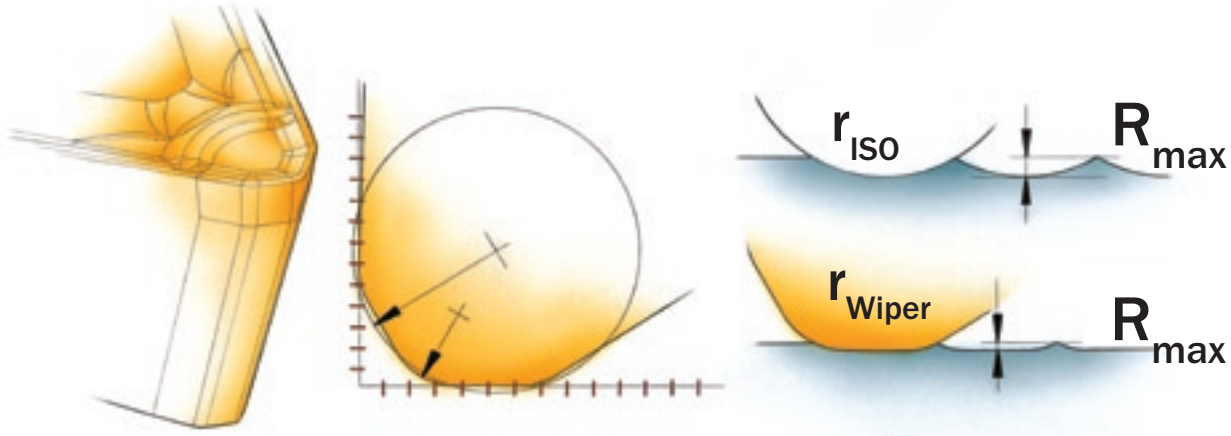


Технология Wiper расширяет возможности чистового точения.

контакта инструмента и заготовки. В связи с этим на практике существуют определенные ограничения по отношению к подаче и радиусу при вершине пластины.

С целью опровергнуть это установившееся положение вещей, т.е. получать хорошее качество поверхности при обработке с большими подачами, были разработаны новые пластины с технологией Wiper. В основе этой технологии лежит специально разработанное сочетание формы вершины с поверхность в процессе резания. Подобно пластинам Wiper для точения, они разработаны для улучшения качества поверхности. Возможен и другой вариант их использования – увеличение подачи при той же чистоте обработки.

Обычно токарная операция характеризуется определенной назначенной величиной подачи. Например, при использовании пластины с максимально возможным радиусом 1,2 мм для обработки низколегированной стали с и, в то же время, ее влияние на стойкость не так велико, как влияние скорости резания. Применение технологии Wiper самый простой способ увеличения производительности обработки.



Пластины Wiper имеют абсолютно новую конфигурацию вершины.

некоторыми геометрическими параметрами пластин. Зачистная кромка пластины Wiper обеспечивает минимальную высоту микронеровностей, при этом проявляется так называемый эффект «выглаживания» поверхности.

Пластины Wiper имеют усовершенствованную геометрию режущей части. Существуют специальные зачистные пластины для фрезерования, устанавливаемые на фрезе ниже уровня остальных пластин и имеющие зачистную кромку параллельную обрабатываемой поверхности, которая «зачищает» эту подачей 0,15 мм/мин можно получить шероховатость поверхности Ra = 1 мкм. Если удвоить подачу, то шероховатость поверхности будет находиться в районе 2,5 мкм. При увеличении значения подачи, выходящим за пределы рабочей области геометрии пластины, шероховатость поверхности вообще становится неудовлетворительной.

Изменение подачи также может привести к нарушению процесса стружкодробления, увеличению нагрузки на режущую кромку и к повышенному износу инструмента. Помимо этого подача является параметром, максимально влияющим на время обработки

Пластины Wiper имеют улучшенную геометрию стружколомов, по сравнению со стандартными пластинами. Наряду с изменением радиуса у пластин Wiper произошло также усовершенствование стружколомающей поверхности для увеличения величины подачи. Зачистные пластины имеют расширенные возможности стружкодробления, выходящие за пределы стандартных ограничений. Это одна их причин, по которой пластины Wiper, сегодня, все чаще выступают в качестве оптимального решения для токарных операций с неудовлетворительными условиями для формирования стружки.

Державки

Система крепления пластины, являющаяся частью державки, должна обеспечивать стабильное положение режущей кромки в процессе обработки, беспрепятственный сход стружки, простоту и удобство использования и иметь продолжительный срок службы.

Современные токарные державки предназначаются для оптимальной работы в широком диапазоне применения. Тип операции, габариты заготовки и характер резания определяют выбор системы закрепления пластины. Система крепления, предназначенная для тяжелого чернового точения крупногабаритных деталей должна отвечать совершенно иным требованиям, нежели система, предназначенная для чистовой обработки мелкоразмерных деталей.

Выбор системы крепления пластины может осуществляться одновременно с выбором самой державки, в соответствии с рекомендациями таблицы, в которой приведены рекомендуемые и альтернативные варианты использования.

Для закрепления пластин без задних углов рекомендуется использовать современную жесткую систему крепления CoroTurn RC, с целью обеспечения максимальной надежности наружной обработки с высокими режимными параметрами.

Систему крепления CoroTurn 107 рекомендуется использовать для позитивных пластин в условиях ненагруженного резания при обработке небольших деталей.

При внутренней обработке выбор системы крепления определяют диаметр и глубина обрабатываемого отверстия. Системы CoroTurn RC и T-Max P подходят для отверстий большого диаметра и/или небольшой глубины. Система CoroTurn 111 обеспечивает положительные установочные передние углы и позитивный наклон режущей кромки, что снижает усилия и уменьшает склонность к вибрациям. Эту систему рекомендуется применять для обработки глубоких отверстий, профильной обработки и с настраиваемыми расточными оправками.

Выбор типа самой державки связан с используемой пластиной и зависит от направления подачи, размера припуска, вида заготовки и системы крепления на станке, а также от требуемых возможностей инструмента. При профильной обработке форма детали будет иметь решающее значение.

При обработке поверхности сложной формы все операции должны быть разделены на основные типы обработки, для подбора наиболее оптимального инструмента для: продольного точения, подрезки торца, профильной обработки с увеличением и уменьшением обрабатываемого диаметра и для обратного растачивания. После этого необходимо рассмотреть все возможные альтернативы и сочетания для минимизации числа инструментов разного типа.

Тип державки определяет требуемый главный угол в плане и форморазмер выбранной пластины. По возможности следует выбирать державку с максимальным размером сечения. Это позволит вести обработку с большим вылетом и обеспечить максимальную жесткость закрепления пластины.

Надежное крепление пластины и державки определяют стабильность процесса в целом.

Система крепления CoroTurn RC

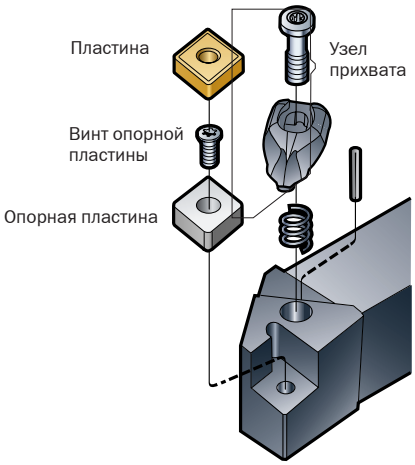
Прижим сверху и поджим за отверстие

Система CoroTurn RC предназначена для закрепления односторонних и двусторонних пластин без задних углов.

Жесткость и надежность крепления – основные параметры, характеризующие данный способ закрепления пластин, определяющие в итоге качественные характеристики обработанных деталей. Поскольку система CoroTurn RC обеспечивает одновременное приложение к пластине прижимающих сил и сил, направленных внутрь гнезда для позиционирования пластины при зажиме, гарантируется надежность крепления и повторяемость размеров при замене пластин.

Система CoroTurn RC рекомендуется в качестве первого выбора для наружного точения негативными пластинами.

Прижим повышенной жесткости (RC)



Инструмент стандартной программы:

- Державки
- Резцовые головки Coromant Capto для наружной обработки
- Расточные оправки
- Картриджи
- SL

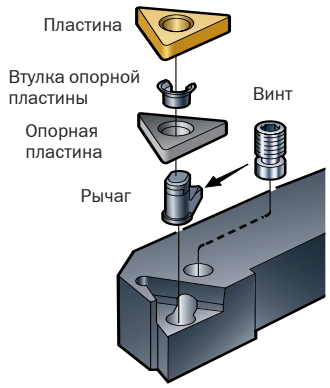
Система крепления T-MAX P

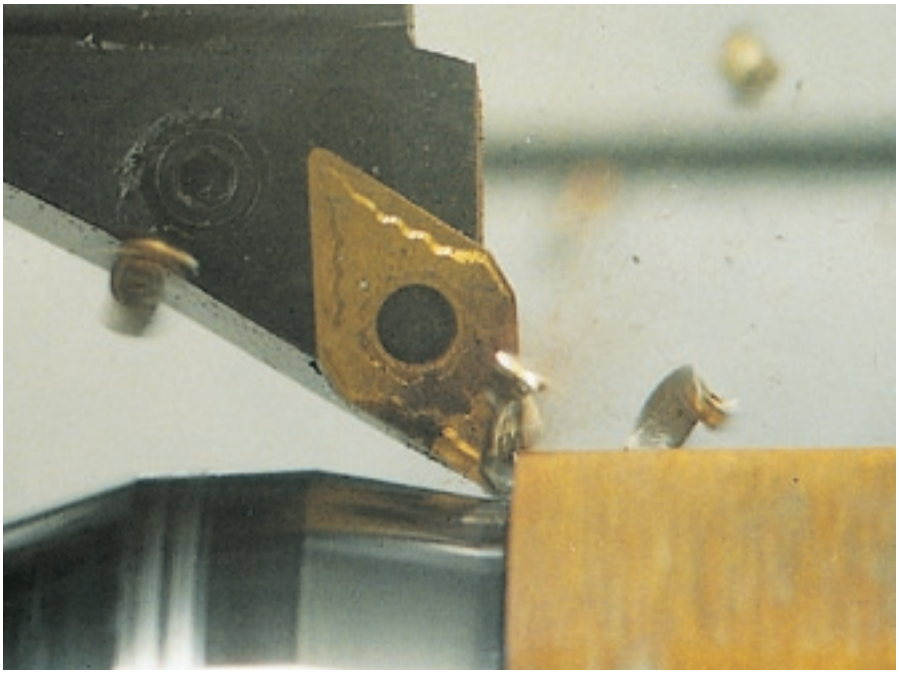
T-MAX P

Система T-Max P используется для закрепления односторонних и двусторонних пластин без задних углов, соответствующих стандарту ISO.

Варианты использования показаны ниже.

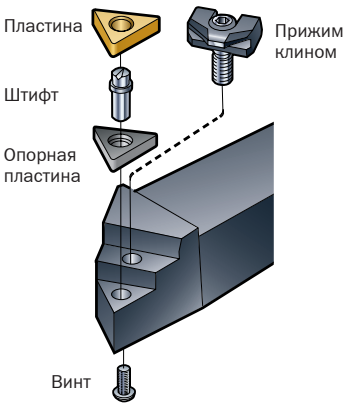
Прижим рычагом за отверстие



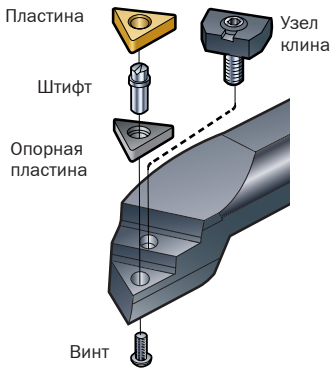


Инструмент стандартной программы:
- Державки
- Резцовые головки Coromant Capto для наружной и внутренней обработки
- Оправки
- Сменные режущие головки (570
- Резцовые вставки

Прижим клин-прихватом сверху



Узел клин-прихвата



Инструмент стандартной программы:
- Державки
- Резцовые головки Coromant Capto для наружной и внутренней обработки
- Расточные оправки

Внимание!

Узел клин-прихвата и узел клина полностью взаимозаменяемы.

CoroTurn 107 и CoroTurn 111 - закрепление пластин винтом

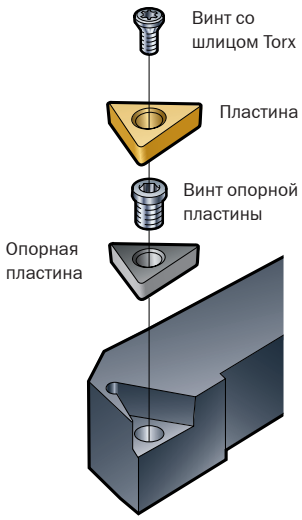
CoroTurn 107 и CoroTurn 111 представляют собой удачные конструктивные решения для закрепления позитивных пластин винтом, преимущественно в малогабаритных инструментах. Эти системы крепления превосходят по характеристикам жесткости, надежности крепления, компактности и наличию пространства для свободного схода стружки старые системы с креплением пластин прижимом сверху.

Особенности

Державки системы CoroTurn изготавливаются при повышенных требованиях к точности размеров гнезд, винтов и расположению крепежных отверстий. Пластины CoroTurn имеют повышенную точность. Державки для копировальных пластин DCMT и VBMT имеют усиленную конструкцию для полного устранения риска смещения пластин.

Система CoroTurn 107 первый выбор для наружного точения позитивными пластинами.

Система CoroTurn 111 первый выбор для внутренней обработки позитивными пластинами.



Инструмент стандартной программы:

- Державки
- Резцовые головки Coromant Capto для наружной и внутренней обработки
- Расточные оправки
- Резцовые вставки

Системы крепления для пластин из керамики и кубического нитрида бора (CBN)

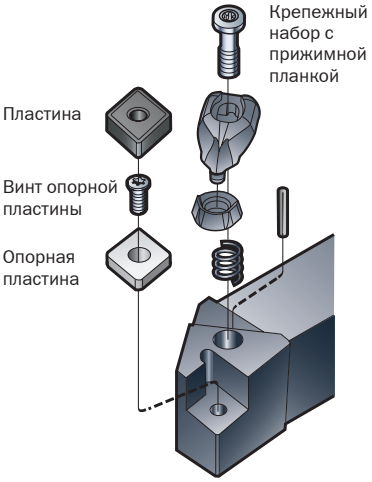
Система крепления повышенной жесткости CoroTurn RC

Прижим сверху и поджим за отверстие

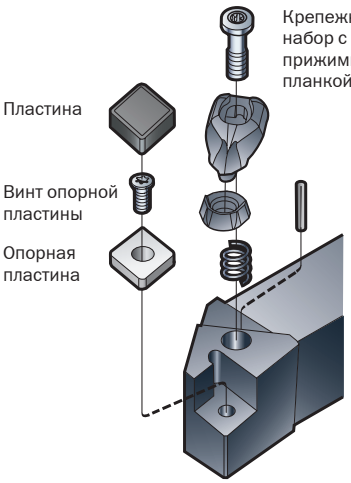
Надежное жесткое крепление является важным фактором, обеспечивающим полное использование высокого потенциала режущих свойств керамических пластин и пластин из кубического нитрида бора. Державки CoroTurn RC специально сконструированы с учетом специфических требований при использовании сверхтвердых режущих материалов.

Система CoroTurn RC – первый выбор для закрепления пластин из керамики и кубического нитрида бора.

Державка для крепления пластин с отверстием



Державка для крепления пластин без отверстия

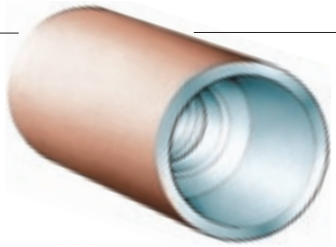


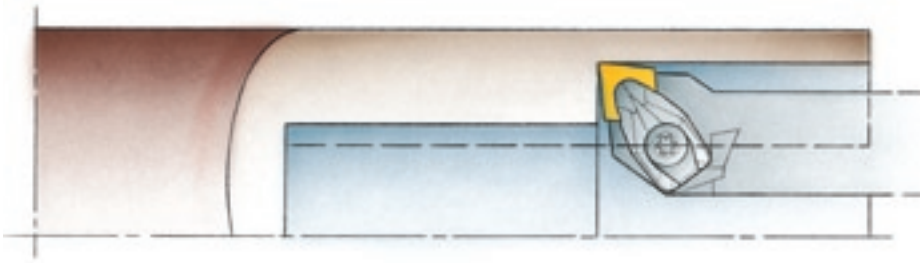
Инструмент стандартной программы:

- Державки
- Резцовые головки Coromant Capto для наружной обработки
- Расточные оправки[1)]
- Резцовые вставки[1)]

[1)] Имеется возможность трансформировать стандартные державки CoroTurn RC для твердосплавных пластин в державки для керамики путем замены прижима и опорной пластины.

Растачивание





Растачивание

Большинство операций внутренней обработки, к числу которых относится и растачивание, выполняются не-вращающимся инструментом (в отличие от расточки вращающимся инструментом на обрабатывающих центрах). При наружных операциях длина обработки не влияет на вылет инструмента и размер сечения державки может быть выбран так, чтобы должным образом противостоять растущим в процессе обработки силам резания. При растачивании, внутренней обработке выбор инструмента очень сильно зависит от диаметра обрабатываемого отверстия, а длина обработки или глубина отверстия определяет вылет.

Основным руководством, действующим для всех областей применения, является выбор инструмента с минимальным вылетом и по возможности самого большого диаметра, но часто возможности такого выбора бывают ограничены диаметром отверстия, при обработке которого необходимо обеспечить беспрепятственный отвод стружки и необходимые радиальные перемещения инструмента.

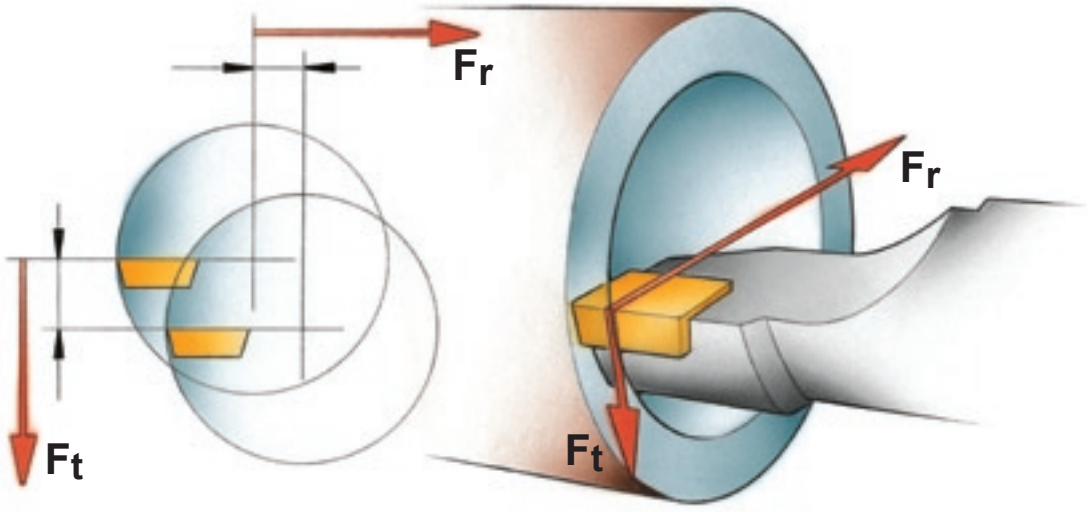
Из-за множества ограничений при расточке в отношении стабильности процесса резания, операции растачивания требуют самого тщательного подхода и детальной проработки. Правильный выбор расточной оправки, ее соответствующее закрепление и использование могут уменьшить риск возникновения вибраций и нежелательных отклонений инструмента и, как следствие, обеспечить хорошее качество обработанного отверстия.

Вылет инструмента является наиболее важным фактором при растачивании.

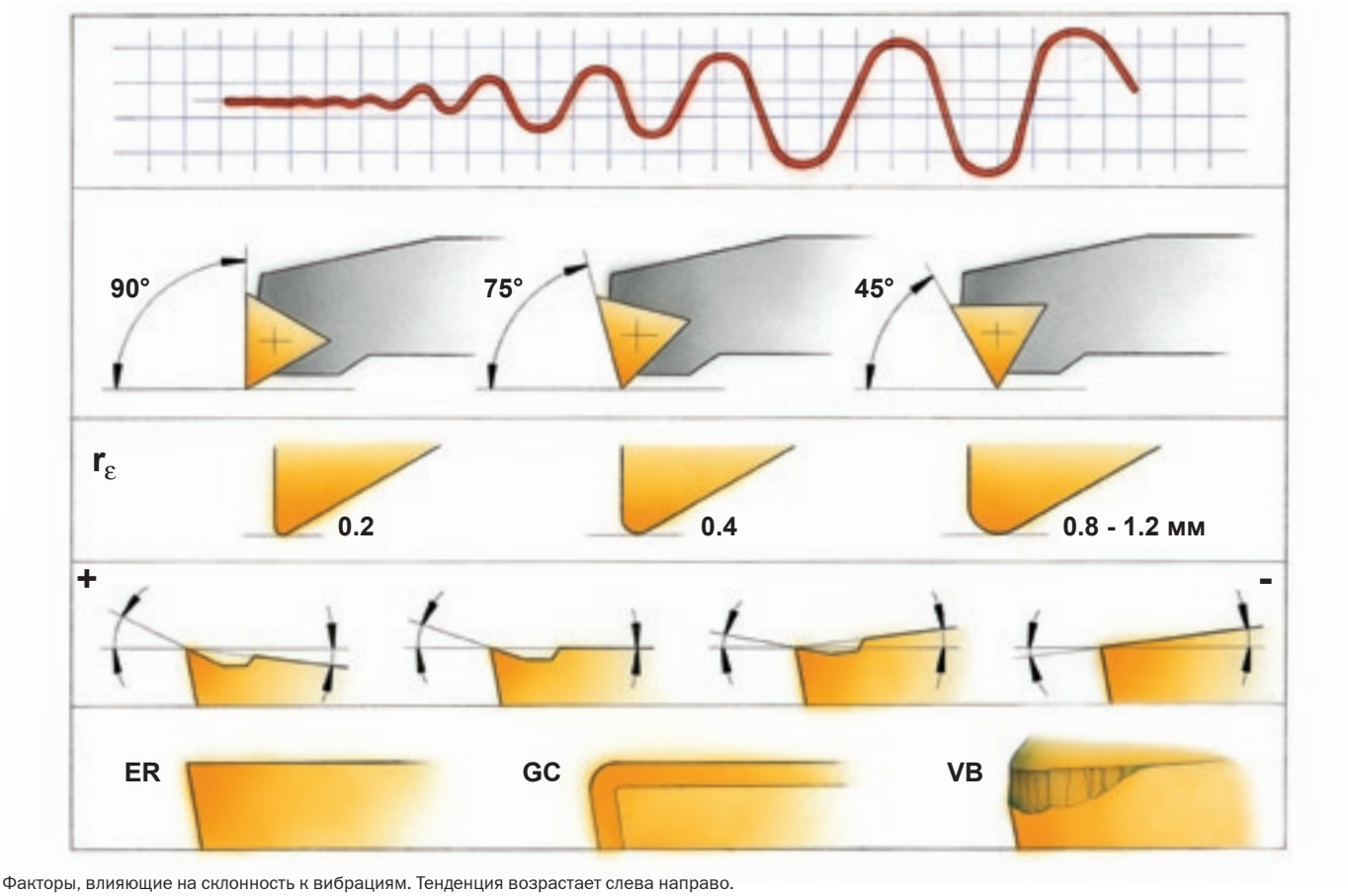
Силы резания при растачивании

В процессе обработки тангенциальная и радиальная составляющие силы резания стремятся «отжать» инструмент от заготовки.

Тангенциальная составляющая будет пытаться сместить инструмент ниже линии центров, тем самым, уменьшая величину заднего угла. Это особенно важно при обработке отверстий небольшого диаметра, когда пластина должна иметь значительный задний угол, чтобы не «затирать» обработанное отверстие.



Радиальная и тангенциальная составляющие силы резания в процессе обработки ”отжимают” инструмент, что вызывает необходимость применения демпфера.



Факторы, влияющие на склонность к вибрациям. Тенденция возрастает слева направо.

Отклонение под действием радиальной силы означает уменьшение глубины резания и уменьшение толщины стружки, что грозит появлением вибраций. Жесткость инструмента и его крепления будут определять величину и степень возрастания вибраций.

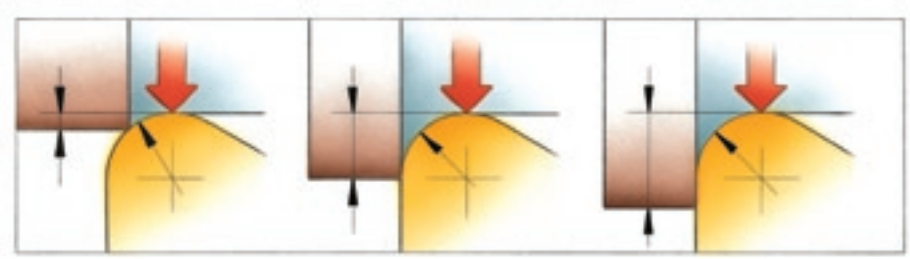
Геометрия пластины играет значительную роль при выборе инструмента для растачивания, поскольку положительные передние углы вызывают низкие тангенциальные силы.

Главный угол в плане влияет на направление и величину осевой и радиальной составляющих силы резания и на результирующее отклонение от этих сил. Большой угол в плане вызывает значительную осевую силу, а результатом выбора маленького угла является увеличение силы, действующей в радиальном направлении. Однако, действие на процесс резания от осевой силы, как правило, невелико, так как она направлена по оси расточной оправки. Поэтому преимущество выбора склоняется в сторону большего главного угла в плане. Рекомендуется выбирать главный угол в плане близким к 90° и не менее 75°, когда начинается интенсивный рост радиальной силы резания.

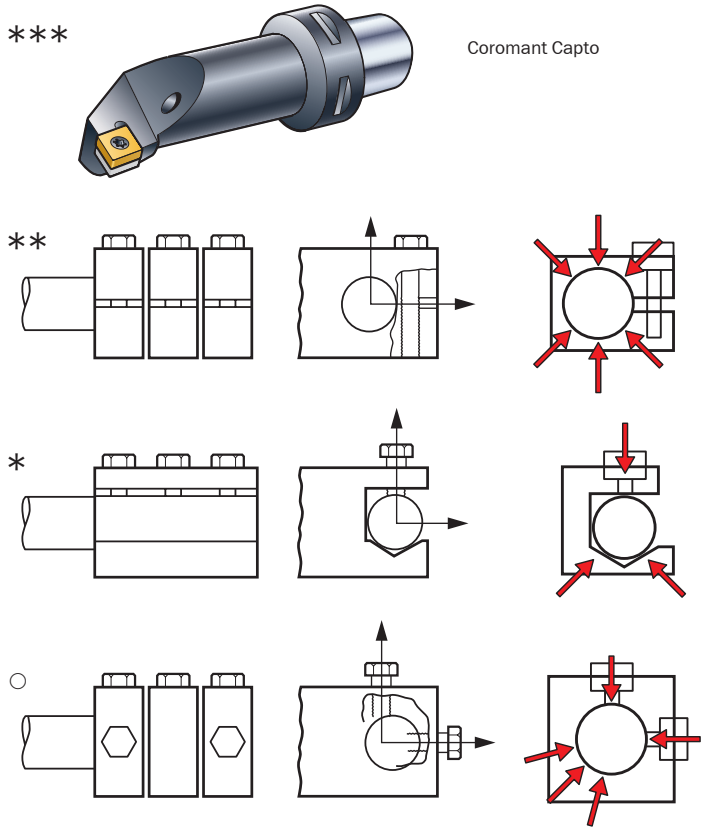
Обычно при растачивании первым выбором является небольшой радиус при вершине пластины. Большое значение радиуса вызывает увеличение радиальной и тангенциальной составляющих сил резания и повышение склонности к вибрациям. На радиальное отклонение инструмента даже большее значение будет оказывать соотношение глубины резания и радиуса при вершине пластины. Чем меньше будет это отношение, тем больше будет величина радиальной составляющей силы. Когда радиус при вершине равен или больше глубины резания, радиальное смещение инструмента будет определяться главным углом в плане.

На практике рекомендуется выбирать радиус при вершине пластины немного больше глубины резания. В этом случае радиальная составляющая силы резания будет минимальной. В то же время больший радиус при вершине обеспечивает прочность режущего клина и низкую шероховатость поверхности, но вызывая повышенное давление на режущую кромку.

Радиус округления режущей кромки (ER) также оказывает влияние на силу резания. Пластины без покрытия имеют меньший радиус округления, чем пластины с покрытием (GC), что особенно важно учитывать при обработке глубоких отверстий небольшого диаметра. Значительный износ по задней поверхности (VB) изменяет угол между инструментом и отверстием заготовки и тоже может стать причиной, негативно влияющей на процесс растачивания.



Соотношение между радиусом при вершине пластины и глубиной резания оказывает воздействие на склонность к вибрациям. Зачастую, предпочтительным выбором является радиус, который меньше глубины резания.



Примеры крепления расточного инструмента
(*** = наилучшее, ** = стандартное, * = допустимое, ○ = не рекомендуемое.)

Крепление расточного инструмента

Отжим расточной оправки во время работы зависит от материала оправки, диаметра, вылета инструмента, значения силы резания и закрепления оправки на станке. Самое ничтожное смещение в узле крепления оправки уже будет вызывать отжим инструмента. Современный высокопроизводительный расточной инструмент требует высочайшей степени жесткости и надежности закрепления. По крайней мере нужно, чтобы внутренние поверхности блока крепления были чистыми, высокого качества и достаточной твердости.

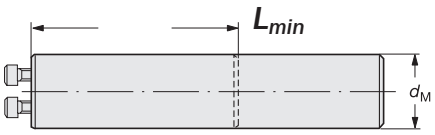
Наилучшим способом закрепления расточного инструмента является соединение Coromant Capto. При креплении обычных расточных оправок контакт по охватывающей поверхности всегда предпочтительнее прижима винтами, которые могут повредить поверхность оправки при зажиме. Антивибрационные оправки никогда не следует закреплять при помощи винтов. Наибольшая жесткость закрепления обеспечивается при закреплении оправок по всей окружности хвостовика. Применение призматической V-образной опоры с креплением винтами в редких случаях допустимо, а закрепление в отверстие с винтами использовать не рекомендуется.

Для получения хороших результатов при расточке важно выдержать длину зажима, точность, чистоту и твердость зажимающих поверхностей в указанных ниже пределах. Рекомендации первоначально были разработаны для антивибрационных оправок, но являются справедливыми и для всех других видов расточного инструмента. Способ закрепления расточного инструмента является определяющим фактором стабильности обработки.

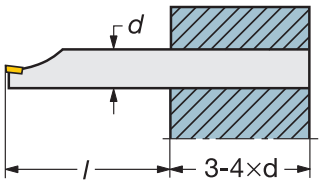
Самым простым и лучшим способом модифицировать стандартную расточную оправку под определенный вылет является ее укорачивание. Для антивибрационных оправок есть ограничение по длине хвостовика, который можно отрезать, см. таблицу. При укорачивании оправки нужно помнить, что для расточного инструмента минимальная длина закрепления составляет три диаметра хвостовика.

Все расточные оправки обеспечивают внутренний подвод СОЖ: через пазы при диаметре хвостовика 16 – 25 мм, по центральному каналу в форсунку при диаметре хвостовика 32 – 60 мм.

CoroTurn SL (570)



Диаметр оправки	Конструкция 570-3C	
dm_m	Укороченная	Длинная
16	100	-
20	120	-
25	145	199
32	190	280
40	220	335
50	250	380
60	300	458

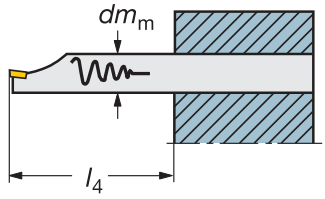


Цельный инструмент

По возможности меньший вылет

Max рекомендуемый вылет для стальных оправок составляет 4xD (*l*)

Max рекомендуемый вылет оправок с твердосплавным хвостовиком составляет 6xD (*l*)



Предварительно настроенная антивибрационная оправка

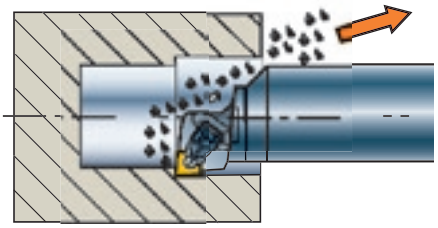
l_4 = зона демпфирования.

Не зажимать в этой зоне, на корпусе имеется соответствующая маркировка

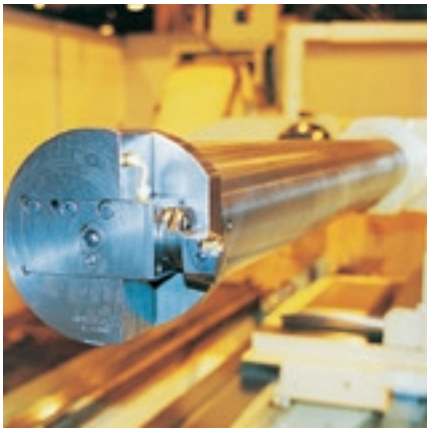
Max рекомендуемый вылет антивибрационных оправок с демпфером составляет 7xD для короткого исполнения и 10xD для длинного исполнения

Удаление стружки при расточке является определяющим фактором производительности и надежности процесса обработки. Цель оптимизации режимов резания при внутренней обработке состоит в получении относительно короткой спиралевидной стружки. Она легко эвакуируется из зоны обработки и, в тоже время, не создает значительной нагрузки на режущую кромку, которая возникает при интенсивном стружколомании. Сильно деформированная мелкая стружка вызывает колебания сил резания, что может стать причиной вибраций и потребует больших затрат мощности. С другой стороны длинная сливная стружка плохо удаляется из зоны обработки, что может привести к ее пакетированию. Таким образом, необходимо выбирать геометрию передней поверхности пластины и режимы обработки так, чтобы обеспечить надежный контроль за формированием стружки.

При рассмотрении процесса внутренней обработки, обеспечение свободного вывода стружки также является критическим фактором, особенно для глубоких отверстий. На практике центробежные силы прижимают стружку к стенкам отверстия и стружка не выводится из отверстия. Если оставшаяся в отверстии стружка окажется зажатой между инструментом и стенкой отверстия, это может стать причиной задиров на обработанной поверхности или привести к поломке инструмента. Поэтому рекомендуется всегда использовать расточные оправки с внутренним подводом СОЖ. Поток СОЖ эффективно вымывает стружку из отверстия. Вместо СОЖ также может быть успешно использован сжатый воздух. В случае расточки сквозного отверстия можно вымыть или выдуть стружку вперед через отверстие шпинделя станка и обеспечить ее сбор в специальном контейнере.



Эвакуация стружки является ключевым фактором успешного растачивания



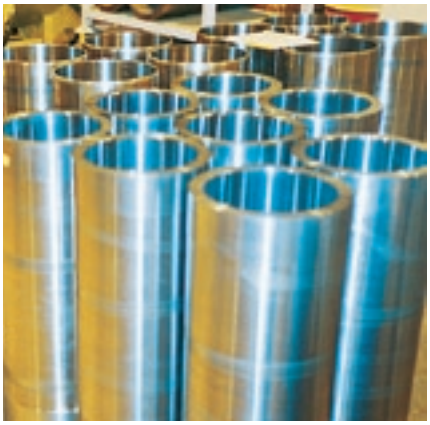
Длинная настраиваемая расточная оправка, установленная на станке с горизонтальными направляющими.

Обработка глубоких отверстий

Расточка отверстий большого диаметра или отверстий большой глубины, особенно в сочетании этих двух факторов, требует специальных инструментальных решений и комплексного подхода к повышению жесткости системы СПИД. В дополнение к обычным требованиям, таким как максимально возможный диаметр расточной оправки, обеспечение надежной эвакуации стружки, выбор острокромочной позитивной режущей геометрии, главного угла в плане близкого к 90 градусам и малого радиуса при вершине, может потребоваться использование оправок с особыми свойствами. Расточные оправки для глубоких отверстий должны обладать демпфирующими свойствами, чтобы препятствовать возможному возникновению вибраций независимо от вида используемых режущих головок. Это свойство приобретает особую важность, когда необходима высокая точность и качество поверхности.

Жесткость крепления оправок является решающим фактором успешной работы с большим вылетом. Нужно обеспечить большую площадь контактной поверхности. Поэтому наилучшие результаты достигаются при использовании хвостовика Coromant Capto или при установке цилиндрического хвостовика в длинной втулке с натягом.

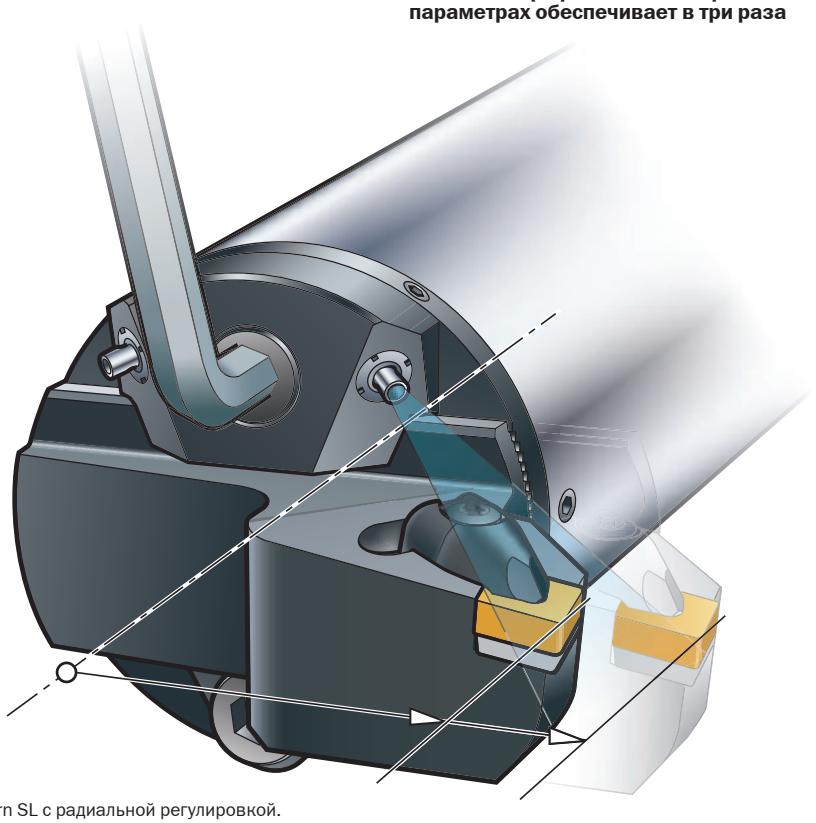
При обработке с вылетом около 10 диаметров и более используются конструкции оправок со встроенным демпфером или с усиленным твердосплавным хвостовиком. Иногда эти конструктивные элементы комбинируют в одной оправке. Встроенный демпфер представляет собой упруго закрепленное внутри оправки тяжелое твердосплавное тело. Жесткость системы настраивается так, чтобы при возникновении вибраций тело колебалось в противофазе возмущениям. Твердосплавный хвостовик при равных геометрических параметрах обеспечивает в три раза



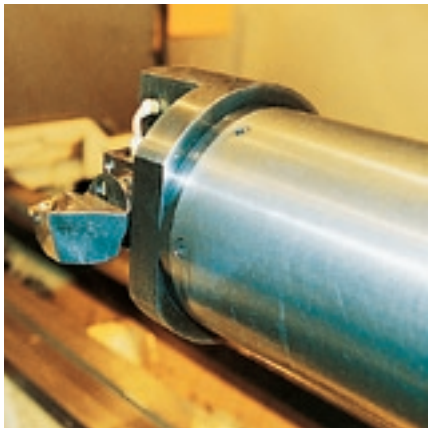
меньший прогиб под действием сил резания благодаря более высокому модулю упругости материала. Антивибрационные свойства твердосплавных оправок повышаются и из-за большей массы по сравнению со стальными. У оправок небольшого размера твердосплавный хвостовик изготавливается цельным. В оправках большего размера он может набираться из отдельных твердосплавных колец, стянутых стальным центральным стержнем.

Для правильной работы демпфирующей системы оправки необходима высокая жесткость закрепления ее хвостовика. Сечение хвостовика оправки должно быть настолько большим, насколько это позволяет выполняемая операция. Режущая часть инструмента наоборот должна иметь возможно меньшую массу. Когда форма обрабатываемой детали позволяет изготовить оправку с умешенным диаметром режущей части это благоприятно сказывается на ее работоспособности. Иногда оправки выполняются коническими.

Система CoroTurn SL (соединение 570) одновременно обеспечивает высокую жесткость, возможность уменьшения диаметра режущей головки, ее быстросменность и возможность регулирования радиального вылета режущей кромки (размер f1). Для всех оправок с диаметром более 40 мм размер соединения выполняется уменьшенным до 40 мм, что позволяет использовать широкий ассортимент режущих головок унифицированного присоединительного размера.



CoroTurn SL с радиальной регулировкой.



Жесткость крепления оправок является решающим фактором успешной работы с большим вылетом.

Использование демпфирующих оправок для подавления вибраций

Обычно вибрации при обработке резании возникают в результате динамического взаимодействия инструмента и материала обрабатываемой заготовки. Источником энергии колебаний служит переменная составляющая сил резания возникающих при взаимодействии инструмента с заготовкой. Силы резания являются следствием пластического деформирования структуры материала заготовки и приводят к отжиму инструмента. Прерывистый характер самого процесса резания, а также случайные факторы, такие как твердые включения в заготовке, приводят к изменению отжима резца и его периодическому врезанию в заготовку. В определенных условиях эти колебания становятся незатухающими и приводят к резонансу всей системы СПИД на одной из собственных частот. Расточная оправка с большим вылетом наиболее часто оказывается слабым звеном в системе СПИД и, соответственно, источником вибраций.

Чтобы обеспечить требуемую стабильность процесса обработки приходится снижать режимы резания или уменьшать сечение среза. Но от этого страдает производительность обработки, которая является приоритетом. Следовательно, это неверный путь борьбы с вибрациями. Необходимо найти решение позволяющее устранить вибрации на высоких режимах без снижения эффективности обработки. Использование антивибрационных расточных оправок со встроенным демпфером позволяет изменить динамическую податливость системы СПИД, и сделать процесс резания стабильным.

Обычно обработка оправками с вылетом не превышающим 4-х диаметров не вызывает проблем с точки зрения вибраций, конечно при условии правильного выбора пластин и режимов резания. При вылетах более 4 диаметров, тенденция к появлению вибраций усиливается и эффективным решением проблемы становится переход на оправки со встроенным демпфером. С их использованием обработка отверстий на глубину до 14-ти диаметров оправки может быть произведена с хорошим результатом.

Увеличение вылета оправки с от 4-х до 10-ти диаметров приводит, при той же силе резания, к возрастанию отжима оправки в 16 раз. Если вылет увеличивать дальше с 10 до 12-ти диаметров оправки, то ее отжим возрастет еще на 70% при той же силе резания. Если вылет оправок принять одинаковым, то отжим оправки диаметром 25 мм будет на 62% больше, чем отжим оправки диаметром 32 мм при одинаковой нагрузке. Во всех случаях снижение массы режущей части на конце оправки ведет к снижению склонности к вибрациям.

Антивибрационные оправки со встроенным демпфером, настроенные на подавление колебаний с частотой, обусловленной определенным вылетом

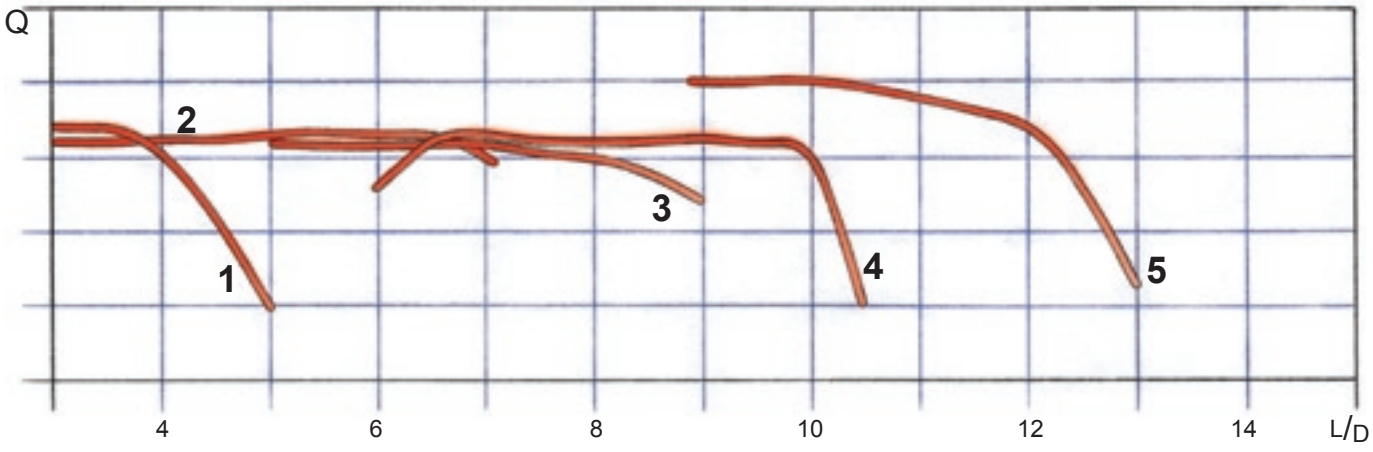
инструмента также часто называют Silent Tools (бесшумные инструменты). В большинстве случаев с их помощью решить проблему вибраций удается сразу после замены обычных стальных оправок.

Основной деталью конструкции встроенного демпфера является инерционное тело, выполненное из материала с высоким удельным весом. Оно упруго подвешивается в полости оправки на двух резиновых втулках в максимальной близости к ее переднему концу. Все свободное пространство внутри полости оправки заполнено специальной вязкой жидкостью. В случае возникновения колебаний при обработке, инерционное тело приходит в движение. Настройка частотной характеристики системы такова, что колебания конца оправки и инерционного тела находятся в противофазе, и их энергия эффективно поглощается. Как результат вибрации сводятся к минимуму, что позволяет повысить производительность обработки.

Основные детали демпфера:
A: инерционное тело,
B: резиновые втулки,
C: специальная вязкая жидкость.

1. Стальные расточные оправки
2. Твердосплавные расточные оправки
3. Стальные антивибрационные оправки короткой серии
4. Стальные антивибрационные оправки длинной серии
5. Усиленные твердосплавные антивибрационные расточные оправки

Q = скорость снятия материала (см³/мин)



Рекомендуемые комбинации использования расточных оправок, втулок и адаптеров

Втулки EasyFix для оправок с цилиндрическим хвостовиком

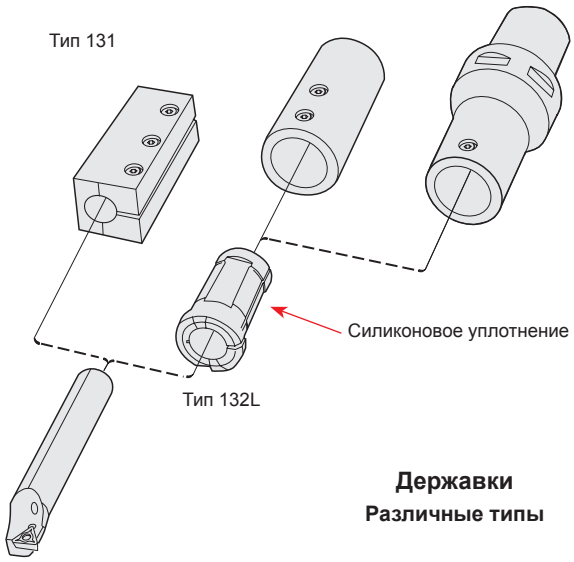
EasyFix ….

…. это очень надежный способ закрепления расточных оправок с цилиндрическим хвостовиком посредством разрезных втулок. Большая контактная поверхность сводит к минимуму риск появления вибраций. Втулки EasyFix обеспечивают точность расточной оправки по высоте оси центров станка. Такой метод крепления сокращает время наладки, а также уменьшает «отжим» инструмента в процессе обработки, что обеспечивает точность и высокое качество обработанной поверхности при работе с большими вылетами.

Использование втулок EasyFix является самым простым способом достижения точности установки режущей кромки цилиндрических расточных оправок по высоте центров станка благодаря встроенному шариковому фиксатору. Выпускается три типа втулок EasyFix для закрепления небольших оправок с диаметрами хвостовиков от 5 до 25 мм.

Цилиндрические втулки типа 132L для использования в адаптерах по ISO 9766, установленных в револьверных головках станков. Втулки имеют зажимную часть аналогичную стандартным сверлам, что позволяет использовать их в стандартных адаптерах Whistle Notch и Weldon. Возможно закрепление втулок в адаптерах Coromant Capto типа 391.25 или 391.27.

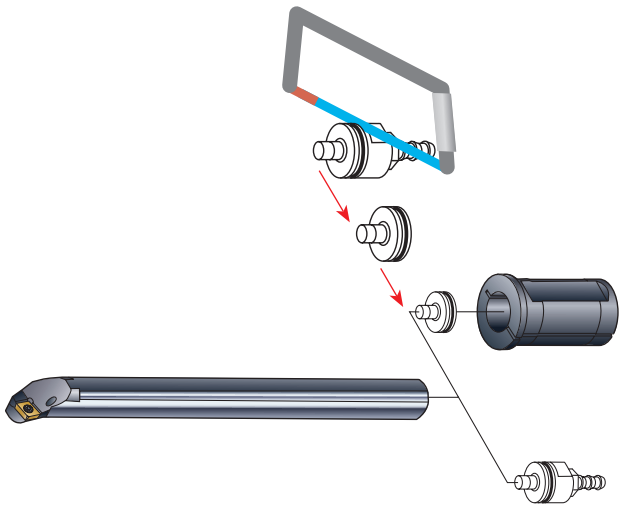
В пазу втулок размещено силиконовое уплотнение, что позволяет работать с внутренним подводом СОЖ. Призматические втулки Easy Fix типа 131 предназначены для использования на универсальных станках. После затяжки винтов резной клеммный зажим обеспечивает надежное закрепление оправки.



Державки
Различные типы

Подсоединение оправок к системе подачи СОЖ

Все оправки CoroTurn 111 (за исключением антивибрационных с демпфером) имеют канал для внутренней подачи СОЖ. Ниппели предназначены для подачи СОЖ от системы наружного подвода через шланг. При необходимости их можно укоротить и использовать в качестве уплотнителей, устанавливаемых внутрь втулок для зажима инструмента в револьверные головки с подводом СОЖ через отверстия.



Выбор токарного инструмента

Параметры выбора

Перечень параметров для обоснованного выбора инструмента

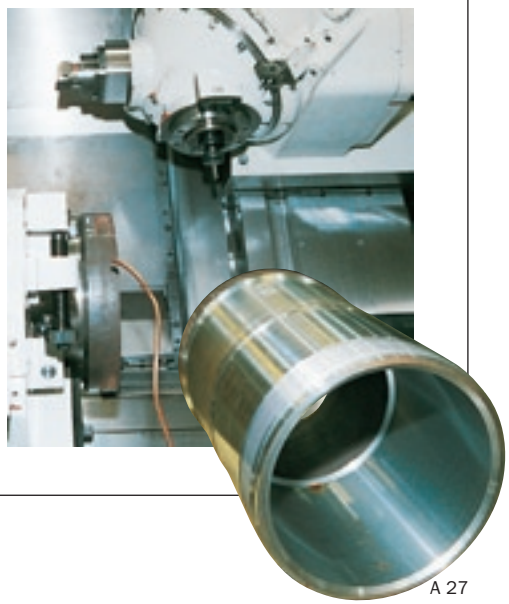
- **конструкция детали и требования к ней**
  размер детали, требуемая форма, длина детали, перепад диаметров, склонность к вибрациям, размерные допуски и шероховатость поверхности, возможности закрепления и т.д.
- **необходимые операции**
  наружная и/или внутренняя обработка, черновая, получистовая, чистовая и дополнительная обработка, оптимальное число проходов, оптимизация возможностей, необходимое число установов, обработка осевым инструментом и т.д.
- **надежность и условия обработки**
  вход инструмента в резание, прерывистое резание, закрепление инструмента, вылет инструмента, размер инструмента, форма и состояние заготовки, тенденция к вибрациям, состояние оборудования, энергомощность и характеристики привода и т.д.
- **выбор оборудования и его возможности**
  число гнезд инструмента, мощность, вращающий момент, возможности выполнения дополнительных операций, приводной инструмент, расширенные технологические возможности за счет наличия нескольких осей, тип производства, подвод охлаждения, закрепление инструмента и т.д.
- **материал детали**
  код по классификации Coromant, твердость, состояние поставки, прочностные характеристики, обрабатываемость, пруток, отливка или поковка, предварительно обработанная или нет, допуск, возможности обработки с охлаждением или без него и т.д.
- **номенклатура инструмента**
  унификация, применение современного инструмента, система крепления инструмента, необходимое количество инструментальных гнезд, управление инструментальными потоками, выбор и выполнение технологии, стандартизация, своевременная доставка инструмента и т.д.
- **экономичность обработки**
  оптимизация методов обработки, сокращение цикла обработки, повышение стойкости инструмента, применение новейших разработок, повышение надежности обработки, применение гибких производственных систем, минимизация межоперационных заделов, затраты на деталь, определение приоритетных задач, сокращение времени простоев и т.д.

Рекомендуемая последовательность выбора токарного инструмента

- Державка
- Сменная пластина
  - форма
  - размер
  - радиус при вершине
  - геометрия
  - сплав
- Режимы резания

Практические советы по внутренней обработке

- По возможности выбирайте оправку максимального диаметра, при этом следите, чтобы между оправкой и отверстием было достаточно места для свободной эвакуации стружки.
- Убедитесь, что отвод стружки соответствует выбранным режимам обработки и типу образующейся стружки.
- Выбирайте инструмент с наименьшим вылетом, но с достаточной длиной для закрепления. Длина закрепления должна быть не меньше трех диаметров оправки.
- Выбирайте главный угол в плане близким к 90° (но не менее 75°), чтобы сила резания была направлена вдоль оси оправки.
- Предпочтение должно отдаваться позитивным пластинам с положительной геометрией для минимизации «отжима».
- Выбирайте радиус при вершине пластины меньше глубины резания.
- Пластины с тонким покрытием или непокрытые пластины обычно обеспечивают усилия резания ниже, чем пластины с более толстым покрытием. Это особенно актуально для деталей с большим соотношением длины и диаметра. Острая режущая кромка обычно способствует повышению качества обрабатываемого отверстия, за счет уменьшения вибраций.
- Геометрии с открытым стружколомом (такие как пластины R/L-K) часто являются наиболее предпочтительными для операций растачивания.
- Слишком малое значение глубины резания ведет к возникновению вибраций из-за того, что процесс резания переходит в процесс затирания.
- Чрезмерная длина контакта инструмента с деталью (большая глубина резания и/или подача) может вызывать склонность к вибрациям.
- На некоторых операциях целесообразно применять сплав повышенной прочности, способный выдерживать любые сложности с замином стружки и имеющий невысокую склонность к вибрациям.
- При неудовлетворительном стружкообразовании измените траекторию движения инструмента.



Выбор токарного инструмента

1 Рассмотрите возможные варианты инструментального оснащения

Используйте модульную систему Coromant Capto или традиционный инструмент в зависимости от возможности закрепления в револьверной головке или шпинделе станка.

2 Определитесь с типом операции и закрепления пластин

Тип операции

- Наружное/Внутреннее точение

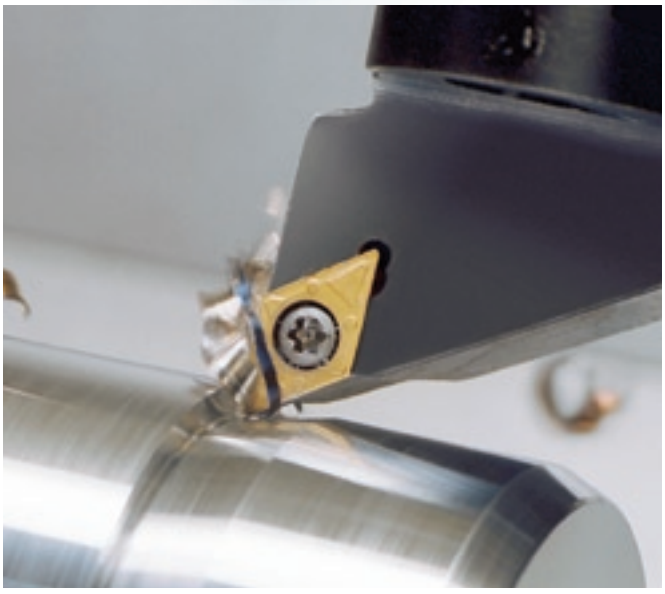
Вид обработки

- Непрерывное резание
- Профильная обработка
- Подрезка торца
- Точение в разгонку с врезанием

Система закрепления пластин

- Негативная пластина: CoroTurn RC
  T-MAX P

- Позитивная пластина: CoroTurn 107
  CoroTurn 111



3 Выберите режущую пластину

- Форма
- Размер
- Геометрия
- Область применения
- Радиус при вершине
- Сплав

Коды заказа для державок и пластин смотрите в соответствующих таблицах.

4 Режимы резания

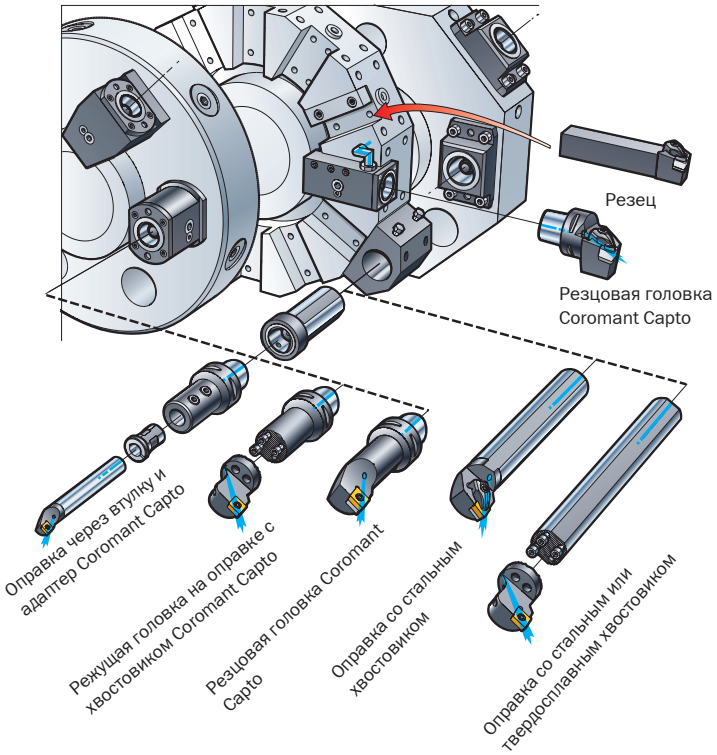
Начальные значения для скоростей резания и подач при обработке различных материалов указаны на этикетке, приклеенной на пластмассовый пенал-упаковку, что позволяет сразу начать обработку

Перед началом выбора ознакомтесь со всеми возможными вариантами

Перед началом выбора изучите все существующие виды инструментальной оснастки. Возможно среди них появились новые решения, например, модульный тип оснастки, новый тип державок или пластин?

Для получения максимальной производительности и высокой экономической эффективности Sandvik Coromant рекомендует использовать систему Coromant Capto, которая обеспечивает точность и жесткость закрепления инструмента. Имеется широкий выбор базовых держателей, резцовых головок, переходников и адаптеров. Sandvik Coromant также предлагает полную программу традиционных державок резцов.

Револьверные головки

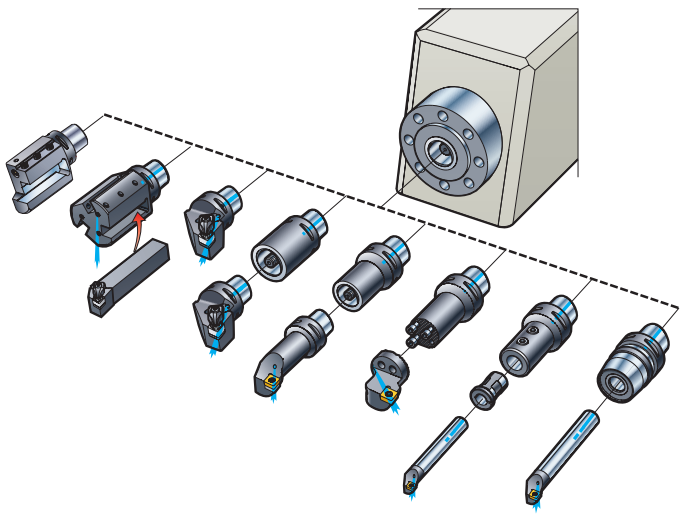


Возможные варианты установки:
– тип хвостовика
– VDI
– встраиваемый гидравлический зажим

Все эти типы револьверных головок могут быть оснащены стандартными базовыми блоками Capto. Могут использоваться любые другие виды инструмента.

Быстросменная модульная система Coromant Capto
- Лучший выбор, когда требуется быстросменность
- Широкий выбор базовых блоков и режущих головок
- Максимальное снижение затрат на обработку детали

Традиционные державки
- Закрепляются непосредственно в револьверную головку
- Альтернатива, если замена инструмента происходит редко

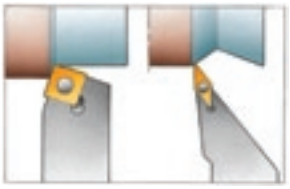


Coromant Capto в шпинделе токарно-фрезерного обрабатывающего центра

Модульная оснастка Coromant Capto
Система модульной оснастки Coromant Capto широко используется и легко встраивается в шпиндели токарно-фрезерных обрабатывающих центров.

Преимуществом системы модульной оснастки Coromant Capto является универсальность и оптимальная производительность при работе как стационарным, так и вращающимся инструментом.

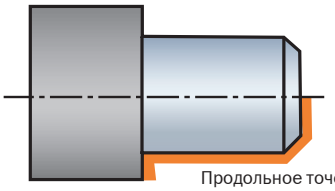
Выбор державки



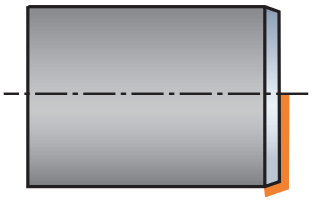
Система крепления
В первую очередь необходимо выбрать систему крепления пластин в корпусе державки, которая обеспечит оптимальную производительность обработки в достаточно широком диапазоне применения. Выбор системы крепления пластин будет определяться типом операции и, в некоторой степени, размером обрабатываемой заготовки. К державке для черного точения крупногабаритных деталей предъявляются несколько иные требования, чем к державке для чистовой обработки мелкоразмерных деталей.

За основу, при выборе системы крепления, могут быть взяты рекомендации, представленные на следующих страницах. Важно внимательно изучить каждый тип применения, особенно если возможности разных систем перекрывают друг друга. Для каждой системы крепления показаны основные типы операций. Наиболее предпочтительным является применение современных систем крепления:

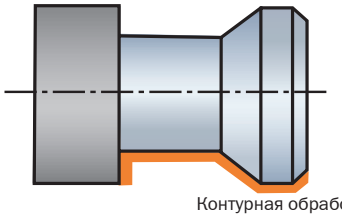
CoroTurn RC и CoroTurn 107



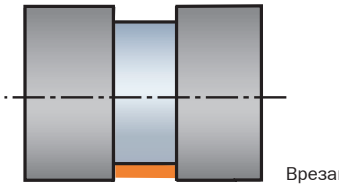
1 Продольное точение



2 Подрезка торца



3 Контурная обработка



4 Врезание

Надежное крепление пластины и державки определяют стабильность процесса в целом.

При контурной обработке необходимо учитывать кинематический главный угол в плане (κ1). Для каждого типа державки существует предельный угол врезания (β) для контурной обработки, более подробную информацию о котором можно найти в разделе, посвященном профильной обработке.

Когда выбор системы крепления сделан, **необходимо выбрать тип и размер державки.** Они зависят от направления подачи, величины припуска, вида заготовки и от системы крепления на станке, а также от требуемых возможностей по обработке. В случае присутствия контурной обработки, форма детали имеет решающее значение.

При обработке поверхности сложной формы все операции должны быть разделены на базовые, для подбора наиболее оптимального типа державки. Продольное точение (1), подрезка торца (2), контурная обработка (3) и врезание (4). Существует еще контурная обработка пластинами круглой формы, но ее можно отнести к контурной обработке.

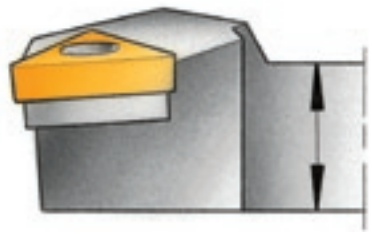
Тип державки зависит от требуемого главного угла в плане и от угла при вершине пластины. На данном этапе выбора необходимо учитывать силы резания, прочность режущей кромки и возможности инструмента.

Когда речь идет о контурной или профильной обработке, необходимо рассматривать понятие кинематического главного угла в плане (κ1). Для каждого типа державки существует предельное значение угла врезания (β).

Эту информацию необходимо сочетать с основными рекомендациями для выбранной формы пластины.

По возможности выбирайте державку максимальной высоты (h). Это позволит вести обработку с большими вылетами и обеспечит максимально жесткое закрепление режущей пластины.

Размер державки должен быть согласован с выбранным размером пластины, для которой определена эффективная длина режущей кромки. По возможности рекомендуется выбирать наименьший главный угол в плане, что соответствует наилучшим условиям обработки.



Державки для внутренней обработки

- Для отверстий большого диаметра выбирайте расточные оправки с типом крепления CoroTurn RC.

Выбирайте расточные оправки CoroTurn 107 для обработки отверстий малых и средних диаметров с позитивными пластинами, обеспечивающими низкие усилия резания.

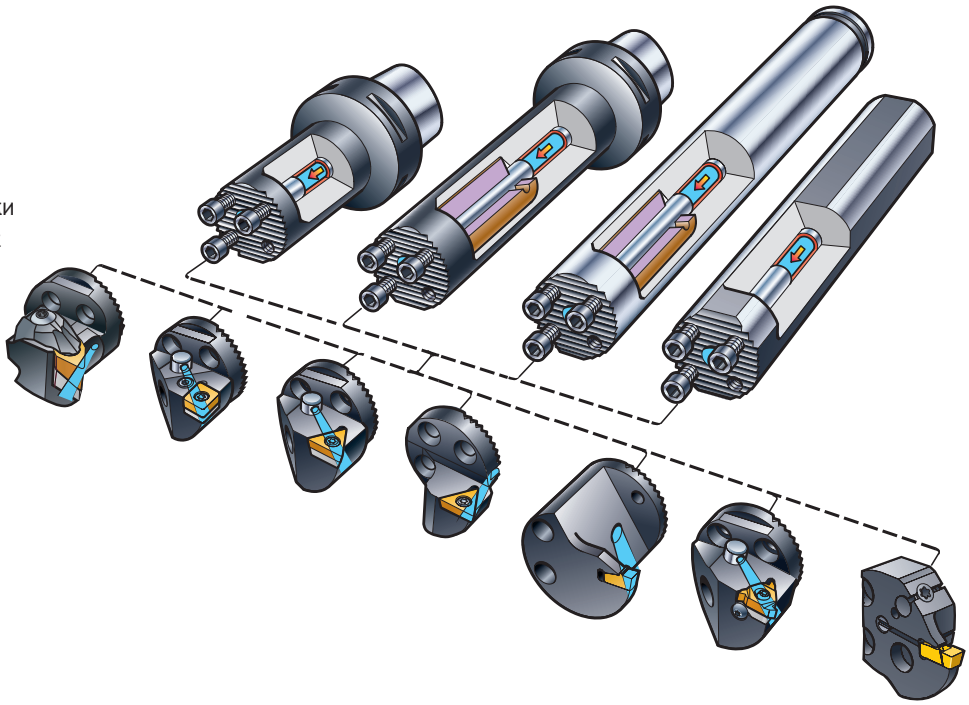
- Для обработки небольших отверстий, при работе с большими вылетами или при использовании виброгасителей рекомендуется выбирать оправки с типом крепления CoroTurn 111.

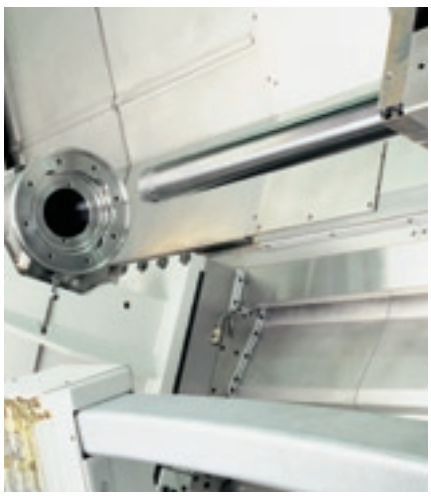
- CoroTurn XS для обработки отверстий в мелкоразмерных деталях.

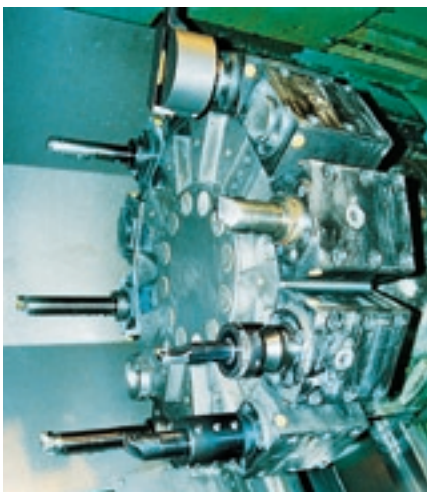
- Рассмотрите вариант применения расточных оправок 570-ой серии со сменными режущими головками CoroTurn SL, отлично зарекомендовавших себя для большинства типов операций. Оправки доступны как с хвостовиком Coromant Capto, так и с хвостовиком обычного типа. Диапазон обрабатываемых диаметров 10 – 100 мм, вылет до 10 диаметров, с использованием настраиваемого виброгасителя.

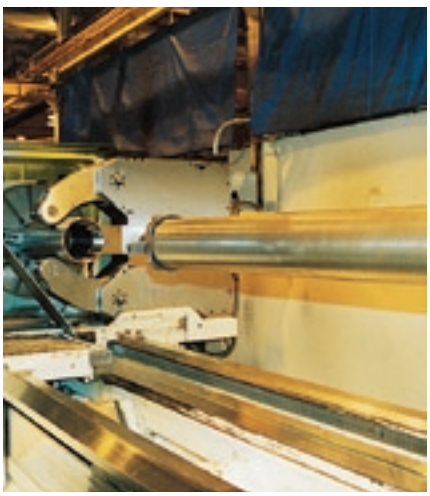
Быстросменные режущие головки CoroTurn SL для отверстий большого диаметра (минимальный диаметр отверстия 100 мм) имеют возможность радиальной регулировки (размер f1). В нашей программе вы сможете найти адаптеры CoroTurn SL диаметром 40 мм 570-ой серии для их использования вместе с режущими лезвиями CoroCut SL, с головками 570 типа, а также адаптеры для призматических державок.

- Для растачивания отверстий большого диаметра (часто выполняемого на станках с горизонтальными направляющими) рекомендуется использовать антивибрационные оправки со встроенным демпфером типа 580. Диаметр расточных оправок от 100 до 300 мм при вылете до 10 диаметров. Система 580 включает также адаптеры для Capto, режущих головок CoroTurn SL (570) и призматических державок.

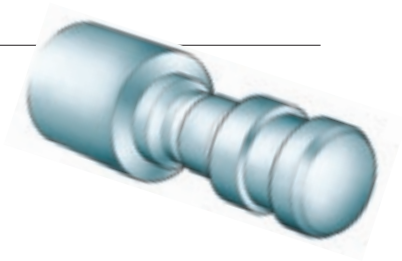


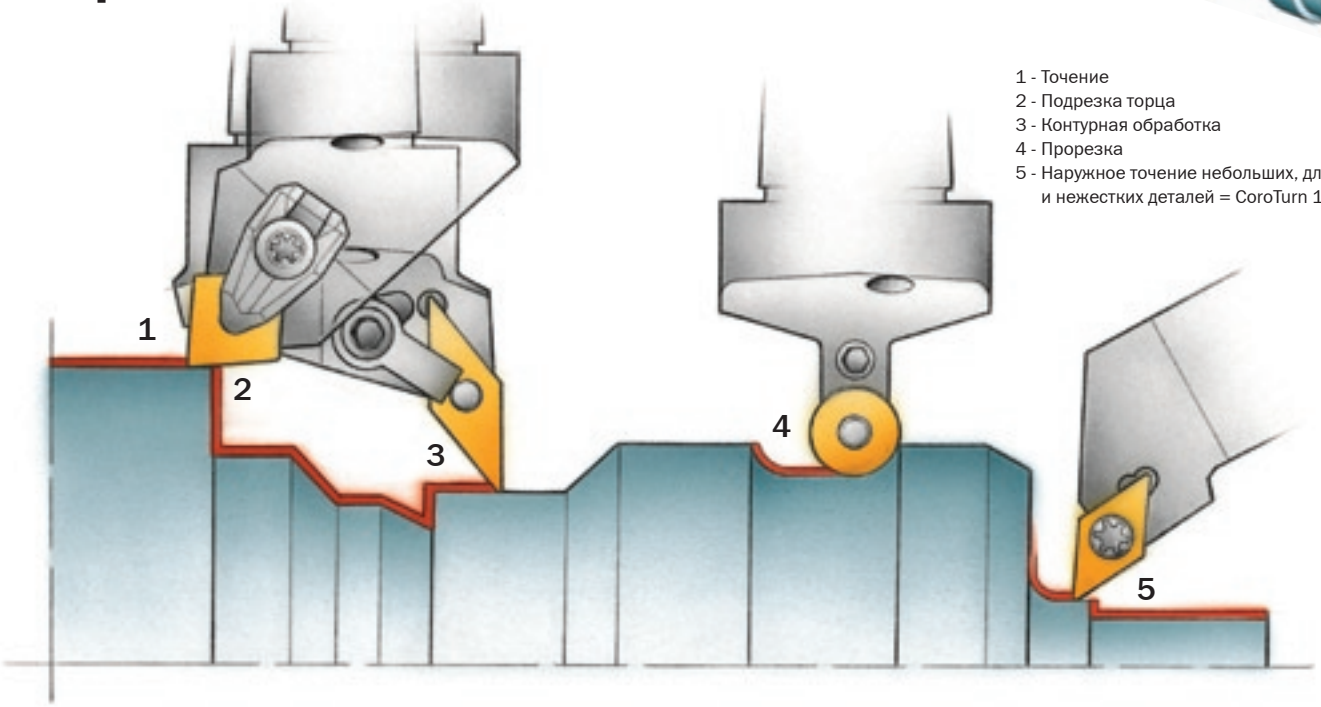




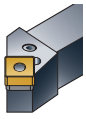
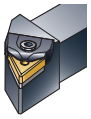
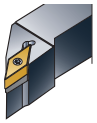
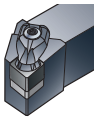
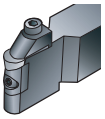
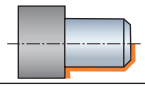
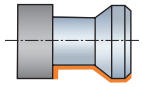
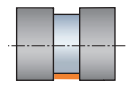


Инструмент для наружной обработки





1 - Точение
2 - Подрезка торца
3 - Контурная обработка
4 - Прорезка
5 - Наружное точение небольших, длинных и нежестких деталей = CoroTurn 107

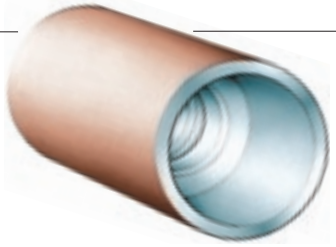
Инструментальная система		Пластины без задних углов: CoroTurn RC	Пластины без задних углов: T-MAX P		Позитивные пластины CoroTurn 107	Пластины из керамики и CBN: CoroTurn RC	Пластины из керамики и CBN: T-MAX
Система крепления		Прижим повышенной жесткости	 Прижим рычагом за отверстие	 Прижим клин-прихватом сверху	 Крепление винтом	 Прижим повышенной жесткости	 Крепление прихватом сверху
Операция	Продольное точение/ Подрезка 	●●	●	●	●	●●	●
	Контурная обработка 	●●	●	●	●●	●●	●
	Подрезка торца	●●	●	●	●	●●	●
	Врезание 		●		●●		●●

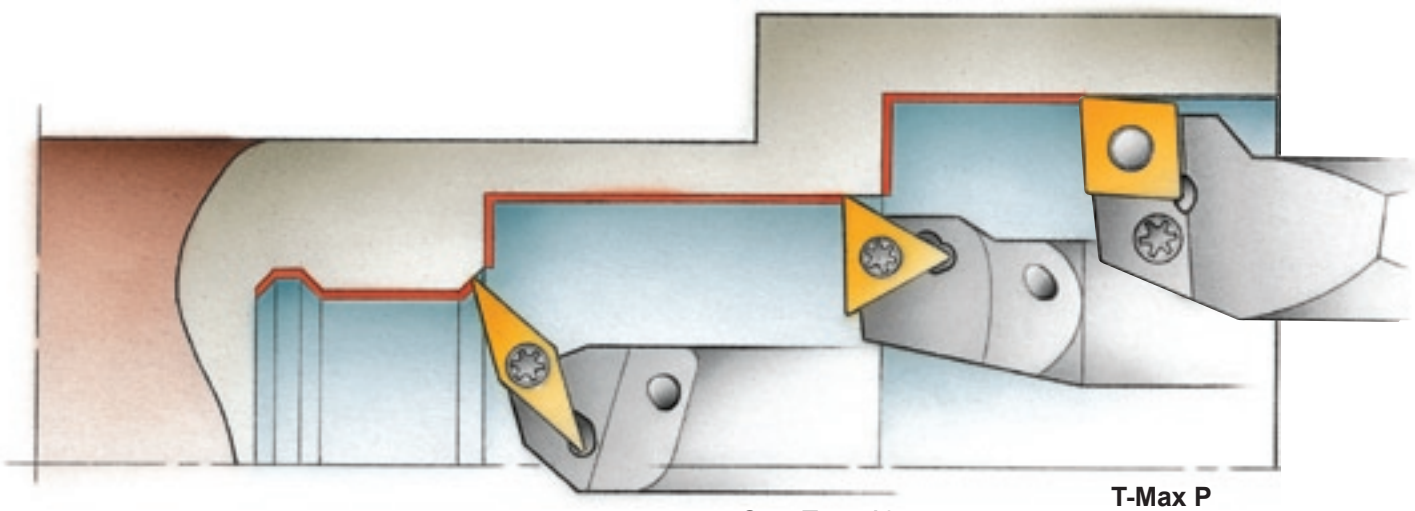
●● = Рекомендуемая система крепления инструмента

● = Возможный вариант

SANDVIK Coromant

Инструмент для внутренней обработки



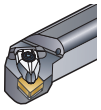
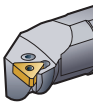
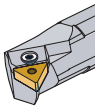
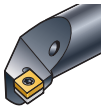
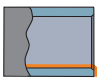
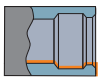
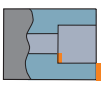


CoroTurn XS
Обработка отверстий очень маленького диаметра, начиная от 1 мм (Мелкоразмерная обработка)

CoroTurn 107
Первый выбор для обработки отверстий малых и средних диаметров (от 8 мм)

CoroTurn 111
Для оптимизированного растачивания отверстий в случае больших вылетов инструмента

T-Max P
Растачивание больших отверстий (диаметром от 20 мм) с небольшим вылетом и в стабильных условиях

Инструментальная система		Пластины без задних углов			Позитивные пластины		Пластины из керамики и CBN
		CoroTurn RC	T-MAX P		CoroTurn 107	CoroTurn 111	T-MAX
Система крепления		 Прижим повышенной жесткости	 Прижим рычагом за отверстие	 Прижим клин-прихватом сверху	 Закрепление пластин винтом		Крепление прихватом сверху
Операция	Продольное точение/ Подрезка 	●●	●●	●	●●	●●	●
	Контурная обработка 	●	●		●●	●●	
	Подрезка торца 	●	●		●●	●	●

●● = Рекомендуемая система крепления инструмента

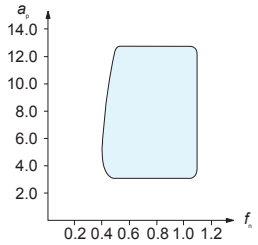
● = Возможный вариант

Пластины без задних углов – T-MAX P

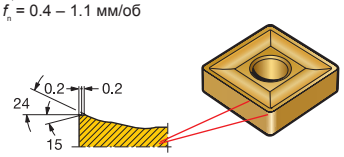
Рабочая область	Описание геометрии	Применение

31

Односторонние пластины



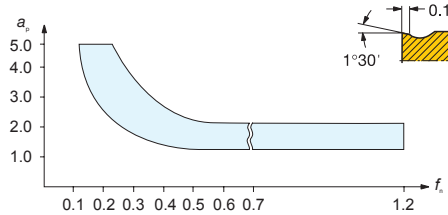
SNMM 19 06 16-31
a_p = 3.0 – 12.7 мм
f_n = 0.4 – 1.1 мм/об

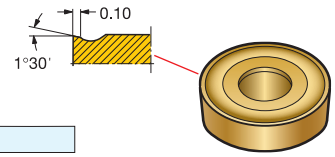


31 – для черновой обработки
стали
Подача: 0.4 – 1.5 мм/об; глубина резания: 3 – 16 мм
Вид обработки: продольное точение и подрезка
Тип деталей: валы, оси, шестерни и т.д.
Достоинства: усиленная режущая кромка с открытой позитивной стружколомающей геометрией
Ограничения: склонность к повышенным силам резания
Основные рекомендации: Лучшим образом сочетается с универсальным сплавом GC4025.
Возможная оптимизация: применение односторонних пластин с геометрией PR, QR и WR.

RNMG

RNMG 12 04 00
a_p = 1.2 – 4.8 мм
f_n = 0.12 – 1.2 мм/об

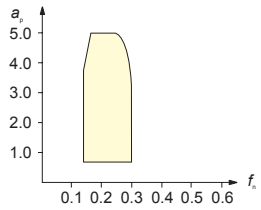


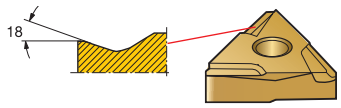


RNMG - для чернового и получистового точения
конструкционных и нержавеющих сталей и чугуна
Подача: 0.2 – 0.5 мм/об; глубина резания: 1.5 – 5.0 мм
Вид обработки: в основном профильная обработка
Тип деталей: валы, оси, железнодорожные колеса и т.д.
Достоинства: высокая надежность благодаря прочной режущей кромке
Ограничения: неудовлетворительное стружкообразование вследствие круглой формы пластины, пластина может проворачиваться в гнезде на высоких режимах обработки
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с надежным (прочным) сплавом GC4025.
Возможная оптимизация: в случае проблем со стружколомаением выберите другую пластину, если возможно.

R/L-K

TNMG 16 04 04 R-K
a_p = 0.7 – 5.0 мм
f_n = 0.14 – 0.3 мм/об

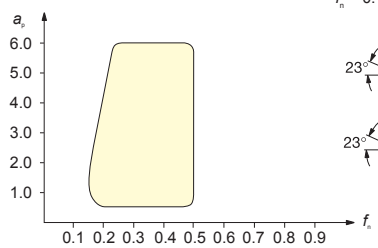


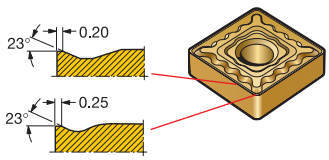


R/L-K - для чистового точения
с мягким процессом резания и низкими усилиями при точении сталей и нержавеющих сталей
Подача: 0.14 – 0.35 мм/об; глубина резания : 0.7 – 5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: нежесткие детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности
Достоинства: Положительная геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, подходит для обработки нежестких валов, тонкостенных деталей и для обработки нежестко закрепленных заготовок
Ограничения: по глубине резания и подаче, необходимость выбора правого или левого исполнения, открытая геометрия может ограничивать возможности стружколомания
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким сплавом GC4015. Используйте кермет, когда требуется обеспечить качество обработанной поверхности, и когда есть ограничение по скорости.
Возможная оптимизация: применение геометрий PF, MF и керметов.

SM

CNMG 12 04 08-SM
a_p = 0.5 – 6.0 мм
f_n = 0.17 – 0.5 мм/об



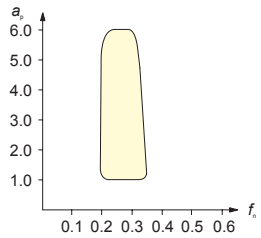


SM - для получистового и чернового точения
стали и нержавеющих сталей, на операциях, требующих повышенной прочности режущей кромки
Подача: 0.1 – 0.65 мм/об; глубина резания: 0.5 - 7 мм
Вид обработки: продольное точение, подрезка и профильная обработка
Тип деталей: валы, оси, ступицы, шестерни и т.д.
Достоинства: надежная обработка поверхностей с включениями и в условиях прерывистого резания
Ограничения: контроль за стружкообразованием
Основные рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрию PR (одностороннюю и двустороннюю пластины), QR и MR (двустороннюю), особенно в сочетании со сплавом GC4025.
Возможная оптимизация: применение геометрий PM, PR (одностороннее и двустороннее исполнение пластин), WM, QR и MR (одностороннее исполнение)

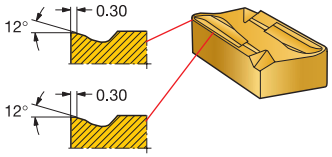
Пластины без задних углов – T-MAX P

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

KNMX

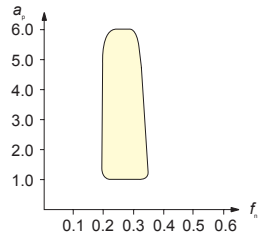


KNMX 16 04 05R-71
a_p = 1.0 – 6.0 мм
f_n = 0.2 – 0.35 мм/об

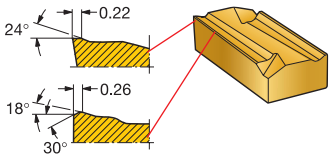


KNMX (одностороннее исполнение) – для чистового и получистового точения
нержавеющих и конструкционных сталей
Подача: 0.2 – 0.7 мм/об; глубина резания: 1 – 6 мм
Вид обработки: контурная обработка и продольное точение
Тип деталей: оси, валы, ступицы и т.д.
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей при наличии склонности к вибрациям. Хорошее стружкодробление при небольших величинах подачи и глубины резания
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким сплавом GC4015.
Возможная оптимизация: применение геометрий PF и MF с позитивными или односторонними пластинами

KNUX

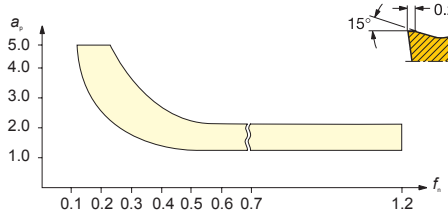


KNUX 16 04 05R11
a_p = 1.0 – 6.0 мм
f_n = 0.2 – 0.35 мм/об

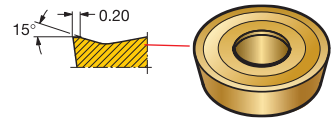


KNUX (одностороннее исполнение) – для чистового и получистового точения
нержавеющих и конструкционных сталей
Подача: 0.2 – 0.7 мм/об; глубина резания: 1 – 8 мм
Вид обработки: контурная обработка и продольное точение
Тип деталей: оси, валы, ступицы и т.д.
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей при наличии склонности к вибрациям.
Ограничения: по глубине резания и подаче, при низких подачах возможен риск ухудшения условий для стружкообразования
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании со сплавом GC4015.
Возможная оптимизация: применение геометрий PF и MF как для позитивных, так и для негативных пластин

RCMX **Односторонние пластины**



RCMX 12 04 00E
a_p = 1.2 – 4.8 мм
f_n = 0.12 – 1.2 мм/об

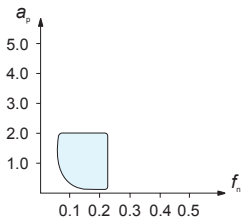


RCMX (односторонняя) – для чистового, получистового и чернового точения крупногабаритных деталей
из стали, нержавеющих сталей, чугуна и жаропрочных сплавов
Подача: 0.25 – 3.2 мм/об; глубина резания: 2.5 – 8 мм
Вид обработки: продольное и контурное точение, подрезка
Тип деталей: поверхности вращения
Достоинства: прочная пластина для надежной обработки
Ограничения: возможно неудовлетворительное стружкообразование вследствие круглой формы пластины
Основные рекомендации: в сочетании с надежным сплавом (например, GC4025) достигается максимальная производительность
Возможная оптимизация: выбрать другую фому пластины в случае, когда форма пластины является причиной неудовлетворительного стружкообразования

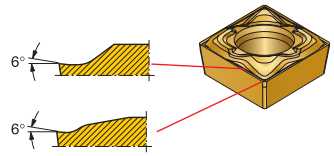
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

PF

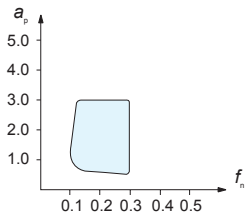


CCMT 09 T3 04-PF
a_p = 0.1 – 2.0 мм
f_n = 0.06 – 0.23 мм/об

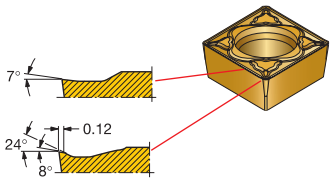


PF – для чистового точения
с хорошим контролем за стружкообразованием для всех видов сталей
Подача: 0.1 – 0.3 мм/об; глубина резания: 0.5 – 2.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Типичные детали: оси, валы, ступицы, шестерни с высокими требованиями к качеству поверхностей
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким сплавом GC4015. Применяйте кермет, когда требуется высокое качество обработанной поверхности и есть ограничение по скорости резания.
Возможная оптимизация: применение геометрий R/L-K, WK, WF и керметов

PM

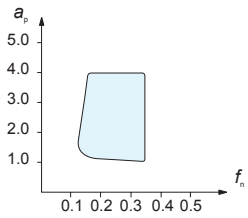


CCMT 09 T3 08-PM
a_p = 0.5 – 3.0 мм
f_n = 0.1 – 0.3 мм/об

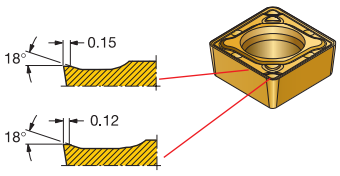


PM – для получистового точения
с широкими возможностями при обработке сталей
Подача: 0.1 – 0.35 мм/об; глубина резания: 0.2 – 4.5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: универсальная геометрия с широким диапазоном применения
Типичные детали: оси, валы, ступицы, шестерни и т.д.
Ограничения: по глубине резания и подаче, возможен риск перенагружения пластины
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании со сплавом GC4015.
Возможная оптимизация: применение геометрии WM

PR

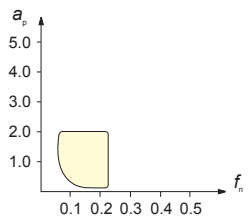


CCMT 09 T3 08-PR
a_p = 1.0 – 4.0 мм
f_n = 0.12 – 0.35 мм/об

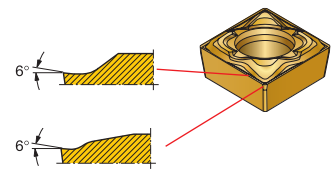


PR – для чернового точения
с высокой скоростью съёма металла при обработке стали
Подача: 0.1 – 0.35 мм/об; глубина резания: 0.2 – 4.5 мм
Операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: универсальная, позитивная геометрия с хорошим балансом между высокой скоростью снятия большого объема металла и минимальной склонностью к возникновению вибрации
Типичные детали: оси, валы, ступицы, шестерни и т.д.
Ограничения: по глубине резания и подаче, возможен риск перенагружения пластины
Основные рекомендации: наибольшая надежность в сочетании с износостойким сплавом GC4025.
Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания)

MF



CCMT 09 T3 04-MF
a_p = 0.1 – 2.0 мм
f_n = 0.06 – 0.23 мм/об

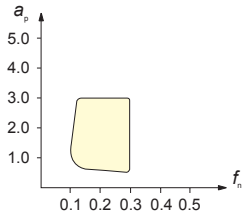


MF – для чистового точения
с надежным стружколоманием при обработке нержавеющих сталей
Подача: 0.05 – 0.30 мм/об; глубина резания: 0.05 – 2.00 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Острокромочная геометрия уменьшает склонность к наростообразованию, что приводит к хорошему качеству поверхности и высокой стойкости.
Типичные детали: в основном детали из нержавеющей стали
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: рекомендуется применять при высоких требованиях к качеству обработанной поверхности
Возможная оптимизация: применение пластин R/L K (острокромочная геометрия)

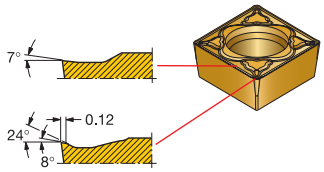
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

MM

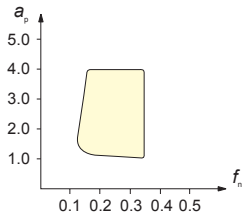


CCMT 09 T3 08-MM
a_p = 0.5 – 3.0 мм
f_n = 0.10– 0.3 мм/об

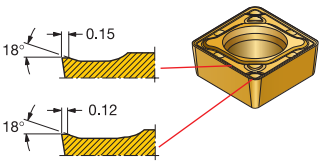


MM – для получистового точения
с широкими возможностями при обработке нержавеющих сталей
Подача: 0.05 – 0.35 мм/об; глубина резания: 0.2 – 4.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: универсальная геометрия с широким диапазоном применения
Типичные детали: в основном детали из нержавеющей стали
Ограничения: нежелательна обработка по корке и работа в условиях прерывистого резания
Основные рекомендации: универсальная геометрия для обработки нержавеющей стали
Возможная оптимизация: применение геометрии MR для прерывистого резания включительно

MR

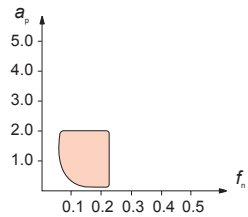


CCMT 09 T3 08-MR
a_p = 1.0 – 4.0 мм
f_n = 0.12 – 0.35 мм/об

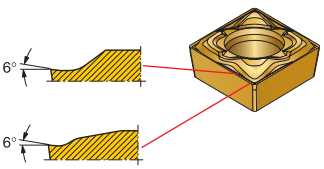


MR – для чернового точения с высокой скоростью съёма металла при работе по нержавеющей стали
Подача: 0.10 – 0.45 мм/об; глубина резания: 0.8 – 5 мм
Операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: универсальная, позитивная геометрия с хорошим балансом между высокой скоростью снятия большого объема металла и минимальной склонностью к возникновению вибрации. Рекомендуется при прерывистой обработке. Также пригодна для точения на средних режимах обработки.
Типичные детали: в основном детали из нержавеющей стали
Ограничения: риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с универсальным и надежным (прочным) сплавом GC2025.
Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания)

KF

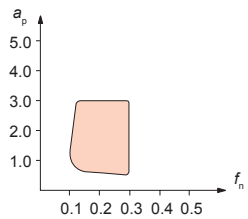


CCMT 09 T3 04-KF
a_p = 0.1 – 2.0 мм
f_n = 0.06 – 0.23 мм/об

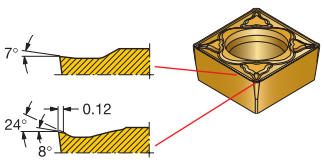


KF – для чистового точения
серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом
Подача: 0.05 – 0.30 мм/об; глубина резания: 0.05 – 2.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Уменьшает выкрашивания при обработке с ударами. Обеспечивает хорошее качество поверхности.
Типичные детали: в основном детали из чугуна
Ограничения: ограниченная область применения по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: лучшие показатели производительности обеспечивает в комбинации с универсальным сплавом GC 3215.
Возможная оптимизация: применение геометрии WF.

KM



CCMT 09 T3 08-KM
a_p = 0.5 – 3.0 мм
f_n = 0.1 – 0.3 мм/об

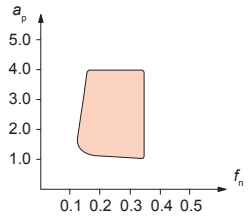


KM – для получистового точения
серого и высокопрочного чугуна
Подача: 0.1 – 0.35 мм/об; глубина резания: 0.2 – 4.5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: позволяет вести стабильную обработку без вынужденных остановок
Типичные детали: в основном детали из чугуна.
Ограничения: недостаточно прочная режущая кромка для применения в условиях прерывистого резания.
Основные рекомендации: универсальная геометрия для обработки серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.
Возможная оптимизация: применение геометрии WM

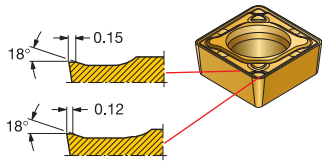
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

KR



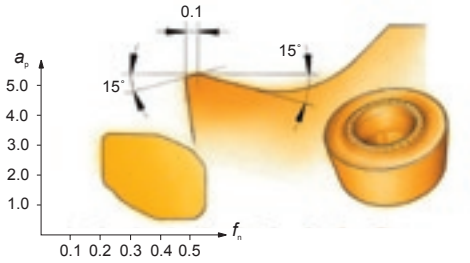
CCMT 09 T3 08-KR
a_p = 1.0 – 4.0 мм
f_n = 0.12 – 0.35 мм/об



KR – для черновой обработки
серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом
Подача: 0.1 – 0.45 мм/об; глубина резания: 0.8 – 5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: широкие возможности для черновой обработки, позитивная геометрия дает идеальный баланс между высокой скоростью съема металла и низкой склонностью к возникновению вибраций. Пригодна для работы с ударом.
Типичные детали: в основном детали из чугуна
Ограничения: тенденция к высоким силам резания при малых глубинах резания и/или подаче.
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким и надежным сплавом GC3215.
Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания)

SM

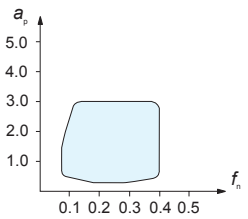
a_p = 0.5 – 3.0 мм
f_n = 0.2 – 0.5 мм/об



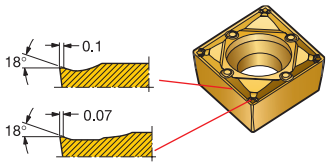
SM –для чистового и получистового точения
жаропрочных и титановых сплавов
Подача: 0.15 – 2.0 мм/об; глубина резания: 0.3 – 6.5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, предназначена для резания труднообрабатываемых сплавов пластинами круглой формы, снижающими образование проточин.
Типичные детали: в основном детали из этих материалов
Ограничения: доступна только для пластин круглой формы
Основные рекомендации: наибольшая надежность обработки и предсказуемая стойкость в сочетании со сплавами S05F для жаропрочных сплавов и H13A для титана.
Возможная оптимизация: при использовании марки сплава S05 для обработки жаропрочных и титановых сплавов скорость резания может быть удвоена по сравнению со сплавом без покрытия

WF

Wiper



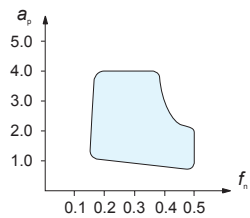
CCMT 09 T3 04-WF
a_p = 0.3 – 3.0 мм
f_n = 0.07 – 0.4 мм/об



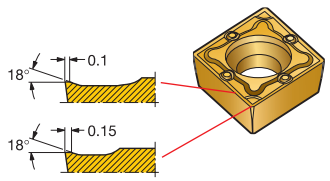
WF – для чистового точения
с высокими подачами и прекрасным качеством обработанной поверхности по сталям, нержавеющим сталям и чугуну.
Подача: 0.05 – 0.50 мм/об; глубина резания: 0.3 – 3.5 мм
Вид обработки: наружное точение и подрезка торца
Достоинства: удвоенная величина стандартной подачи при таком же качестве обработанной поверхности или улучшенное вдвое качество поверхности при стандартной подаче. Оптимальное применение при необходимости обеспечить высокое качество поверхности. Может заменить операции шлифования. Улучшенное стружколомание благодаря высокой величине подачи. Повышенная стойкость кромки на деталь по причине сокращения времени обработки.
Типичные детали: более жесткие валы, оси, ступицы, шестерни, когда предъявляются высокие требования к качеству обработанных поверхностей
Ограничения: может усилиться склонность к вибрации при обработке нежестких деталей, ограниченные возможности профильной обработки, более низкие режимы обработки при использовании кермета, часто визуально обработанная поверхность выглядит матовой.
Основные рекомендации: для достижения наивысшей производительности работайте на максимальной подаче
Возможная оптимизация: применение геометрии WM и керметов для еще лучшего качества поверхности.

WM

Wiper



CCMT 09 T3 08-WM
a_p = 0.7 – 4.0 мм
f_n = 0.15 – 0.5 мм/об

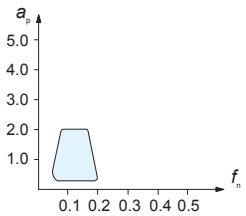


WM – для чистового точения
с большими подачами стали, чугуна, и нержавеющей стали
Подача: 0.10 – 0.60 мм/об; глубина резания: 0.5 – 4.0 мм (адаптированная к геометрии инструмента)
Вид обработки: наружное точение и подрезка торца
Тип деталей: жесткие валы, оси, ступицы, шестерни и т.п.
Достоинства: удвоенная величина подачи при таком же качестве обработанной поверхности или улучшенное вдвое качество поверхности при той же подаче. Идеальный выбор при необходимости обеспечить высокое качество поверхности. Может заменить операцию шлифования. Хорошее стружколомание благодаря высокой величине подачи. Повышенная стойкость кромки на деталь по причине сокращения времени резания из-за увеличения значения подачи.
Ограничения: склонность к вибрациям при обработке нежестких деталей; ограниченные возможности профильного точения; невысокие подачи и глубины резания для керметов; обработанная поверхность зачастую выглядит матовой
Основные рекомендации: увеличение вдвое величины подачи, по сравнению со стандартной геометрией, значительно снижает время обработки
Возможная оптимизация: применение геометрии WF.

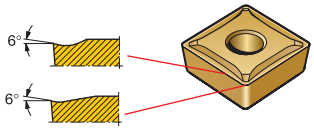
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

UF

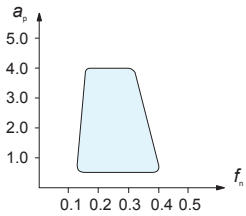


CCMT 09 T3 04-UF
a_p = 0.2 – 2.0 мм
f_n =0.05 – 0.2 мм/об

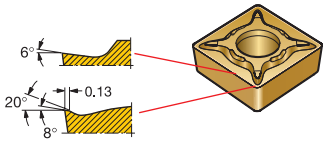


UF – для чистового точения
с надежным стружколоманием при обработке сталей, нержавеющих сталей и чугуна.
Подача: 0.05 – 0.15 мм/об; глубина резания: 0.2 – 1.5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей
Типичные детали: оси, валы, ступицы и шестерни в случаях, когда требуется получить высокое качество поверхности при обработке различных материалов.
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PF, MF и KF. Используйте в сочетании с керметом, если требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности и есть ограничение по скорости.
Возможная оптимизация: применение геометрий PF, MF, KF и WF.

UM

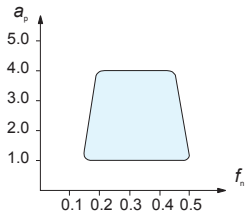


CCMT 09 T3 08-UM
a_p = 0.5 – 4.0 мм
f_n = 0.12 – 0.4 мм/об

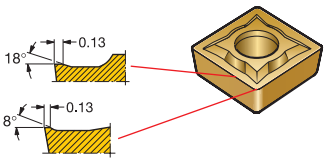


UM – для получистового точения
стали, в том числе нержавеющей, чугуна, жаропрочных и титановых сплавов.
Подача: 0.10 – 0.30 мм/об; глубина резания: 0.3 – 4.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: широкая область стружкодробления в различных материалах, криволинейная режущая кромка способствует отводу стружки от обработанной поверхности детали, также доступна с классом точности G.
Типичные детали: оси, валы, ступицы и шестерни из различных обрабатываемых материалов.
Ограничения: при обработке уступов с большой глубиной резания не удается обеспечить плоскостность поверхностей из-за криволинейной формы режущей кромки
Основные рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PM, MM и KM
Возможная оптимизация: применение геометрий WM, PM, MM и KM.

UR

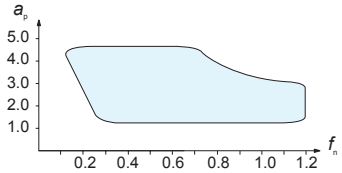


CCMT 09 T3 08-UR
a_p = 1.0 – 4.0 мм
f_n = 0.15 – 0.5 мм/об

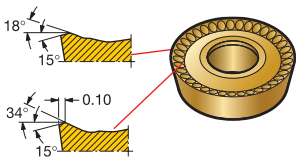


UR – для чернового точения
стали, нержавеющей стали, чугуна, жаропрочных и титановых сплавов.
Подача: 0.10 – 0.50 мм/об; глубина резания: 0.5 – 4.00 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: широкая область стружкодробления в различных материалах
Типичные детали: оси, валы, ступицы из различных обрабатываемых материалов.
Ограничения: возможность образования заусенцев.
Основные рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PR, MR и KR.
Возможная оптимизация: применение геометрий PM, MR и KR

RCMT



RCMT 12 04 M0
a_p = 1.2 – 4.8 мм
f_n = 0.12 – 1.2 мм/об

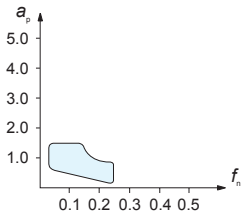


RCMT - для получистового точения
конструкционных и нержавеющих сталей и чугуна
Получистовая обработка - Подача: 0.05 – 3.5 мм/об; глубина резания: 0.5 – 13 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: валы, оси и т.д.
Достоинства: высокая надежность
Ограничения: неудовлетворительное стружкообразование вследствие круглой формы пластины.
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с надежным (прочным) сплавом GC4025.
Возможная оптимизация: в случае проблем со стружколомание выберите другую пластину, если возможно.

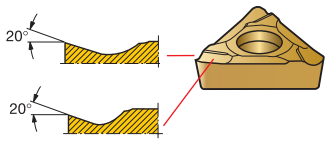
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

R/L-K

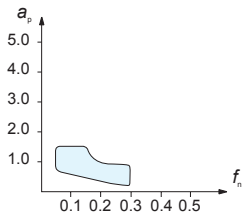


TCGT 11 02 04R-K
a_p = 0.15 – 1.5 мм
f_n = 0.03 – 0.25 мм/об

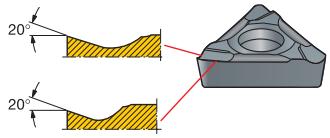


R/L-K - для чистового точения
особенно для расточных операций, а также для наружной обработки, когда необходимо обеспечить низкие усилия резания
Подача: 0.03 – 0.25 мм/об; глубина резания: 0.1 – 1.5 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: нежесткие детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей
Ограничения: по глубине резания и подаче, необходимость выбора правого или левого исполнения
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойкими сплавами CT 5015 или GC 1025. Кермет рекомендуется для случаев, когда требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности, низкие силы резания, однако открытая геометрия не всегда обеспечивает стружколомание.
Возможная оптимизация: применение геометрии WK и керметов

WK

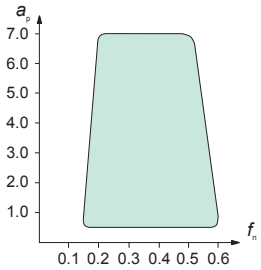


TCGX 11 02 04R-WK
a_p = 0.15 – 1.5 мм
f_n = 0.05 – 0.3 мм/об

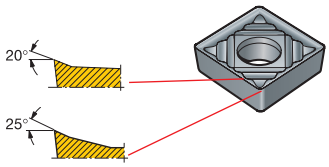


WK – для чистовой обработки
особенно для расточных операций, а также для наружной обработки, когда необходимо обеспечить низкие усилия резания
Подача: 0.05 – 0.30 мм/об; глубина резания: 0.2 – 4.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: нежесткие детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности
Достоинства: преимущество геометрии в сочетании острой режущей кромки и геометрии Wiper, геометрия подходит для обработки нежестких деталей с большими подачами
Ограничения: по глубине резания и подаче, необходимость выбора правого или левого исполнения
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойкими сплавами CT 5015 или GC 1025. Кермет рекомендуется для случаев, когда требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности, низкие силы резания, однако открытая геометрия не всегда обеспечивает стружколомание.
Возможная оптимизация: применение керметов.

AL

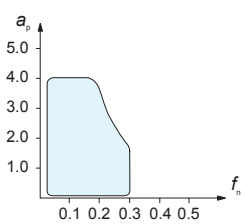


CCGX 12 04 08-AL
a_p = 0.5 – 7.0 мм
f_n = 0.15 – 0.6 мм/об

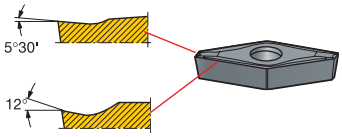


AL – для чистового точения
по алюминию и другим цветным металлам
Подача: 0.05 мм/об; глубина резания: 0.1 – 7 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.
Тип деталей: в основном детали из алюминия
Достоинства: открытая, положительная геометрия обеспечивает плавность процесса резания на высоких скоростях
Ограничения: предназначена только для обработки алюминия
Основные рекомендации: для достижения наивысшей производительности используйте максимально возможную скорость резания (до 2500 м/мин)
Возможная оптимизация: пластины из PCD

R/L-F



VCEX 11 03 01R-F
a_p = 0.05 – 4.0 мм
f_n = 0.02 – 0.3 мм/об



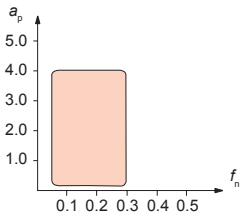
R/L-F - для чистового точения
стали с высокой точностью и качеством
Подача: 0.05 – 0.30 мм/об; глубина резания: 0.05 – 4.0 мм

Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: мелкоразмерные детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями к качеству поверхности
Достоинства: возможность обработки мелкоразмерных деталей с высокими подачами и хорошим контролем над стружкой. Комбинирует широкие технологические возможности пластин формы V и C.
Ограничения: требуется выбрать правое или левое исполнение.
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании со сплавами CT 5015 или GC 1020.
Возможная оптимизация: главный угол в плане 93° для лучшего качества обрабатываемой поверхности.

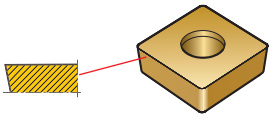
Пластины с задними углами CoroTurn 107

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

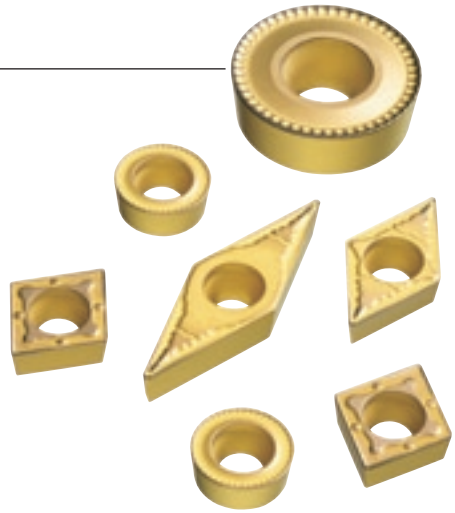
-CMW, -BMW



CCMW 09 T3 04
a_p = 0.1 – 4.0 мм
f_n = 0.05 – 0.3 мм/об



CMW и BMW – для получистовой токарной обработки
серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом
Подача: 0.05 – 0.3 мм/об; глубина резания: 0.1 – 4.0 мм
Вид обработки: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка
Тип деталей: в основном детали из чугуна
Достоинства: высокая прочность режущей кромки
Ограничения: пластина без геометрии создает большие силы резания и может оставлять заусенцы на деталях
Основные рекомендации: универсальная геометрия для обработки чугуна
Возможная оптимизация: применение геометрий KM и KR.

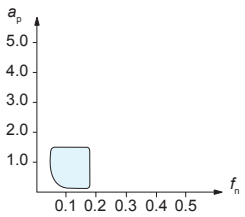


Пластины с задними углами CoroTurn 111

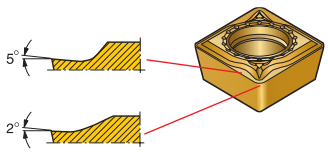
(пластины могут быть установлены в державки CoroTurn 107, но не всегда удовлетворительно закрепляются)

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

PF

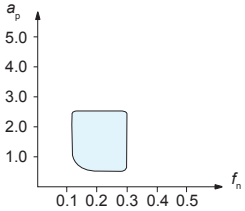


CPMT 06 02 04-PF
a_p = 0.1 – 1.5 мм
f_n = 0.04 – 0.18 мм/об

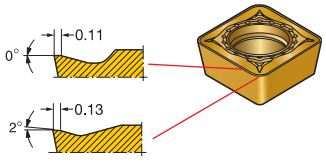


PF – для чистового точения
с надежным стружколоманием при растачивании сталей
Подача: 0.03 – 0.25 мм/об; глубина резания: 0.05 – 2.0 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для растачивания глубоких отверстий, обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.
Типичные детали: с отверстиями, требующими обработки с малыми усилиями резания и высокого качества поверхности
Ограничения: по глубине резания и подаче.
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким сплавом GC4015. Применяйте кермет, когда требуется высокое качество обработанной поверхности и есть ограничение по скорости резания.
Возможная оптимизация: применение керметов.

PM



CPMT 06 02 08-PM
a_p = 0.6 – 2.5 мм
f_n = 0.12 – 0.3 мм/об

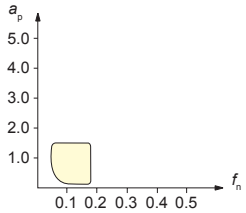


PM – для получистового точения
особенно подходит для растачивания стальных деталей
Подача: 0.05 мм/об; глубина резания: 0.1 – 7 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: позволяет вести стабильную обработку без вынужденных остановок
Типичные детали: с маленькими отверстиями, требующими растачивания
Ограничения: по глубине резания и подаче, возможен риск перенагружения пластины.
Основные рекомендации: наибольшая производительность в сочетании с износостойким сплавом GC4015.
Возможная оптимизация: применение керметов

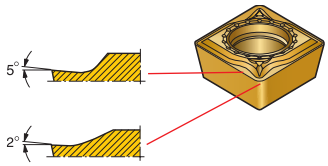
Пластины с задними углами CoroTurn 111

Рабочая область	Описание геометрии	Применение

MF

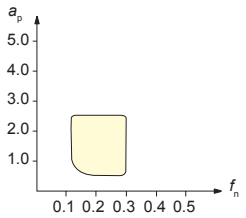


CPMT 06 02 04-MF
a_p = 0.1– 1.5 мм
f_n = 0.04 – 0.18 мм/об

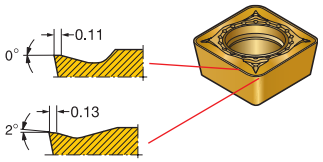


MF – для чистового точения
с надежным стружколоманием при растачивании нержавеющих сталей
Подача: 0.03 – 0.20 мм/об; глубина резания: 0.10 – 2.0 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Острокромочная геометрия снижает наростообразование, что обеспечивает хорошее качество поверхности и повышает стойкость инструмента.
Типичные детали: в основном детали из нержавеющей стали
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: рекомендуется применять при высоких требованиях к качеству обработанной поверхности
Возможная оптимизация: применение керметов.

MM

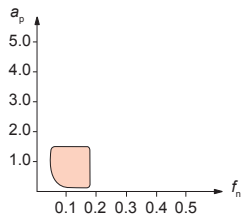


CPMT 06 02 08-MM
a_p = 0.6 – 2.5 мм
f_n = 0.12 – 0.3 мм/об

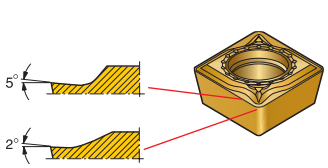


MM – для получистового точения
с широкими возможностями при растачивании нержавеющих сталей
Подача: 0.10 – 0.35 мм/об; глубина резания: 0.2 – 3.5 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: позволяет вести стабильную обработку без вынужденных остановок
Типичные детали: в основном детали из нержавеющей стали
Ограничения: нежелательна обработка по корке и работа в условиях прерывистого резания
Основные рекомендации: универсальная геометрия для обработки нержавеющей стали
Возможная оптимизация: применение геометрий MF и PF в сочетании с керметом

KF

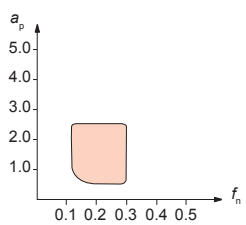


CPMT 06 02 04-KF
a_p = 0.1 – 1.5 мм
f_n = 0.04 – 0.18 мм/об

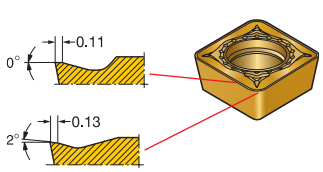


KF – для чистового точения
при растачивании серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом
Подача: 0.03 – 0.20 мм/об; глубина резания: 0.1 – 2.0 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Уменьшает выкрашивания при обработке с ударами. Обеспечивает хорошее качество поверхности.
Типичные детали: в основном детали из чугуна
Ограничения: ограниченная область применения по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: лучшие показатели производительности обеспечивает в комбинации с универсальным сплавом GC 3215.
Возможная оптимизация: геометрия PF с применением кермета

KM



CPMT 06 02 08-KM
a_p = 0.6 – 2.5 мм
f_n = 0.12 – 0.3 мм/об



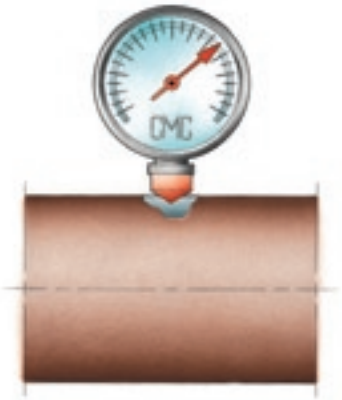
KM – для получистового точения
при растачивании серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом
Подача: 0.1 – 0.45 мм/об; глубина резания: 0.2 – 3.5 мм
Вид обработки: растачивание, подрезка торца и профильная обработка
Достоинства: позволяет вести стабильную обработку без вынужденных остановок
Типичные детали: в основном детали из чугуна.
Ограничения: по глубине резания и подаче
Основные рекомендации: универсальная геометрия для обработки серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом

Параметры выбора сменных пластин

Чтобы выбрать правильную пластину для конкретных условий обработки, нужно знать следующее: **материал обрабатываемой детали, тип операции и условия обработки.** Этим определяется тип пластины, форма, размер, геометрия, сплав, радиус при вершине.

Также на выбор пластины могут повлиять такие факторы как состояние обрабатываемого материала, наличие соответствующей державки, ограничения по форме обрабатываемой поверхности и т.д.

При выборе инструмента важным параметром является **определение наиболее подходящего угла в плане, геометрическая проходимость инструмента и размер державки.**



1. Обрабатываемый материал

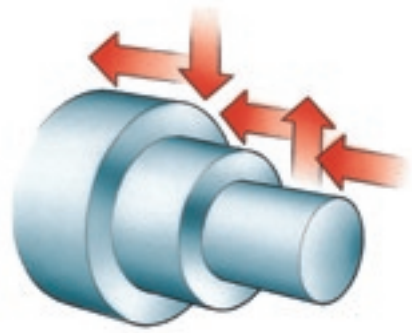
Определите тип обрабатываемого материала, его твердость и прочность, а также обрабатываемость. Рекомендуется определить код классификации материала по CMC для правильного определения режимов резания.

Основные группы обрабатываемых материалов: P - сталь, M - нержавеющая сталь, K - чугун, N - цветные металлы, S - жаропрочные сплавы и титан, H - закаленные материалы. Эти базовые группы разделяются на подгруппы в зависимости от свойств и состава материалов.

Материал влияет на выбор геометрии пластины и твердого сплава.

2. Операции

Определите типы необходимых операций. **Операции делятся на черновые, получистовые и чистовые.** Но существуют разновидности черновой обработки, зависящие от количества снимаемого металла и чистоты обработанной поверхности, требуемой для последующих операций. Получистовая обработка, также как и чистовая, может различаться в зависимости от требуемой точности обработки и качества поверхности.

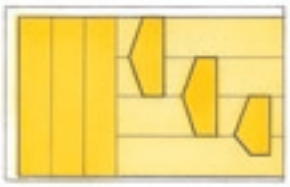


На следующем этапе необходимо определить тип выполняемых операций, как то наружная или внутренняя обработка, точение, подрезка, профильная обработка и т.д. Это определяет форму пластины, её размер, радиус при вершине, а также геометрию и твердый сплав.

3. Условия обработки

Влияют на выбор типа инструмента и метода его применения. **Обычно их три: хорошие, нормальные и тяжелые,** но существуют также и другие факторы, такие как: **непрерывное или прерывистое резание, состояние поверхности заготовки, состояние и ограничения станка,** и пр. Условия обработки влияют на выбор формы пластины, её размера, радиуса при вершине, геометрии и сплава.

Марка сплава пластины …



… выбирается в зависимости от материала детали, типа операции и условий обработки. Обозначение сплава показывает тип инструментального материала и область применения этого материала. Геометрия пластины и инструментальный материал работают совместно и, например, недостаток прочности геометрии может компенсироваться прочностью сплава.

Современные инструментальные материалы очень разнообразны и их развитие продолжается. При этом развиваются не только сами инструментальные материалы, но и технологические процессы их изготовления. Это привело к тому, что теперь у Вас есть высокопроизводительный инструмент для любых типов обработки. Основными инструментальными материалами являются:

- **твердый сплав с покрытием (HC)**
- **твердые сплавы (HW)**
- **керметы (HT, HC)**
- **керамика (CA, CN, CC)**
- **кубический нитрид бора (CBN)**
- **искусственые поликристаллические алмазы (DP, HC)**

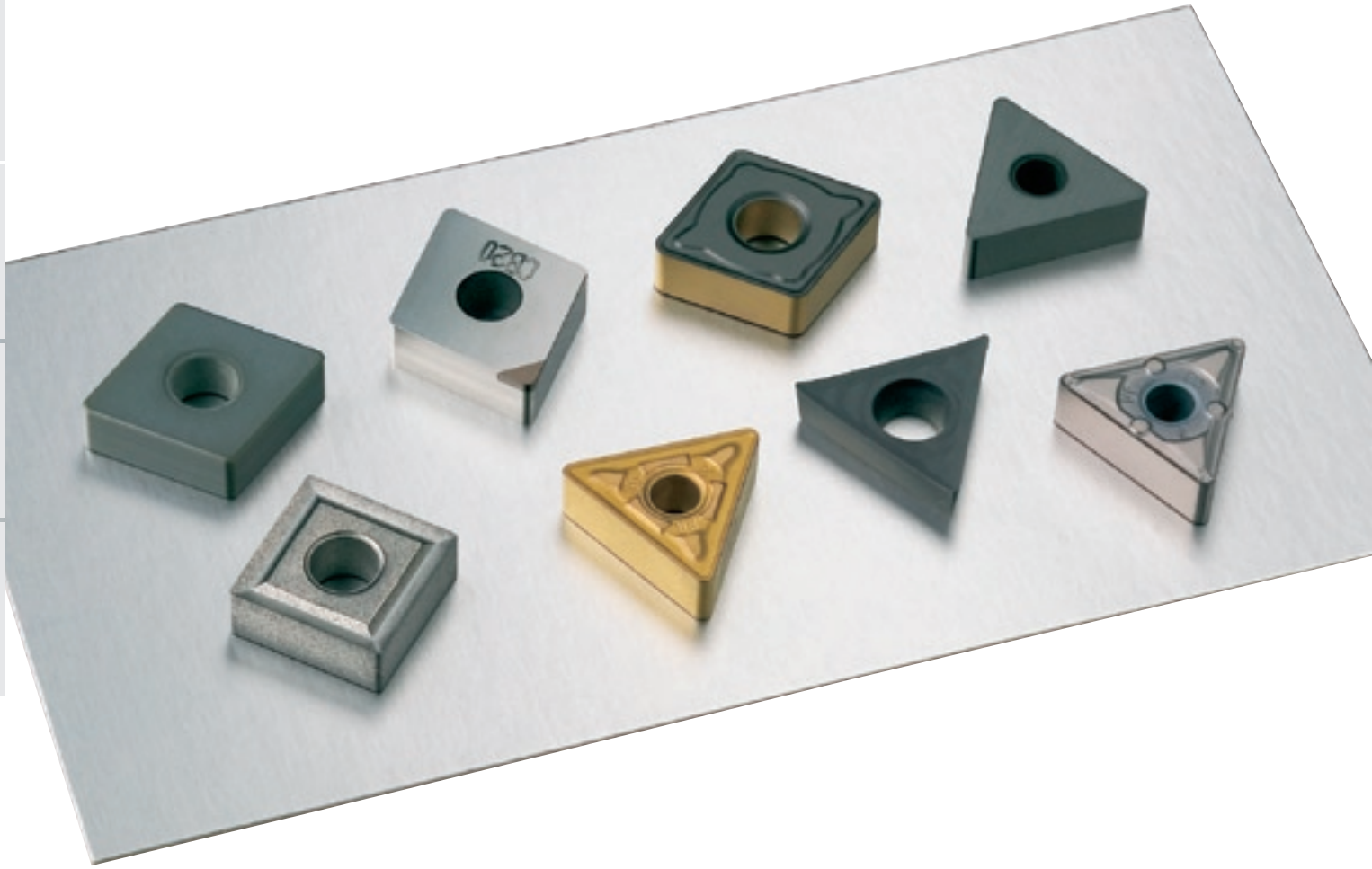
Марки твердых сплавов разделены на две группы и размещены в диаграмме ISO/ANSI в зависимости от их износостойкости и прочности:

- **Основной сплав**

- **Дополнительная марка сплава**

Основные сплавы охватывают широкую область применения и должны быть приоритетным выбором для большинства операций. Дополнительные марки сплавов расширяют диапазон выбора.

Износостойкость и прочность основные характеристики твердых сплавов. Именно эти критерии влияют на выбор сплава для конкретного случая обработки. Существуют рекомендации по совместному применению сплавов и геометрий пластин, однако нужно помнить, что существует множество вариантов оптимизации обработки и многие сплавы способны заменять друг друга.



ТОЧЕНИЕ

P Сталь, стальное литье, ковкий чугун, дающий сливную стружку

Основные марки

CT5005 (HT) – P05 (P01 – P10)
Кермет без покрытия, содержащий в основном карбиды титана. Разработан для достижения максимальной производительности при финишной обработке стали и чугуна с исключительным качеством обработанной поверхности.

CT5015 (HT) – P10 (P01 – P20)
Кермет без покрытия с низкой склонностью к образованию нароста и высокой стойкостью к пластическому износу. Новая формула с улучшенной прочностью. Рекомендуется для чистовой обработки низколегированных и легированных сталей, когда требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности и низкие силы резания. f_n x a_p < 0.35 мм^2

GC1525 (HC) – P15 (P05 — P25)
Кермет с покрытием PVD. Очень высокая износостойкость и прочность режущей кромки. Применяется для чистовой и получистовой обработки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Высокое качество поверхности при средних и высоких скоростях обработки. f_n x a_p < 0.35 мм^2.

GC4005 (HC) – P05 (P01 – P15
Сплав с покрытием CVD, обладающий отличной стойкостью к лункообразованию и пластической деформации. Хороший выбор при обработке без использования СОЖ, длинных проходах и высоких скоростях резания. Для получистовой и черновой обработки.

GC4015 (HC) – P15 (P01 – P30)
Сплав GC4015 имеет покрытие CVD. Используется для обработки деталей из стали и стального литья на операциях от чистовых до легких черновых при высоких скоростях резания как с применением СОЖ, так и без. Способен противостоять высоким температурам без повреждения режущих кромок.

GC4025 (HC) – P25 (P10 – P35)
Сплав GC4025 имеет покрытие CVD. Используется для обработки деталей из стали и стального литья на операциях от чистовых до черновых. Удачное сочетание износостойкого покрытия и механически прочной основы позволяет использовать этот сплав как для непрерывного точения, так и для обработки с ударом при высокопроизводительном съеме больших объемов металла.

GC4035 (HC) – P35 (P20 – P45)
Сплав с покрытием CVD для черновой обработки стали и стального литья в неблагоприятных условиях. Высокопрочная основа позволяет сплаву работать в условиях прерывистого резания и обеспечивать большой удельный съем металла.

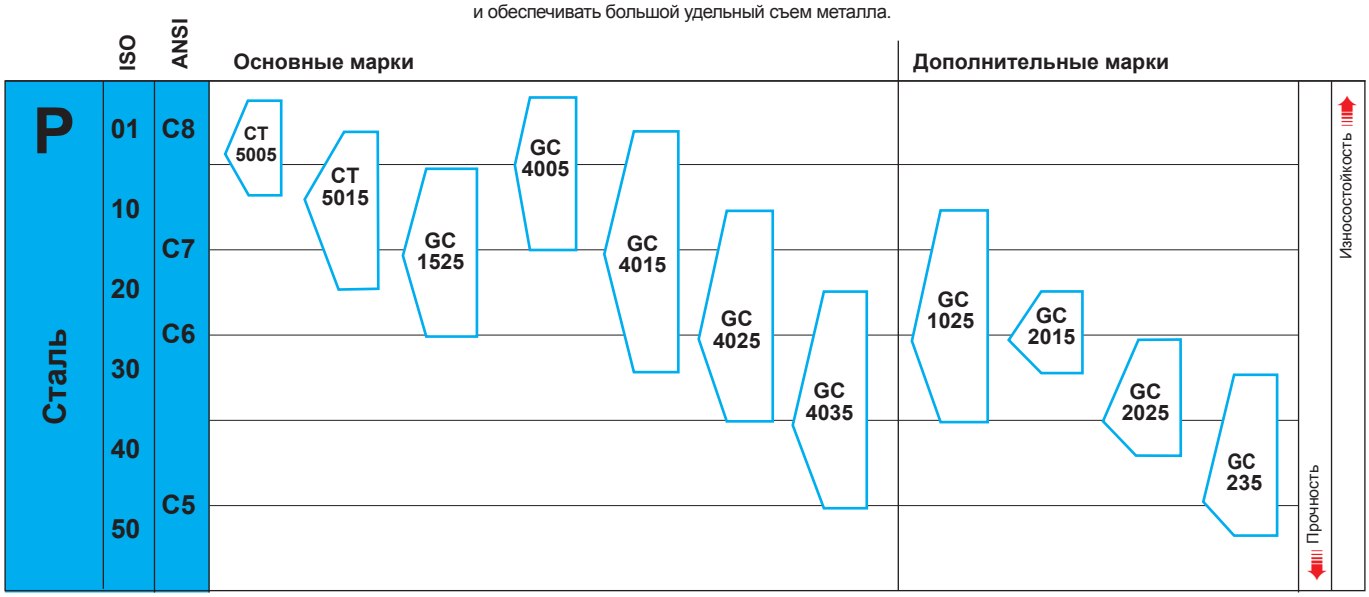
Доплнительные марки сплавов

GC1025 (HC) – P25 (P10 — P35)
Особо мелкозернистый твердый сплав с покрытием PVD. Рекомендуется для чистовой обработки низкоуглеродистых и малолегированных сталей, а также других материалов, склонных к налипанию, когда требуется обеспечить обработку качественной поверхности острой режущей кромкой. Хорошая устойчивость сплава к тепловому удару дает возможность работать в условиях прерывистого резания.

GC2015 (HC) – P25 (P20 — P30)
Сплав с покрытием CVD. В комбинации с остроромочными геометриями пластин обеспечивает плавный процесс резания. Рекомендуется для чистовой и получистовой обработки малоуглеродистых сталей и других материалов, склонных к налипанию.

GC2025 (HC) – P35 (P25 — P40)
Сплав с покрытием CVD. Альтернативный выбор при обработке сталей со значительными нагрузками на режущую кромку.

GC235 (HC) – P45 (P30 — P50)
Сплав с покрытием CVD для тяжелой черновой обработки сталей в самых неблагоприятных условиях. Высокопрочная основа обеспечивает высокую надежность режущих кромок и обеспечивает сплаву отличную работоспособность при сильных ударах и низких скоростях резания.



Буквенные обозначения инструментальных материалов:

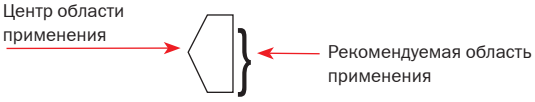
Твердые сплавы:

HW Твердые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC).

HT Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TIC) или нитриды (TIN) титана или и те, и другие вместе.

HC Вышеперечисленные твердые сплавы, но с покрытием.

Положение и форма диаграммы инструментального материала определяет рекомендуемую область применения.



Точение

M Аустенитные, ферритные, мартенситные нержавеющие стали, стальное литье, марганцовистые стали, легированный и ковкий чугун, автоматные стали

Основные марки

GC1025 (HC) – M15 (M10 – M25)
Ультра мелкозернистый твердый сплав с покрытием PVD. Рекомендуется для финишной обработки нержавеющих сталей, когда требуется получить высокую точность детали и отличное качество обработанной поверхности, а также когда условия обработки требуют высокой остроты режущей кромки. Высокая стойкость к термическим ударам и хорошая приспособленность к работе с прерывистым резанием.

GC2015 (HC) – M15 (M05 – M25)
Оптимизированный твердый сплав с покрытием CVD для получистовой и чистовой обработки аустенитных нержавеющих сталей и дуплексных сталей при умеренных скоростях резания. Хорошая стойкость к тепловому удару и механическим нагрузкам обеспечивает сплаву отличную прочность даже в условиях прерывистого резания.

GC2025 (HC) – M25 (M15 – M35)
Сплав с покрытием CVD. Рекомендуется для получистовой и чистовой обработки аустенитных нержавеющих и дуплексных сталей при низких и средних скоростях резания. Отличная стойкость к термическому удару делает сплав идеальным для условий прерывистого резания.

GC2035 (HC) – M35 (M25 – M40)
Сплав с покрытием PVD. Рекомендуется для получистовой и черновой обработки аустенитных нержавеющих и дуплексных сталей при низких и средних скоростях резания. Отличная стойкость к термическому удару делает сплав идеальным для условий прерывистого резания.

Доплнительные марки сплавов

GC1525 (HC) – M10 (M05 – M15)
Кермет с покрытием PVD. Высокая износостойкость и прочность режущей кромки. Низкая склонность к образованию нароста. Отличный выбор для чистовой обработки нержавеющей стали в хороших условиях. Высокие скорости резания и относительно низкие подачи.
$f_n \times a_p < 0.35$ мм^2

GC1005 (HC) – M15 (M05 – M20)
Сплав с покрытием PVD. Комбинация твердого мелкозернистого субстрата с высокой стойкостью к пластической деформации и покрытия с хорошей высокотемпературной износостойкостью делает этот сплав пригодным для чистовой обработки нержавеющей стали при высоких скоростях резания.

GC4025 (HC) – M15 (M05 – M20)
Сплав с покрытием CVD для чистовой и легкой черновой обработки нержавеющих сталей. Комбинация износостойкого покрытия и прочной основы делает сплав пригодным для обработки нержавеющего литья.

GC4035 (HC) – M25 (M15 – M30)
Сплав с покрытием CVD, который может быть использован при получистовой и чистовой обработке деталей из нержавеющей стали при умеренных скоростях резания. Хорошая стойкость к механическому и термическому удару обеспечивает отличную прочность режущей кромки даже при прерывистом резании.

GC235 (HC) – M40 (M25 – M40)
Сплав с покрытием CVD для черновой обработки нержавеющих сталей и отливок из нержавеющей стали с грубой коркой. Прочная основа сплава обеспечивает высокую надежность режущих кромок, что позволяет использовать сплав для обработки в условиях прерывистого резания на низких и умеренных скоростях резания.

K Чугун, отбеленный чугун, ковкий чугун, дающий элементную стружку

Основные марки

CC650 (CM) – K01 (K01 – K05)
Смешанная керамика на основе оксида алюминия. Рекомендуется для высокоскоростной финишной обработки серого чугуна и отбеленного чугуна в хороших условиях.

CB7050/CB50 (BN) – K05 (K01 – K10)
Кубический нитрид бора, обладающий высокой прочностью режущей кромки и отличной износостойкостью. Оптимальный выбор для чистового точения чугуна как при непрерывном точении, так и при работе с ударом.

CC6090 (CC) – K10 (K01 – K20)
Керамика на основе чистого нитрида кремния, обеспечивает хорошую износостойкость при высоких температурах. Рекомендуется для высокоскоростной черновой и чистовой обработки чугуна в хороших условиях, также допустимы незначительные прерывания процесса резания.

GC1690 (CC) – K10 (K05 – K15)
Керамика на основе кремния с покрытием CVD. Благодаря своим режущим свойствам GC1690 рекомендуется для легких черновых, получистовых и финишных операций при обработке чугуна.

GC3205 (HC) – K05 (K01 – K15)
Твердый сплав с покрытием, полученным методом CVD. Толстое, гладкое и износостойкое покрытие нанесено на поверхность очень твердой основы. Этот сплав с высокой износостойкостью оптимально подходит для обработки серого чугуна на высоких скоростях.

GC 3210 (HV) – K10 (K05 – K20)
Твердый сплав с покрытием, полученным методом CVD. Он имеет покрытие той же толщины, что и сплав GC3205 на поверхности очень твердой основы. Рекомендуется для высокопроизводительной обработки чугуна с шаровидным графитом.

GC3215 (HC) – K15 (K10 – K25)
Твердый сплав с покрытием, полученным методом CVD. Покрытие средней толщины с отличной стойкостью к выкрашиванию, нанесенное на поверхность твердой основы. Этот твердый сплав способен выдерживать условия прерывистого резания при работе в диапазоне скоростей от низких до средних. Основной сплав для высокопроизводительной обработки всех видов чугуна.

Доплнительные марки сплавов

CC620 (CA) – K01 (K01 – K05)
Чисто окисная керамика на основе Al_2O_3. Рекомендуется для чистовой обработки серых чугунов на высоких скоростях резания в стабильных условиях без применения СОЖ.

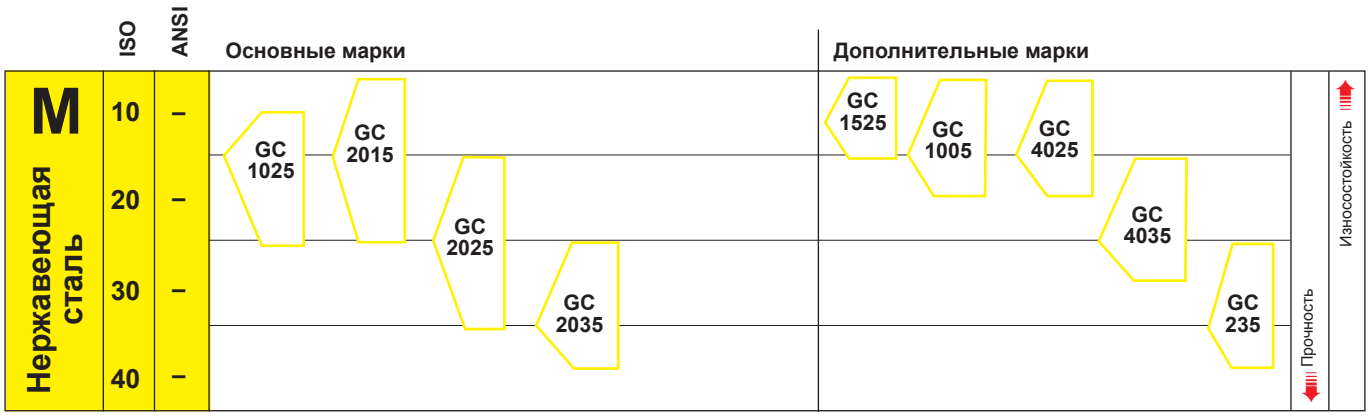
CT5005 (HT) – K05 (K01 – K05)
Кермет без покрытия для финишной обработки чугуна с шаровидным графитом. Обладает наивысшей износостойкостью, отличной сопротивляемостью пластической деформации и низкой склонностью к образованию нароста. Рекомендуется к применению в случае когда требуется обеспечить высокие качество и точность обработки поверхности, а также снизить силы резания. $f_n \times a_p < 0,35$ кв.мм

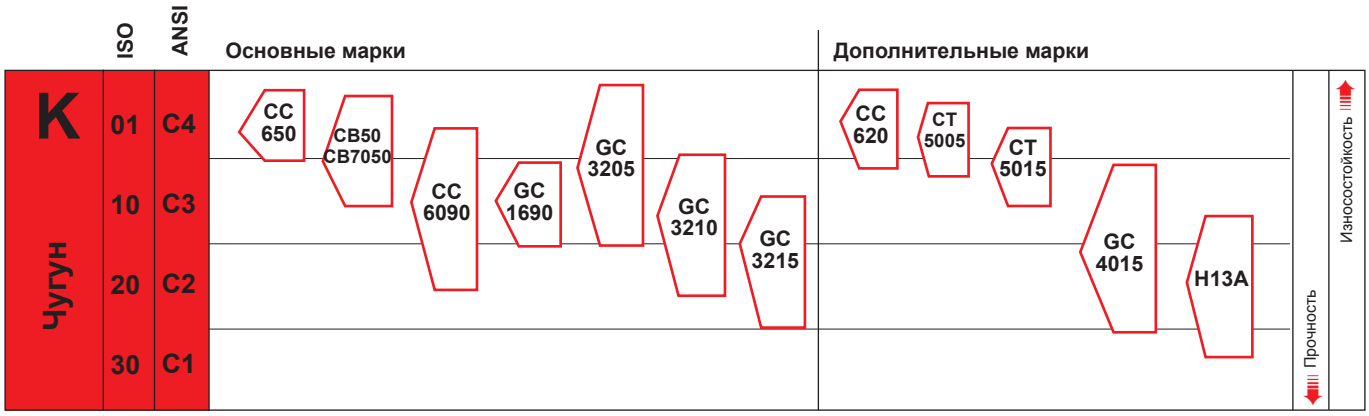
CT5015 (HT) – K05 (K01 – K10)
Кермет без покрытия с низкой склонностью к образованию нароста и высокой стойкостью к пластическому износу. Применяется для обработки чугуна с шаровидным графитом, когда требуется обеспечить высокие качество и точность обработки поверхности, а также снизить силы резания. $f_n \times a_p < 0,35$ мм^2

GC4015 (HC) – K15 (K05 – K25)
Сплав с покрытием CVD для чистовой и черновой обработки серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом на высоких скоростях резания. Обеспечивает отличную стойкость к высоким температурам в сочетании с прочностью режущей кромки.

H13A (HW) – K20 (K10 – K30)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность. Применяется для обработки чугуна с относительно низкими скоростями и большими подачами.

ТОЧЕНИЕ





Твердые сплавы:

HW Твердые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC).

HT Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TIC) или нитриды (TIN) титана или и те, и другие вместе.

HC Вышеперечисленные твердые сплавы, но с покрытием.

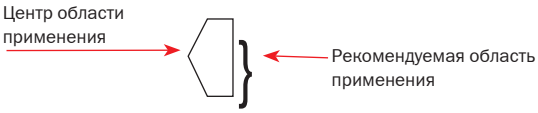
Керамика:

CA Окисная металлокерамика (керамика), состоящая из окиси алюминия (Al_2O_3).

CM Смешанная керамика на основе оксида алюминия (Al_2O_3), но содержащая также и другие компоненты.

CC Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

Положение и форма диаграммы инструментального материала определяет рекомендуемую область применения.



ТОЧЕНИЕ

N Цветные металлы

Основные марки

H10 (HW) – N15 (N01 — N25)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и остроту режущей кромки. Применяется для обработки алюминия на операциях от черновых до чистовых.

CD1810 (HC) – N10 (N01 — N15)
Сплав с алмазным покрытием, нанесенным методом CVD. Применяется для чистовой и черновой обработки алюминия, магния, меди, латуни, пластика и других цветных сплавов и неметаллических материалов. Алмазное покрытие обладает высокой износостойкостью и низкой склонностью к образованию нароста, что обеспечивает отличное качество обработанной поверхности.

CD10 (DP) – N05 (N01 — N10)
Поликристаллический искусственный алмаз для чистовой и получистовой обработки цветных металлов и неметаллических материалов. Обладает высокой износостойкостью и обеспечивает плавный процесс резания и отличное качество поверхности.

Доплнительные марки сплавов

H13A (HW) – N15 (N05 — N25)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность. Применяется для получистовой и черновой обработки алюминиевых сплавов и других цветных металлов.

S Жаропрочные и титановые сплавы

Основные марки

CC670 (CA) – S15 (S05 — S25)
Керамика на основе оксида алюминия, упрочненная карбидами кремния. Обладает высокой прочностью и рекомендуется для обработки жаропрочных сплавов в тяжелых условиях.

S05F (HC) – S05 (S05 — S15)
Твердый сплав с покрытием CVD для высокоскоростной финишной обработки жаропрочных сплавов, а также для продолжительного резания при умеренных скоростях. Используется в случаях, когда фрагментарный износ не опасен, т.е. при обработке круглыми пластинами при острых главных углах в плане, а также при обработке относительно мягких материалов. Может быть также использован для черновой обработки.

GC1005 (HC) – S15 (S05 — S20)
Твердый сплав с покрытием PVD. Комбинация мелкозернистой твердой основы с хорошей стойкостью к пластическим деформациям и покрытия с хорошей высокотемпературной износостойкостью делают этот сплав, наиболее применимым для обработки жаропрочных сплавов на основе никеля, железа и кобальта.

GC1025 (HC) – S15 (S10 — S25)
Сплав с покрытием PVD, имеющий особую мелкозернистую основу. Рекомендуется для обработки жаропрочных и титановых сплавов на низких скоростях резания. Высокая стойкость к термическому удару и фрагментарному износу делают его особенно пригодным для продолжительной работы в условиях прерывистого резания.

Доплнительные марки сплавов

CC650 (CA) – S05 (S01 — S10)
Смешанная керамика на основе оксида алюминия. Может использоваться для получистовых операций и обработки жаропрочных сплавов в условиях, когда не требуется высокая прочность режущей кромки.

H10 (HW) – S10 (S01 — S15)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает высокую абразивную износостойкость и остроту режущей кромки, используется для финишной обработки жаропрочных и титановых сплавов.

H10A (HW) – S15 (S05 — S25)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность. Применяется для получистовой и черновой обработки жаропрочных и титановых сплавов.

H10F (HW) – S15 (S10 — S30)
Непокрытий твердый сплав для обработки жаропрочных и титановых сплавов на очень низких скоростях резания. Высокая стойкость к термическому удару и фрагментарному износу делают сплав пригодным для продолжительной работы в услових прерывистого резания.

H13A (HW) – S15 (S10 — S30)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность. Применяется для получистовой и черновой обработки жаропрочных и титановых сплавов.

H Материалы высокой твердости

Основные марки

CB7015 (BN) – H15 (H01 – H20)
Композиция с относительно низким содержанием кубического нитрида бора. Первый выбор для высокопроизводительной обработки поверхностно закаленной стали при непрерывном резании или с незначительным ударом.

CB7020/CB20 (BN) – H20 (H10 – H25)
Высокопроизводительная марка кубического нитрида бора. Парвый выбор для обработки закаленных сталей в условиях непрерывного резания и с легким ударом.

CB7050/CB50 (BN) – H25 (H20 — H30)
Кубический нитрид бора, обладающий высокой прочностью режущей кромки и отличной износостойкостью. Первый выбор при точении закаленной стали с ударом.

CC6050 (CC) – H05 (H01 – H10)
Смешанная керамика на основе оксида алюминия с хорошей теплопроводностью и высокой износостойкостью. Рекомендуется для чистовой обработки с высокой скоростью.

CC670 (CA) – H10 (H05 — H15)
Керамика на основе оксида алюминия, упрочненная карбидами кремния. Обладает высокой прочностью и рекомендуется для обработки материалов с высокой твердостью в тяжелых условиях.

GC 4015 (HC) – H15 (H05 — H25)
Сплав с покрытием CVD для обработки закаленных деталей на операциях от чистовых до черновых. Обеспечивает отличную износостойкость при высоких температурах и прочность режущей кромки.

H13A (HW) – H20 (H15 — H25)
Непокрытый твердый сплав. Сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность. Применяется для обработки закаленных материалов с низкими скоростями резания.

Токарная обработка

Буквенные обозначения инструментальных материалов:

Твердые сплавы:
HW Твердые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC).
HT Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TIC) или нитриды (TIN) титана или и те, и другие вместе.
HC Вышеперечисленные твердые сплавы, но с покрытием.

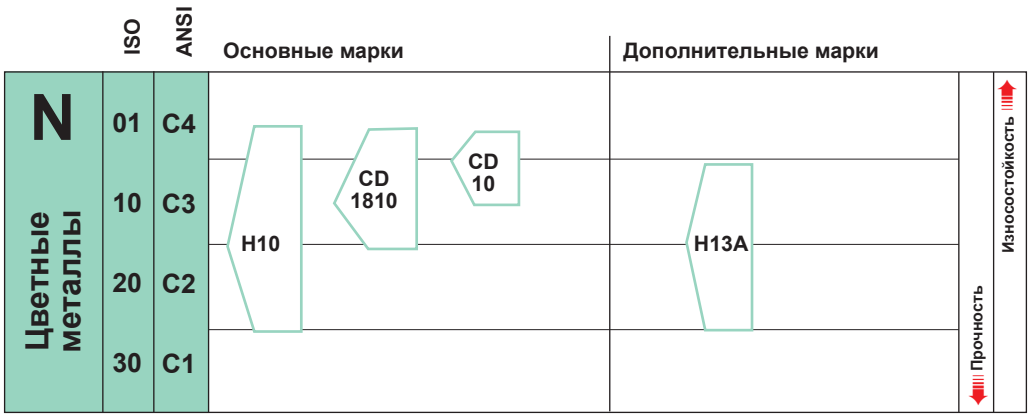
Керамика:
CA Окисная металлокерамика (керамика), состоящая из окиси алюминия (Al_2O_3).
CM Смешанная керамика на основе окиси алюминия (Al_2O_3), но содержащая также другие компоненты.

CN Нитридная керамика содержащая в основном нитрид кремния (Si_3N_4).
CC Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

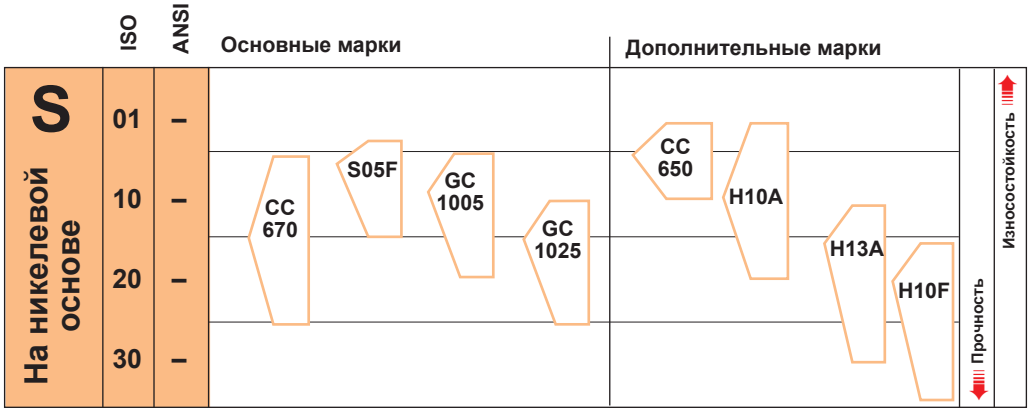
Алмаз:
DP Поликристаллический искусственный алмаз[1].

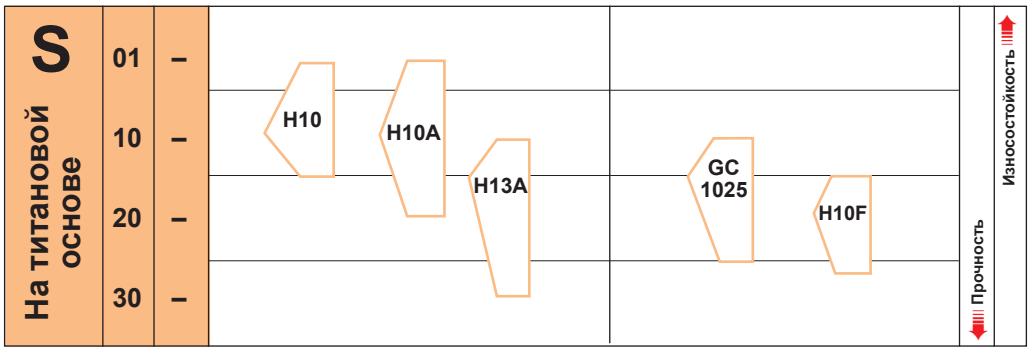
Нитрид бора:
BN Поликристаллический нитрид бора[1].

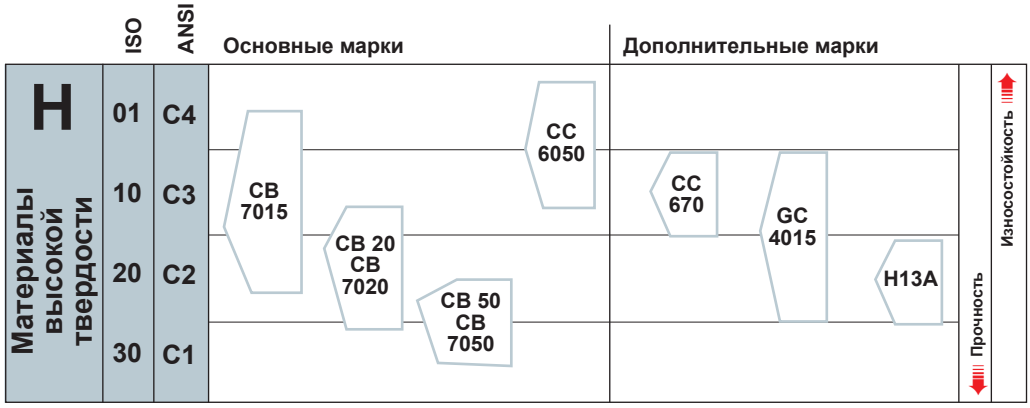
[1] Поликристаллический алмаз и кубический нитрид бора также называют сверхтвердыми режущими материалами.



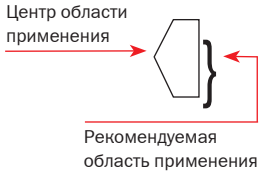
Жаропрочные и титановые сплавы







Положение и форма диаграммы инструментального материала определяет рекомендуемую область применения.

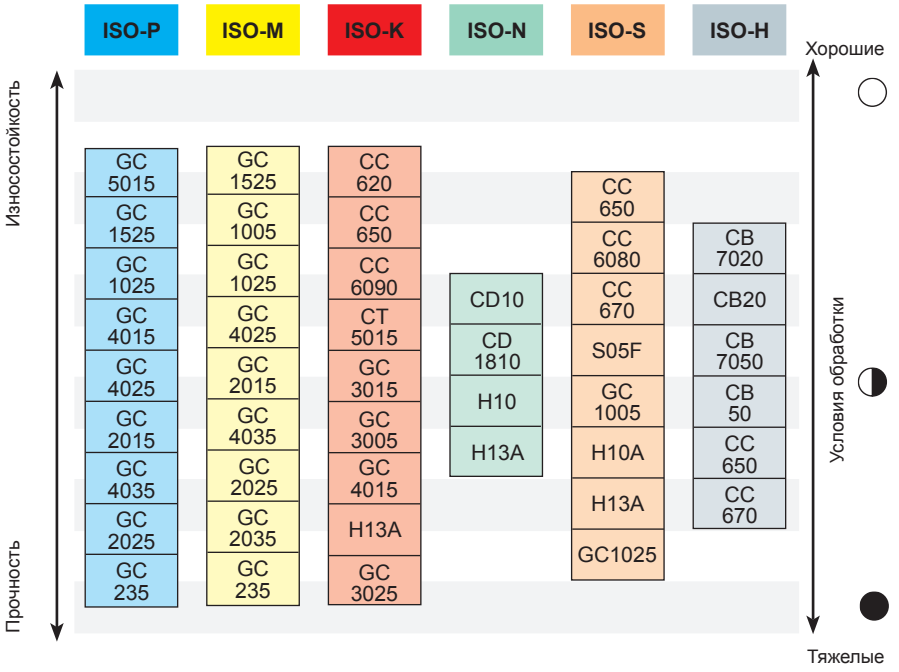


Марки сплавов

- **P** ISO P = Сталь
- **M** ISOM = Нержавеющая сталь
- **K** ISO K = Чугун
- **N** ISO N = Алюминий и цветные металлы
- **S** ISO S = Жаропрочные сплавы
- **H** ISO H = Материалы высокой твердости

Выбор марки твердого сплава пластины осуществляется на основании данных о типе операции, группе обрабатываемого материала и условиях обработки.

Режущие материалы



Рекомендации по унификации инструмента в мелкосерийном производстве

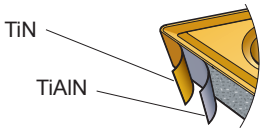
Геометрия	Группа обрабатываемого материала: P M K	Рекомендуемый сплав	K P	Рекомендуемый сплав	M P	Рекомендуемый сплав	S M	Рекомендуемый сплав
-WF -WM		GC4025, GC2015		GC4015		GC2025, GC2015		
-WR		GC4025		GC4015				
-QM -QR		GC4025, GC2025		GC4015		GC2025		GC1005, GC2025
-PR Двусторонняя пластина		GC4025, GC2025		GC4015		GC2025		
-MR Односторонняя пластина		GC4025, GC2025		GC4015		GC2025, GC2015		
KNMX-71 KNUX		GC4025, GC2025		GC4015				

SANDVIK Coromant

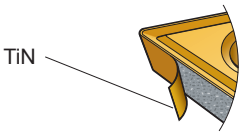
Твердые сплавы с покрытием (HC)

CVD = сплавы с химическим методом нанесения покрытия – GC2015, GC2025, GC2135, GC235, GC3205, GC3210, GC3215, GC3115, GC4005, GC4015, GC4025, GC4035, S05F, и CD1810.

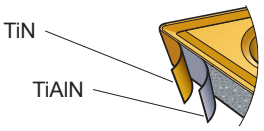
PVD = сплавы с физическим методом нанесения покрытия – GC1005, GC1020, GC1025, GC1525, GC2035, GC2145 и GC4125.



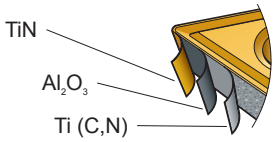
GC1005 (M15, S15)
Сплав GC1005 имеет покрытие PVD типа TiAlN-TiN толщиной 4 мкм. Это покрытие обладает высокой износостойкостью и одновременно прочностью, что в комбинации с мелкозернистой твердой основой обеспечивает сплаву высокую остроту режущих кромок с хорошей сопротивляемостью выкрашиванию. Используется при высоких требованиях к точности и качеству поверхности при обработке жаропрочных и нержавеющих сталей.



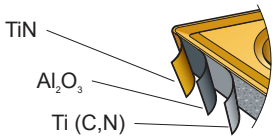
GC1020 (M20, P25)
Сплав GC1020 имеет покрытие PVD TiN толщиной 1-2 мкм на поверхности особомелкозернистой основы, разработанной специально для нарезания высококачественных резьб. Эффективен и высокопроизводителен при обработке любых материалов из групп P, M, K.



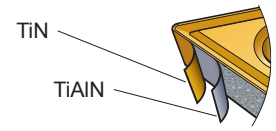
GC1025 (M15, S15, P25)
Сплав GC1025 имеет покрытие PVD типа TiAlN-TiN толщиной 4 мкм. Это покрытие обладает высокой износостойкостью и одновременно прочностью, что в комбинации с особомелкозернистой твердой основой обеспечивает сплаву высокую остроту режущих кромок с хорошей сопротивляемостью выкрашиванию от ударов стружкой. Используется при высоких требованиях к точности и качеству поверхности при обработке жаропрочных и нержавеющих сталей.



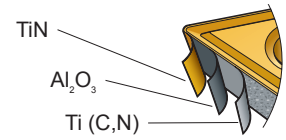
GC2015 (M15, P25)
Сплав GC2015 обладает основой, предназначенной для больших скоростей резания. Градиентный слой обеспечивает прочность и надежность режущей кромки. Многослойное покрытие толщиной 5.5 мкм обеспечивает стойкость к высоким температурам и хорошую износостойкость, снижает силы трения и склонность к образованию нароста.



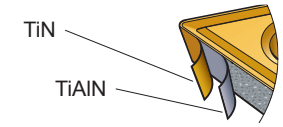
GC2025 (M25, P35)
Сплав GC2025 имеет покрытие CVD TiCN-Al_2O_3-TiN толщиной 5.5 мкм на поверхности основы, обладающей высокой устойчивостью и к термическим, и к механическим ударам. Высокая адгезия покрытия, отличная стойкость основы к пластической деформации и износу по передней поверхности, даже при сильном нагреве, снижают трение и наростообразование.



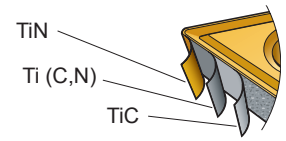
GC2035 (M25)
Сплав GC2035 имеет покрытие PVD типа TiAlN-TiN толщиной 4 мкм. Это покрытие обладает высокой износостойкостью и одновременно прочностью, снижает трение и, следовательно, наростообразование. Основа сплава GC2035 обладает такой же высокой устойчивостью и к термическим, и к механическим ударам, как и основа сплава GC2025. Сплав имеет максимально высокую прочность режущей кромки, что делает его идеальным для непрерывного и прерывистого резания как в области M25, так и при тяжелом точении, когда скорость резания ограничена.



GC2135 (M30, P35, S30)
Сплав GC2135 имеет очень прочную основу с хорошей устойчивостью к термическим и механическим ударам. На поверхность нанесено покрытие CVD TiCN- Al_2O_3-TiN толщиной 4 мкм, обеспечивающее высокую стойкость к износу по задней поверхности, снижающее трение и, соответственно, наростообразование. Сплав обладает высокой изгибной прочностью и сопротивляется выкрашиваниям. Рекомендуется использовать на средних и низких скоростях.

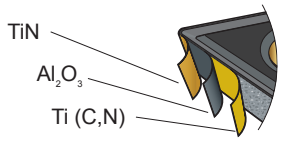


GC2145 (M40, P45, S40)
Сплав GC2145 имеет даже более прочную основу, чем сплав GC2135 и в тоже время обладает хорошей устойчивостью к термическим и механическим ударам. Покрытие PVD TiAlN-TiN толщиной 4 мкм обладает высокой износостойкостью и прочностью, а в комбинации с основой делает этот сплав отличным выбором для операций отрезки в тяжелых условиях обработки, особенно вблизи центра детали. Для работы на низких скоростях резания.

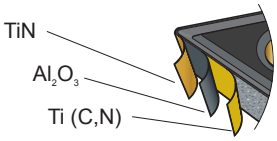


GC235 (M40, P45)
Сплав GC235 имеет очень прочную основу, которая обеспечивает чрезвычайно высокую прочность режущих кромок. Сплав имеет покрытие типа CVD TiC-TiCN-TiC толщиной 2.5 мкм для повышения износостойкости и снижения трения. Отлично работает с большими нагрузками, например, в условиях прерывистого резания на малых скоростях. Используется при обработке сталей и нержавеющих сталей в диапазоне скоростей резания от низких до средних.

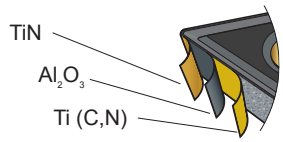
Твердые сплавы с покрытием (HC)



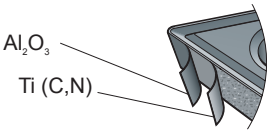
GC3205 (K05, P05)
Сплав GC3205 имеет гладкое износостойкое покрытие CVD толщиной 15 мкм и твердую основу. Сплав способен выдерживать очень высокие температуры в зоне резания и прекрасно противостоит пластической деформации. Сплав предназначен для токарной обработки серого чугуна с высокими скоростями резания.



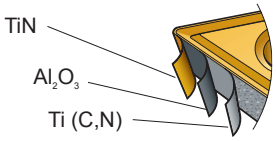
GC3210 (K10, P10)
Сплав GC3210 состоящий из толстого слоя покрытия, нанесенного методом CVD, и прочной основы. Рекомендуется для высокоскоростной обработки высокопрочного чугуна.



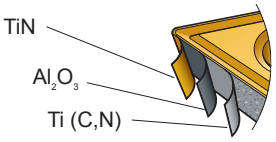
GC3215 (K15, P10)
Сплав GC3215 с гладким износостойким покрытием CVD и твердой основой. Сплав способен работать в условиях прерывистого резания. Рекомендуется для черновой обработки всех типов чугунов со средними и низкими скоростями резания.



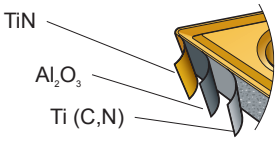
GC3115, GC3020 (K15, P15)
Отличается твердой основой, устойчивой к пластической деформации, вследствие хорошей способности сохранять свою твердость при высоких температурах. Двухслойное покрытие из TiCN и Al_2O_3, нанесенное методом CVD, обеспечивает отличную стойкость к абразивному износу по задней поверхности. Идеальный выбор для обработки канавок и точения чугуна с высокими скоростями резания, а также для отрезки в хороших условиях.



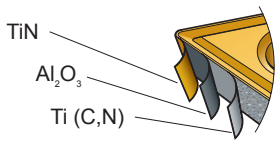
GC4005 (P05)
GC4005 – твердый сплав с толстым (18 микрон) покрытием CVD (TiCN-Al_2O_3-TiCN). Твердая основа с тонким градиентным слоем на периферии пластины придает режущей кромке повышенную прочность, что обеспечивает пластине отличную стойкость к образованию лунки на передней поверхности и к пластической деформации. Хороший выбор для обработки без использования СОЖ, при длинных проходах на высоких скоростях резания. Пригоден для получистовой и черновой обработки стали.



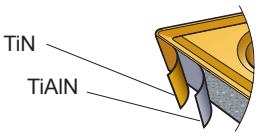
GC4015 (P15, K15)
Сплав GC4015 с износостойким покрытием толщиной 14 мкм. Покрытие типа CVD TiCN-Al_2O_3-TiN имеет высокую износостойкость и, будучи золотого цвета, облегчает наблюдение за процессом изнашивания режущей кромки. В сонове сплава имеется градиентная зона. Поэтому сплав может работать при высоких температурах в зоне резания и обладает высокой надежностью режущей кромки. Сплав предназначен для работы с высокими скоростями резания без применения СОЖ в области P15. Также может применяться для обработки чугуна.



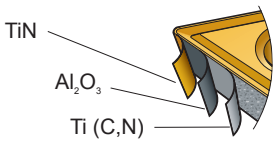
GC4025 (P25, M15)
Сплав GC4025 имеет покрытие с толстым слоем Al_2O_3, нанесенным на средней толщины слой TiCN. Тонкий верхний слой покрытия TiN желтого цвета облегчает наблюдение за процессом изнашивания режущей кромки. Общая толщина покрытия сплава составляет 12 мкм. Основа сплава имеет высокую твердость и градиентную зону с повышенным содержанием связки, которая повышает прочность режущей кромки. Такая комбинация покрытия и основы делает сплав очень универсальным. Сплав предназначен для работы в области P25, а также подходит для обработки нержавеющих сталей и чугунов.



GC4035 (P35, M25)
Сплав GC4035 имеет покрытие того же типа, что и GC4025. Покрытие повышает износостойкость сплава. Основа сплава с градиентной зоной прочнее, чем у GC4025. Сплав GC4035 является первым выбором для операций, где требования к высокой прочности сплава сочетаются с необходимостью обеспечения стойкости к пластичекой деформации. Хорошо работает при прерывистом резании. Надежный сплав для высокопроизводительной обработки в тяжелых условиях. Также подходит для обработки нержавеющих сталей в области M25.



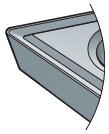
GC4125 (P30, M25, K30, S25)
Сплав GC4125 с покрытием TiAlN-TiN тощиной 4 мкм, нанесенным методом PVD. Это прочное и износостойкое покрытие в сочетании с мелкозернистой основой делает сплав одновременно твердым и прочным. Универсальный сплав, пригодный для большинства типов операций и обработки разных групп материалов.



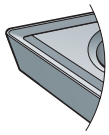
S05F (S05)
Сплав S05F имеет тонкое (4 мкм) покрытие TiCN- Al_2O_3-TiN, нанесенное методом CVD на поверхность очень твердой мелкозернистой основы. Сплав специально разработан для обработки жаропрочных сплавов. Показывает наилучшие результаты, когда нет опасности образования проточин (усиленного фрагментарного износа), т.е. при обработке с ограниченной глубиной резания, круглыми пластинами или пластинами с острым главным углом в плане. Высокие скорости резания.

Керметы

Керметы без покрытия (HT)

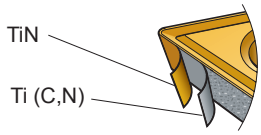


CT5005 (P05, K05)
CT5005 - непокрытый кермет для чистовой обработки стали. Очень твердая и износостойкая основа. Обладает прекрасной стойкостью к пластической деформации и образованию нароста. Обеспечивает высокое качество обработанной поверхности, высокую точность и низкие усилия резания. Площадь сечения стружки должна быть не более 0.35 кв. мм.



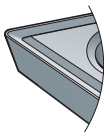
CT5015 (P05,K05)
CT5015 - марка безвольфрамового твердого сплава (кермет) без покрытия, на основе карбида титана. Использование карбида титана вместо карбида вольфрама повышает химическую инертность сплава и делает его идеальным для обработки материалов склонных к налипанию. Сплав CT5015 обладает высокой твердостью и стойкостью к пластической деформации. Связка из чистого кобальта повышает прочность и надежность сплава. На сплав не наносится покрытие, чтобы сохранить первоначальную остроту режущей кромки, что служит повышению качества обработанной поверхности и снижает силы резания. Рекомендуется для финишной обработки со скоростями резания от высоких до низких.

Керметы с покрытием (HC)

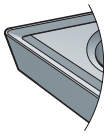


GC1525 (P15,M10)
GC1525 – кермет с покрытием PVD. Основа сплава сходна с CT5015, но прочнее. Покрытие PVD TiCN-TiN толщиной 3 мкм увеличивает износостойкость и стойкость к пластической деформации. Высокая совместимость покрытия и основы снижает риск отслаивания. GC1525 самый прочный кермет, обеспечивающий надежную обработку с высоким качеством поверхности.

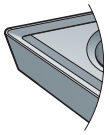
Твердые сплавы без покрытия (HW)



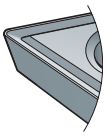
H10 (N15, S10)
H10 – непокрытый мелкозернистый твердый сплав. Сочетает в себе высокую износостойкость и остроту режущей кромки. Используется для чернового и чистового точения алюминиевых сплавов. Возможно использование для обработки жаропрочных сплавов и титана.



H10A (S10)
H10A - непокрытый твердый сплав. Сочетает в себе стойкость к абразивному износу и прочность, необходимые для чернового и получистового точения жаропрочных сталей и титана.



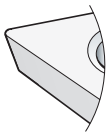
H10F (S15)
H10F – непокрытый мелкозернистый твердый сплав. Рекомендуется для обработки жаропрочных и титановых сплавов на очень низких скоростях резания. Исключительная стойкость к тепловому удару и фрагментарному износу делает его универсальным для непрерывного точения и работы с ударом.



H13A (K20, S15, N15)
H13A - непокрытый твердый сплав. Удачное сочетание износостойкости и прочности. Для черновой и чистовой обработки жаропрочных сплавов. Также хорошо работает по титановым и алюминиевым сплавам и чугуну.

Керамика

Чистая керамика (CA):



CC620 (K01)
CC620 – чисто окисная керамика на основе окиси алюминия с небольшой добавкой окиси циркония для повышения прочности. Рекомендуется для обработки чугуна и стали на высоких скоростях резания в хороших условиях без применения охлаждения.

CC670 (S15, H10)
CC670 – керамика, упрочненная карбидами кремния, которые представляют собой случайно ориентированные включения в основной материал. Особенно рекомендуется для высокоскоростной обработки специальных жаропрочных сплавов и материалов с высокой твердостью при повышенных требованиях к надежности процесса обработки.

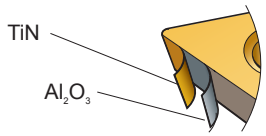
Смешанная керамика (CM):

CC650 (K01, H05, S05)
CC650 – керамика смешанного типа, состоящая в основном из окиси алюминия и добавок карбида титана. Рекомендуется для чистовой обработки чугуна, закаленной стали и жаропрочных сплавов, где необходима высокая износостойкость и теплопроводность.

Керамика на основе нитрида кремния (CN):

CC6090 (K10)
CC6090 – это чистая керамика из нитрида кремния, которая рекомендуется для черновой обработки в хороших условиях, получистовой и чистовой обработки серого чугуна.

Керамика с покрытием (CC):

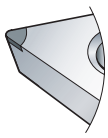


GC1690 (K10)
GC1690 керамика на основе нитрида кремния с покрытием AlE толщиной 1мкм. Настоятельно рекомендуется использовать GC1690 для легкой черновой, получистовой и чистовой высокоскоростной обработки чугуна.

CC6050 (H05)
CC6050 – смешанная керамика на основе оксида алюминия с добавлением карбида титана. Высокая теплопроводность и прочность этой марки сплава делает ее первым выбором для обработки поверхностно закаленной стали (50-60 HRc) в хороших условиях или с незначительным ударом.

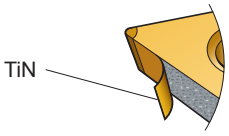
Кубический нитрид бора

CBN (BN)

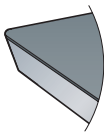


CB20 (H01)
CB20 – марка кубического нитрида бора с добавками нитрида титана. Обычно, одну вершину из кубического нитрида бора впаивают в гнездо на несущей пластине из твердого сплава. Сплав обладает высокой химической инертностью и отличной износостойкостью. Применяется при обработке закаленных сталей и отбеленных чугунов.

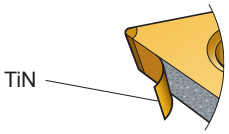
CB7015 (H15)
CB7015 – это марка кубического нитрида бора с добавками мелкозернистой связки из нитрида титана. Сплав предназначен для высокоскоростной чистовой обработки поверхностно закаленной стали (58 – 65 HRC), когда требуется получить высокое качество обработанной поверхности.



CB7020 (H01)
CB7020 – это марка кубического нитрида бора с добавками нитрида титана. Для обеспечения абсолютного сцепления и высокой прочности вершины не впаяны, а спечены в одном процессе с основой из твердого сплава, потому режущие элементы из кубического нитрида бора имеются на всех вершинах пластины. Такие пластины имеют покрытие PVD TiN, которое позволяет легко визуально контролировать износ. Сплав обладает высокой химической инертностью и отличной износостойкостью. Используется для обработки закаленных сталей и отбеленных чугунов.



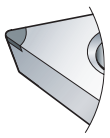
CB50 (K05, H05)
CB50 – это сплав полностью состоящий из кубического нитрида бора, обладающего очень высокой износостойкостью и прочностью. Обычно, одну вершину из кубического нитрида бора впаивают в гнездо на несущей пластине из твердого сплава. Рекомендуется, в основном, для обработки чугунов и закаленных сталей в тяжелых условиях.



CB7050 (K05, H05)
CB7050 – это сплав полностью состоящий из кубического нитрида бора. Для обеспечения абсолютного сцепления и высокой прочности вершины не впаяны, а спечены в одном процессе с основой из твердого сплава, потому режущие элементы из кубического нитрида бора имеются на всех вершинах пластины. Такие пластины имеют покрытие PVD TiN, которое позволяет легко визуально контролировать износ. Сплав обладает высокой химической инертностью и отличной износостойкостью. Используется для обработки чугунов и закаленных сталей в тяжелых условиях.

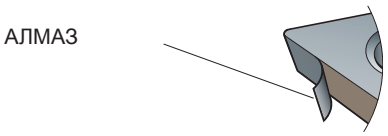
Алмаз

Поликристаллический алмаз (DP)



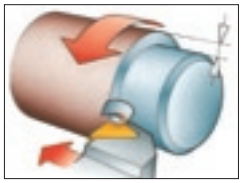
CD10 (N05)
CD10 – поликристаллический искусственный алмаз, состоящий из мелких и средних кристаллов, средняя величина которых составляет около 7 мкм. Рекомендуется для чистовой обработки цветных металлов и неметаллических материалов.

Твердый сплав с покрытием CVD из поликристаллического алмаза (HC)



CD1810 (N10)
CD1810 – режущий материал с алмазным покрытием, нанесенным методом CVD на специальную основу. Очень высокая износостойкость алмазного покрытия толщиной 6-8 мкм обеспечивает ему все необходимые качества для чистовой обработки цветных металлов.

Режимы резания



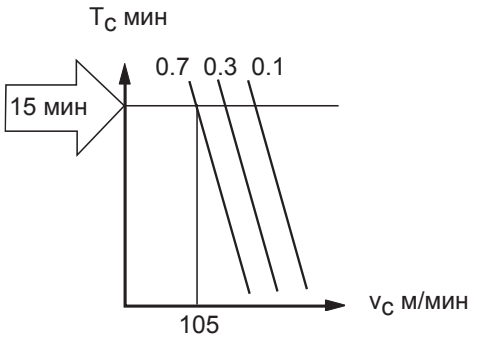
Подача и скорость

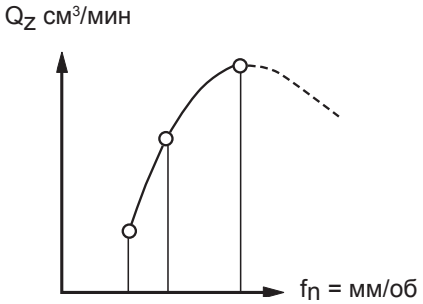
Нижеследующая информация позволяет выбрать режимы обработки для большинства материалов. Таблицы содержат рекомендации по скоростям резания и подачам. Все величины приведены в расчете на стойкость инструмента равную 15 минут и рекомендуются в качестве начальных величин.

Выбор подачи

При **черновом** точении ограничивающими факторами являются мощность и жесткость оборудования. В большинстве случаев добиться максимальной скорости удаления материала удается за счет сочетания высокой подачи и умеренных скоростей резания, назначенных с учетом всех вышеперечисленных ограничений. Если станок имеет недостаточную мощность, необходимо уменьшить значение скорости резания.

При выборе подач для **чистовой** операции необходимо учитывать требования к обрабатываемой поверхности по точности и шероховатости, а также возможности стружколомания. Качество поверхности определяется величинами подачи и радиуса при вершине пластины, а также жесткостью закрепления заготовки и условиями, в которых протекает процесс резания. Стружколомание зависит от выбранной геометрии пластины. Пластины с геометрией Wiper являются очевидным выбором для чистовых операций. К тому же их применение позволит увеличить значения подач.





Q_z = скорость удаления материала: см³/мин
v_c = скорость резания: м/мин
f_n = подача: мм/об

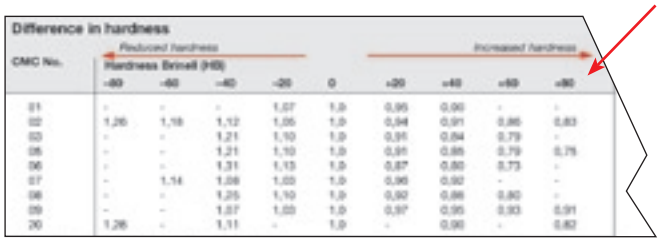
Выбор скорости резания

В данном каталоге скорости резания для точения приведены для материалов с определенной твердостью и для инструмента с главным углов в плане $\kappa_r = 90°$. Если твердость материала, который обрабатываете Вы отличается от приведенной в таблице скоростей резания, то скорость нужно скорректировать согласно коэффициентам приведенным ниже. Если главный угол в плане отличается от 90 градусов, скорость резания может быть несколько увеличена без потери в стойкости.

Разница в твердости

CMC Код	Уменьшение твердости ←					→ Увеличение твердости			
	Твердость по Бринеллю (HB)								
	–80	–60	–40	–20	0	+20	+40	+60	+80
01	-	-	-	1.07	1.0	0.95	0.90	-	-
02	1.26	1.18	1.12	1.05	1.0	0.94	0.91	0.86	0.83
03	-	-	1.21	1.10	1.0	0.91	0.84	0.79	-
05	-	-	1.21	1.10	1.0	0.91	0.85	0.79	0.75
06	-	-	1.31	1.13	1.0	0.87	0.80	0.73	-
07	-	1.14	1.08	1.03	1.0	0.96	0.92	-	-
08	-	-	1.25	1.10	1.0	0.92	0.86	0.80	-
09	-	-	1.07	1.03	1.0	0.97	0.95	0.93	0.91
20	1.26	-	1.11	-	1.0	-0.90	-	0.82	
CMC Код	**Твердость по Роквеллу (HRC)**								
			–6	–3	0	+3	+6	+9	
04			1.10	1.02	1.0	0.96	0.93	0.90	

Отклонения от табличных условий

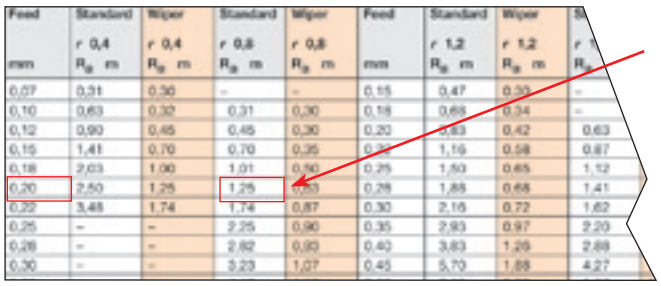


$v_{c\ 220HB}$ = 0,91 x $v_{c\ 180\ HB}$ =
0.91 x 425 = 387 м/мин

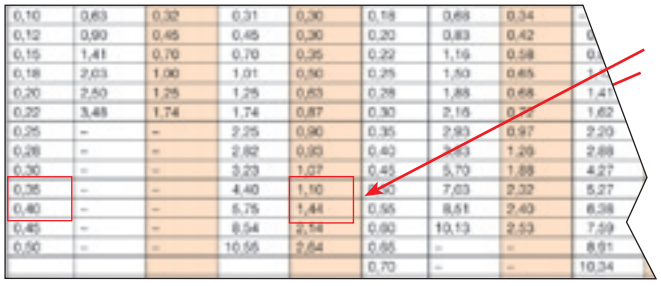
① Изменения в твердости

Если твердость обрабатываемого материала отличается от НВ ≈ 180, нужно скорректировать скорость резания (v_c). Здесь показан такой же пример, как и выше, но при твердости 220 НВ.
220 – 180 = +40
В соответствие с таблицей коэффициент коррекции равен 0.91.

Величины микронеровностей для пластин со стандартными радиусами



Величины микронеровностей для зачистных пластин



② Значение Ra указывает на чистоту обработанной поверхности

Данный пример дает значение Ra около 1.25 мкм. Радиус при вершине 0.8 и подача f_n = 0.2.
Если нужно получить чистоту обрабатываемой поверхности $R_a \approx 0.7$, необходимо скорректировать подачу в соответствие с таблицей.
$R_a \approx 0{,}7$ дает $f_n \approx 0.15$.

Пластины Wiper

Пластины Wiper обеспечивают наилучшее качество обрабатываемой поверхности с обычной подачей. При работе с увеличенной подачей качество поверхности будет таким же, как со стандартной пластиной и обычной подачей. ($R_a \approx 1{,}25$ при $f_n \approx 0.35$)

Всегда рассматривайте пластины Wiper в качестве первого выбора.

③ Изменение скорости резания для увеличения стойкости

Табличные значения скоростей резания соответствуют стойкости инструмента 15 минут.

В соответствие с шагом ① выбрана скорость резания 387 м/мин.

При стойкости 30 минут скорость резания будет 387 x 0.87 = 337 м/мин.

Стойкость (мин)	10	15	20	25	30	45	60
Коэффициент коррекции	1.10	1.0	0.95	0.90	0.87	0.80	0.75

Рекомендации по выбору скоростей резания

Рекомендации относятся к обработке с применением СОЖ.

ISO	Код материала	Обрабатываемый материал		Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²	Твёрдость по Бринеллю HB	Износостойкость CT5005	CT5015	GC1525
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.05 – 0.1 – 0.2	0.05 – 0.1 – 0.2	0.05 – 0.1 – 0.2
						Скорость резания, v_c м/мин		
P Сталь	01.1	**Нелегированная сталь**	C = 0.1 – 0.25%	2000	125	700 – 570 – 430	650 – 540 – 440	560 – 465 – 380
	01.2		C = 0.25 – 0.55%	2100	150	650 – 530 – 420	570 – 480 – 385	495 – 415 – 335
	01.3		C = 0.55 – 0.80%	2200	170	560 – 480 – 390	510 – 425 – 340	430 – 365 – 295
	02.1	Низколегированная сталь (легирующих элементов меньше 5%)	В состоянии поставки (сырая)	2150	180	545 – 460 – 370	480 – 400 – 320	375 – 320 – 255
	02.12		Подшипниковая сталь	2300	210	- - -	- - -	- - -
	02.2		После закалки и отпуска	2550	275	335 – 275 – 210	285 – 235 – 190	200 – 165 – 135
	02.2		После закалки и отпуска	2850	350	295 – 235 – 170	230 – 190 – 150	160 – 135 – 110
	03.11	Высоколегированная сталь (легирующих элементов >5%)	Отожженная	2500	200	- - -	395 – 330 – 250	260 – 215 – 175
	03.21		Закаленная инструментальная сталь	3900	325	- - -	195 – 165 – 130	145 – 115 – 90
	06.1	**Стальное литье**	Нелегированная сталь	2000	180	- - -	260 – 215 – 175	225 – 185 – 145
	06.2		Низколегированная сталь (легир. элем. ≤5%)	2100	200	- - -	270 – 225 – 170	175 – 145 – 105
	06.3		Высоколегированная сталь (легир. элем. >5%)	2650	225	- - -	200 – 165 – 125	140 – 115 – 85

ISO	Код материала	Обрабатываемый материал		Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²	Твёрдость по Бринеллю HB	Износостойкость GC1525	GC1005	GC1025
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.1 – 0.2	0.1 – 0.2 – 0.3	0.1 – 0.2 – 0.3
						Скорость резания, v_c м/мин		
M Нержавеющая сталь	05.11	**Нержавеющая сталь – Прутки/поковки Ферритная/ мартенситная**	В состоянии поставки	2300	200	290 – 240	380 – 305 – 245	280 – 215 – 170
	05.12		Дисперсионно-твердеющая	3550	330	170 – 150	350 – 280 – 225	155 – 125 – 100
	05.13		Закаленная	2850	330	170 – 150	245 – 195 – 160	165 – 135 – 120
	05.21	**Нержавеющая сталь – Прутки/поковки Аустенитная**	Аустенитная	2300	180	220 – 195	410 – 330 – 265	265 – 220 – 170
	05.22		Дисперсионно-твердеющая	3550	330	195 – 170	220 – 175 – 145	155 – 125 – 100
	05.23		Супераустенитная	2950	200	145 – 130	245 – 200 – 160	185 – 160 – 130
	05.51	**Нержавеющая сталь – Прутки, поковки Аустенитная, ферритная (Дуплекс)**	Несвариваемая ≥ 0.05%C	2550	230	- -	315 – 255 – 205	210 – 170 – 130
	05.52		Свариваемая <0.05%C	3050	260	- -	280 – 225 – 185	190 – 140 – 110
	15.11	**Отливки Ферритная, мартенситная**	В состоянии поставки	2100	200	- -	- -	265 – 220 – 170
	15.12		Дисперсионно-твердеющая	3150	330	- -	- -	135 – 110 – 80
	15.13		Закаленная	2650	330	- -	- -	145 – 120 – 90
	15.21	**Отливки Аустенитная**	Аустенитная	2200	180	- -	- -	235 – 180 – 150
	15.22		Дисперсионно-твердеющая	3150	330	- -	- -	135 – 110 – 80
	15.23		Супераустенитная	2700	200	- -	- -	175 – 150 – 125
	15.51	**Отливки Аустенитная, ферритная (Дуплекс)**	Несвариваемая ≥ 0.05%C	2250	230	- -	- -	190 – 140 – 100
	15.52		Свариваемая <0.05%C	2750	260	- -	- -	170 – 130 – 90

ISO	Код материала	Обрабатываемый материал		Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²	Твёрдость по Бринеллю HB	Износостойкость CB7050/CB50	CC620	CC650
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.1 – 0.25 – 0.4	0.1 – 0.25 – 0.4	0.1 – 0.25 – 0.4
						Скорость резания, v_c м/мин		
K Чугун	07.1	**Ковкий чугун**	Ферритный (элементная стружка)	940	130	- - -	800 – 700 – 600	800 – 700 – 600
	07.2		Перлитный (сливная стружка)	1100	230	- - -	700 – 590 – 500	700 – 600 – 500
	08.1	**Серый чугун**	Низкой прочности на растяжение	1100	180	1700 – 1450 – 1200	800 – 700 – 600	800 – 700 – 600
	08.2		Высокой прочности на растяжение	1150	220	1450 – 1250 – 1050	760 – 650 – 540	760 – 650 – 540
	09.1	**Серый чугун с шаровидным графитом**	Ферритный	1050	160	- - -	- - -	610 – 550 – 450
	09.2		Перлитный	1750	250	- - -	- - -	510 – 450 – 350
	09.3		Мартенситный	2700	380	- - -	- - -	350 – 305 – 260

Прочность

GC1025	GC4005	GC4015	GC4025	GC2015	GC4035	GC2025	GC235		
h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°									
0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8	0.1 – 0.4 – 0.8		
Скорость резания, v_c м/мин									
310 – 255 – 195 280 – 225 – 180 260 – 210 – 170	590 – 430 – 315 530 – 385 – 280 505 – 365 – 265	540 – 390 – 285 485 – 350 – 255 460 – 330 – 240	485 – 330 – 230 430 – 290 – 205 405 – 275 – 195	440 – 300 – 210 400 – 270 – 190 370 – 250 – 175	405 – 260 – 190 365 – 235 – 170 345 – 220 – 160	295 – 200 – 145 265 – 180 – 130 250 – 170 – 120	185 – 135 – 95 165 – 120 – 85 155 – 115 – 80		
- - - - - - - - - - - -	585 – 390 – 270 505 – 335 – 235 315 – 220 – 165 250 – 180 – 130	530 – 355 – 245 460 – 305 – 215 340 – 240 – 185 275 – 190 – 150	435 – 290 – 205 380 – 255 – 180 285 – 200 – 155 230 – 160 – 125	395 – 265 – 190 350 – 230 – 160 260 – 180 – 140 210 – 145 – 110	285 – 175 – 130 250 – 155 – 110 175 – 115 – 80 140 – 90 – 65	220 – 145 – 100 195 – 125 – 85 145 – 95 – 65 115 – 75 – 50	155 – 110 – 70 - - - 110 – 70 – 50 85 – 55 – 39		
- - - - - -	425 – 280 – 205 210 – 135 – 110	385 – 255 – 190 190 – 120 – 90	285 – 195 – 145 130 – 90 – 70	260 – 180 – 130 115 – 85 – 65	225 – 145 – 100 105 – 65 – 45	185 – 125 – 85 85 – 55 – 38	145 – 100 – 65 65 – 45 – 30		
- - - - - - - - -	320 – 225 – 175 275 – 195 – 150 210 – 145 – 110	285 – 205 – 160 250 – 175 – 135 195 – 130 – 100	230 – 170 – 125 200 – 135 – 95 175 – 120 – 85	210 – 155 – 110 180 – 120 – 85 160 – 110 – 75	175 – 130 – 95 155 – 95 – 65 135 – 90 – 65	140 – 105 – 80 125 – 80 – 55 110 – 75 – 50	100 – 80 – 60 95 – 65 – 45 80 – 60 – 39		

Прочность

GC4025	GC2015	GC4035	GC2025	GC2035	GC235				
h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°									
0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6				
Скорость резания, v_c м/мин									
265 – 225 – 200 125 – 100 – 75 150 – 125 – 90	260 – 220 – 205 125 – 100 – 90 145 – 120 – 100	225 – 190 – 170 85 – 65 – 50 100 – 70 – 50	230 – 175 – 135 110 – 70 – 50 120 – 80 – 55	180 – 160 – 130 85 – 65 – 45 95 – 70 – 50	130 – 110 – 90 70 – 55 – 45 75 – 60 – 50				
280 – 225 – 190 125 – 95 – 80 170 – 150 – 110	290 – 240 – 210 130 – 100 – 90 160 – 135 – 115	195 – 155 – 120 95 – 70 – 55 130 – 105 – 80	240 – 175 – 130 100 – 70 – 55 130 – 100 – 75	170 – 145 – 115 85 – 65 – 45 100 – 90 – 70	115 – 100 – 85 70 – 55 – 45 85 – 70 – 60				
240 – 205 – 160 200 – 165 – 130	220 – 185 – 160 190 – 150 – 130	180 – 140 – 110 130 – 115 – 105	190 – 150 – 110 150 – 120 – 90	160 – 135 – 105 130 – 110 – 85	105 – 95 – 80 95 – 80 – 70				
255 – 215 – 175 105 – 75 – 60 115 – 95 – 65	250 – 210 – 185 100 – 70 – 60 110 – 90 – 70	195 – 160 – 150 75 – 55 – 40 85 – 60 – 45	220 – 160 – 120 85 – 55 – 40 120 – 80 – 55	170 – 145 – 115 70 – 50 – 40 75 – 60 – 50	115 – 100 – 85 60 – 45 – 35 65 – 50 – 40				
220 – 180 – 150 105 – 75 – 60 160 – 125 – 105	220 – 180 – 155 105 – 80 – 70 145 – 115 – 100	155 – 120 – 95 75 – 55 – 40 115 – 90 – 70	200 – 155 – 115 85 – 55 – 40 130 – 90 – 65	150 – 120 – 95 70 – 50 – 40 100 – 80 – 60	100 – 90 – 75 65 – 45 – 33 80 – 65 – 55				
205 – 165 – 145 175 – 155 – 115	185 – 150 – 140 160 – 140 – 120	165 – 125 – 100 115 – 100 – 95	150 – 120 – 90 125 – 105 – 80	130 – 110 – 85 105 – 95 – 75	95 – 80 – 70 90 – 75 – 65				

Прочность

CC6090	GC1690	CT5005	CT5015	GC3205	GC3210	GC4015	GC3215	H13A	
h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°									
0.2 – 0.4 – 0.6	0.2 – 0.4 – 0.6	0.05 – 0.1 – 0.2	0.1 – 0.2 – 0.3	0.1 – 0.3 – 0.6	0.1 – 0.3 – 0.6	0.1 – 0.3 – 0.6	0.1 – 0.3 – 0.6	0.1 – 0.3 – 0.5	
Скорость резания, v_c м/мин									
740 – 600 – 500 640 – 500 – 400	740 – 600 – 500 640 – 500 – 400	300 – 260 – 225 225 – 195 – 175	200 – 165 – 135 140 – 115 – 95	505 – 415 – 325 410 – 340 – 265	415 – 350 – 265 350 – 280 – 215	340 – 280 – 215 265 – 230 – 175	290 – 235 – 185 230 – 190 – 150	140 – 125 – 110 125 – 110 – 90	
740 – 600 – 500 690 – 540 – 435	740 – 600 – 500 690 – 540 – 435	500 – 405 – 310 405 – 330 – 250	320 – 260 – 220 280 – 235 – 205	600 – 475 – 375 440 – 355 – 280	500 – 395 – 300 360 – 295 – 225	380 – 320 – 250 300 – 250 – 210	310 – 275 – 210 250 – 200 – 160	180 – 145 – 110 140 – 115 – 95	
- - - - - - - - -	580 – 450 – 345 480 – 350 – 250 325 – 260 – 220	350 – 300 – 250 310 – 260 – 210 - - -	255 – 200 – 160 230 – 195 – 170 115 – 95 – 85	385 – 360 – 275 350 – 330 – 250 305 – 280 – 220	350 – 335 – 250 310 – 300 – 225 280 – 260 – 190	305 – 240 – 185 270 – 220 – 165 210 – 170 – 120	270 – 215 – 165 245 – 190 – 150 210 – 170 – 130	135 – 125 – 95 125 – 115 – 90 100 – 85 – 65	

Рекомендации по выбору скоростей резания

Рекомендации относятся к обработке с применением СОЖ.

ISO	Код материала	Обрабатываемый материал		Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²	Твёрдость по Бриннелю HB	Износостойкость CD10	CD1810	H10
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.05 – 0.4	0.15 – 0.8	0.15 – 0.8
						Скорость резания, v_c м/мин		
N Цветные металлы	30.11 30.12	**Алюминиевые сплавы**	Деформируемые, в т. ч. в холодном состоянии не подвергнутые старению	500	60	2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1]
			Деформируемые, в т.ч. подвергнутые старению	800	100	2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1]
	30.21 30.22	**Алюминиевые сплавы**	Литые, не подвергнутые старению Литые, в т.ч. подвергнутые старению	750 900	75 90	2000 (2500 – 250)[1] 2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1] 2000 (2500 – 250)[1]	2000 (2500 – 250)[1] 2000 (2500 – 250)[1]
	30.41 30.42	**Алюминиевые сплавы**	Литые, 13–15% Si Литые, 16–22% Si	950 950	130 130	1550 (1950 – 195)[1] 770 (960 – 95)[1]	770 (960 – 95)[1] 510 (640 – 65)[1]	450 - (560 – 55)[1] 300 - (375 – 38)[1]
	33.1 33.2 33.3	**Медь и медные сплавы**	Легкообрабатываемые сплавы, ≥1% Pb Латунь, свинцовистая бронза, ≤1% Pb Бронза без добавок свинца и медь, в т.ч. электролитическая	700 700 1750	110 90 100	500 (630 – 65)[1] 500 (630 – 65)[1] 300 (375 – 38)[1]	500 (630 – 65)[1] 500 (630 – 65)[1] 300 (375 – 38)[1]	500 (630 – 65)[1] 500 (630 – 65)[1] 300 (375 – 38)[1]
ISO	**Код материала**	**Обрабатываемый материал**		**Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²**	**Твёрдость по Бриннелю HB**	**Износостойкость CC650**		**CC670**
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.1 – 0.2	0.1 – 0.2 – 0.3	0.1 – 0.2 – 0.3
						Скорость резания, v_c м/мин		
S Жаропрочные и специальные сплавы		**Жаропрочные и специальные сплавы**						
	20.11 20.12	На основе железа	Отжиг или отпуск в расплаве солей Старение в т.ч. после отжига в расплаве солей	3000 3050	200 280	- - - -		- - - - - -
	20.21 20.22 20.24	На основе никеля	Отжиг или отпуск в расплаве солей Старение в т.ч. после отжига в расплаве солей Литье в т.ч. после старения	3300 3600 3700	250 350 320	400 – 320 340 – 265 220 – 160		385 – 315 – 270 325 – 270 – 230 295 – 245 – 210
	20.31 20.32 20.33	На основе кобальта	Отжиг или отпуск в расплаве солей Старение в т.ч. после отжига в расплаве солей Литье в т.ч. после старения	3300 3700 3800	200 300 320	345 – 260 300 – 225 285 – 225		345 – 255 – 205 300 – 225 – 175 285 – 225 – 170
						H10	**H10A**	**H13A**
		Титановые сплавы[2]			Rm[3]	0.1 – 0.2 – 0.3	0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5
	23.1 23.21 23.22	Технически чистый титан (99.5% Ti) Сплавы α, близкие к α и к α+β сплавы, отожженные α+β сплавы, подвергнутые старению, β сплавы отожженные/подвергнутые		1550 1700 1700	**400** **950** **1050**	205 – 170 – 145 85 – 70 – 55 80 – 60 – 50	195 – 160 – 135 80 – 65 – 55 80 – 60 – 50	180 – 150 – 125 75 – 60 – 50 70 – 55 – 45
ISO	**Код материала**	**Обрабатываемый материал**		**Удельная сила резания k_c 0,4 Н/мм²**	**Твёрдость по Бриннелю HB**	**Износостойкость CB7015**	**CB7020/CB20**	**CB7050/CB50**
						h_{ex}, мм ≈ подаче, f_n мм/об при κ_r 90°-95°		
						0.05 – 0.15 – 0.25	0.05 – 0.15 – 0.25	0.1 – 0.25 – 0.4
						Скорость резания, v_c м/мин		
H Материалы высокой твердости	04.1	**Закаленная сталь** **Сверхтвердая сталь**	Закаленная и отпущенная Закаленная и отпущенная	3250 5550	45 HRC 60 HRC	- - - 260 – 195 – 164	- - - 180 – 150 – 120	- - - 150 – 120 – 100
	10.1	**Отбеленный чугун**	Литье, в т. ч. подвергнутое старению	2800	400		- - -	180 – 150 – 120

[1]) Скорости резания в таблице действительны для подач из указанного диапазона.
[2]) Используйте главный угол в плане 45-60°, положительную геометрию и охлаждение.
[3]) Rm = предел прочности при растяжении, измеряемый в MPa.

Цветные металлы

Какую пластину выбрать: из твердого сплава или со вставкой из поликристаллического алмаза?
Сплав на основе поликристаллического алмаза CD10 и твердый сплав с алмазным покрытием CD1810 прекрасная альтернатива твердому сплаву при чистовой и получистовой обработке цветных металлов и неметаллических материалов.

Используйте алмаз когда необходимы:
– чрезвычайно высокая стойкость
– отличное качество поверхности
– экономическая эффективность обработки
– стабильные условия

Используйте твердый сплав когда необходимы:
– управление стружкообразованием
– надежность режущей кромки
– низкая стоимость режущей кромки
– настройка новых работ
– нестабильные условия

Прочность

H13A									
hex, мм ≈ подаче, fn мм/об при кг 90°-95°									
0.15 – 0.8									
Скорость резания, v_c м/мин									
1900 (2400 – 240)[1)] 1900 (2400 – 240)[1)]									
1900 (2400 – 240)[1)] 1900 (2400 – 240)[1)]									
400 (500 – 50)[1)] 250 (315 – 31)[1)]									
450 (560 – 55)[1)] 450 (560 – 55)[1)] 270 (340 – 34)[1)]									

Прочность

S05F	GC1005	H10A	H13A	GC1025	H10F				
hex, мм ≈ подаче, fn мм/об при кг 90°-95°									
0.1 – 0.2 – 0.3	0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5				
Скорость резания, v_c м/мин									
160 – 135 – 110 125 – 105 – 85	175 – 120 – 80 150 – 100 – 70	85 – 70 – 55 65 – 55 – 40	80 – 65 – 50 60 – 50 – 40	75 – 60 – 45 55 – 45 – 35	70 – 55 – 40 50 – 40 – 30				
100 – 85 – 70 90 – 75 – 60 80 – 65 – 55	90 – 55 – 30 80 – 50 – 27 70 – 45 – 24	55 – 40 – 32 40 – 32 – 21 26 – 21 – 16	50 – 40 – 30 40 – 30 – 20 25 – 20 – 15	45 – 35 – 25 35 – 25 – 15 23 – 17 – 12	40 – 30 – 20 30 – 20 – 10 20 – 15 – 10				
100 – 85 – 70 90 – 75 – 60 80 – 65 – 55	90 – 60 – 30 80 – 50 – 27 70 – 45 – 24	55 – 40 – 32 40 – 32 – 21 26 – 21 – 16	50 – 40 – 30 40 – 30 – 20 25 – 20 – 15	45 – 35 – 25 35 – 25 – 15 23 – 17 – 12	40 – 30 – 20 30 – 20 – 10 20 – 15 – 10				
H10F	**GC1025**								
0.1 – 0.3 – 0.5	0.1 – 0.3 – 0.5								
160 – 135 – 115 65 – 55 – 45 65 – 50 – 40	160 – 135 – 115 65 – 55 – 45 65 – 50 – 40								

Прочность

CC6050	CC670	H13A	GC4015						
hex, мм ≈ подаче, fn мм/об при кг 90°-95°									
0.1 – 0.25 – 0.4	0.1 – 0.25 – 0.4	0.1 – 0.3 – 0.6	0.1 – 0.3 – 0.6						
Скорость резания, v_c м/мин									
140 – 105 – 70 120 – 90 – 60	140 – 120 – 95 120 – 100 – 80	45 – 30 – 23 - - -	60 – 40 – 25 - - -						
120 – 90 – 60	120 – 90 – 60	35 – 20 – 11	45 – 25 – 14						

CBN для обработки чугуна, закаленных и жаропрочных материалов

Сплавы на основе кубического нитрида бора - CB7020, CB7015, CB20, CB7050 и CB50
Применение пластин с CBN может повысить производительность обработки, объем снимаемого металла или стойкость до 100 раз по сравнению с пластинами из твердого сплава или керамики.

Кубический нитрид бора рекомендуется, в основном, для чистовых операций:
CB7050/CB50 для чугунов и жаропрочных сплавов.
CB7015/CB7020/CB20 для непрерывной и легкой прерывистой обработки деталей высокой твердости.

Рекомендации по режимам резания при обработке чугуна, закаленной стали и жаропрочных сплавов современными режущими материалами

Следующие таблицы показывают рекомендованные инструментальные материалы и режимы резания для разных областей применения.

Полоски показывают область применения инструментального материала, более темные области предпочтительны. Красная линия показывает рекомендованные начальные величины.

Режимы резания для обработки чугуна, приведенные в нижеследующей таблице, подходят для условий непрерывного резания. Для прерывистого резания следует уменьшить подачу и глубину резания.

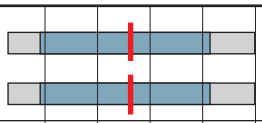
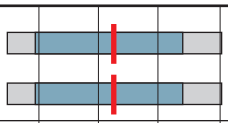
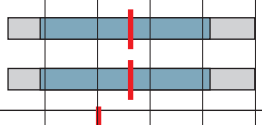
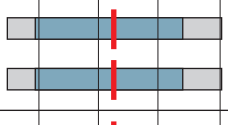
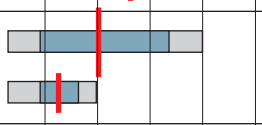
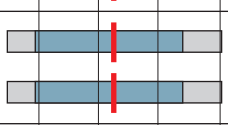
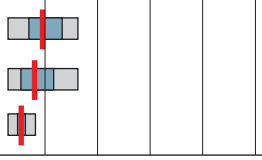
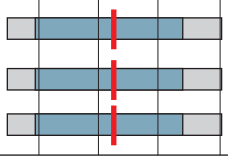
Обработка чугуна

ISO	CMC[1]	Материал режущего инструмента	Возможность прерывистого резания	Скорость резания, v_c м/мин	Подача, f_n мм/об	Глубина резания, a_p мм
				300 400 500 600 700	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6	0.5 1.0 1.5 2.0 3.0 5.0 7.0
K Чугун	07 08	**CC620** Чистая керамика	НЕТ			
		CC650 Смешанная керамика	НЕТ			
		CC6050 Смешанная керамика	ЕСТЬ			
		CC6090 Керамика на основе нитрида кремния	ЕСТЬ			
		GC1690 Керамика на основе нитрида кремния с покрытием	ЕСТЬ			
		CB7050 Кубический нитрид бора	ЕСТЬ	2)		
		CB50 Кубический нитрид бора	ЕСТЬ	2)		
	09	**CC620** Чистая керамика	НЕТ			
		CC650 Смешанная керамика	НЕТ			
		CC690 Керамика на основе нитрида кремния	ЕСТЬ			
		GC1690 Керамика на основе нитрида кремния с покрытием	ЕСТЬ			

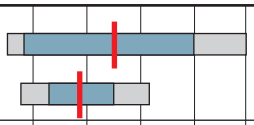
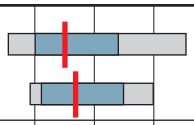
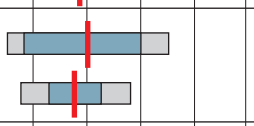
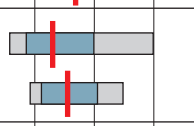
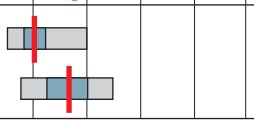
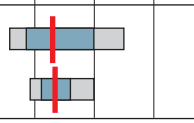
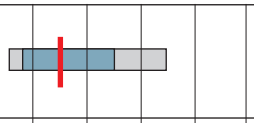
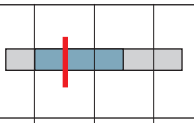
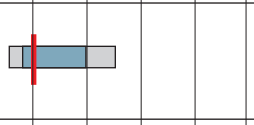
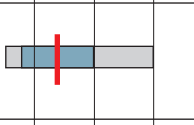
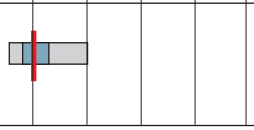
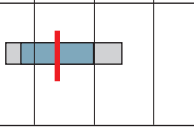
[1] Код обрабатываемого материала по Coromant
CMC 07 = Ковкий чугун
CMC 08 = Серый чугун
CMC 09 = Чугун с шаровидным графитом

[2] Рекомендуемая скорость резания может достигать 2000 м/мин. Используйте такую же скорость резания для чугунов с низким, до 5%, содержанием железа

Обработка цветных металлов

ISO	CMC[1]	Обрабатываемый материал	Режущий материал Операция[2]	Скорость резания, v_c м/мин	Подача, f_n мм/об
				500 1000 1500 2000 2500	0.10 0.20 0.30 0.40
N Цветные металлы	30.11 30.12	Алюминиевые сплавы	CD10		
	30.21 30.22	Алюминиевые сплавы	CD10		
	30.41 30.42	Алюминиевые сплавы	CD10		
	33.1 33.2 33.3	Медь и медные сплавы	CD10		

Обработка жаропрочных и специальных сплавов

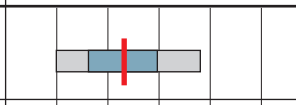
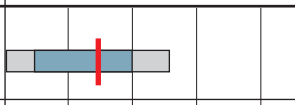
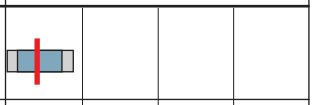
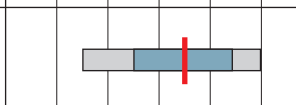
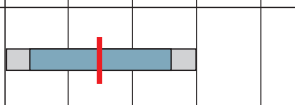
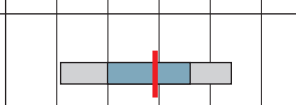
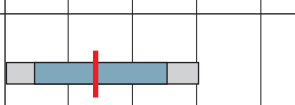
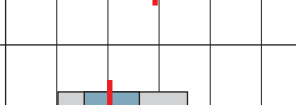
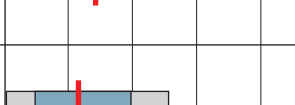
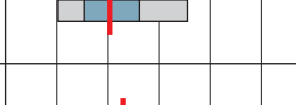
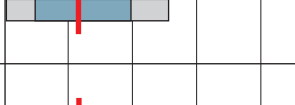
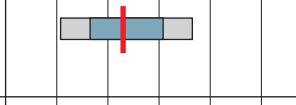
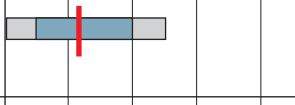
ISO	CMC[1]	Обрабатываемый материал	Режущий материал Операция[2]		Скорость резания, v_c м/мин	Подача, f_n мм/об
		На никелевой основе	Чистовая/ Получистовая	Черновая обработка	200 300 400 500 600	0.10 0.20 0.30 0.40
S Жаропрочные и специальные сплавы	20.21	Отжиг или отпуск в расплаве солей	CC670	CC670		
	20.22	Подвергнутые старению, в т.ч. после отжига в расплаве солей	CC670	CC670		
	20.24	Литые, в т.ч. подвергнутые старению	CC670	CC670		
		На основе кобальта			v_c м/мин 200 300 400 500 600	f_n м/мин 0.10 0.20 0.30 0.40
	20.31	Отжиг или отпуск в расплаве солей	CC670	CC670		
	20.32	Подвергнутые старению, в т.ч. после отжига в расплаве солей	CC670	CC670		
	20.33	Литые, в т.ч. подвергнутые старению	CC670	CC670		

[1] Код обрабатываемого материала по классификации Coromant

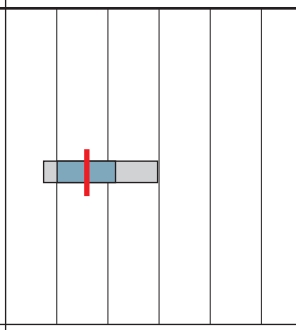
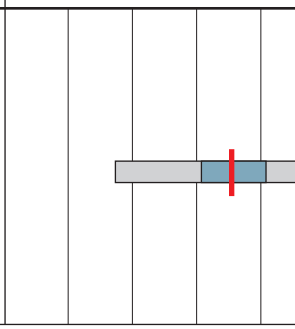
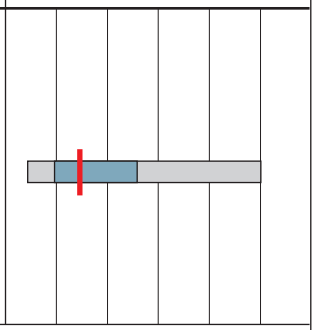
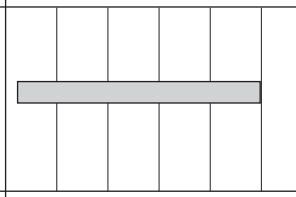
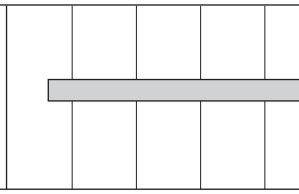
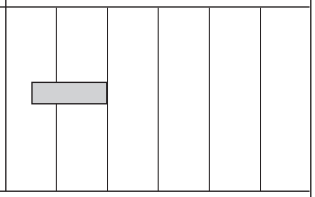
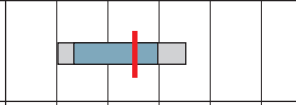
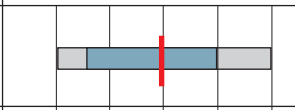
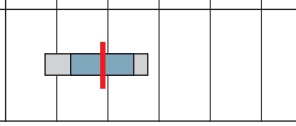
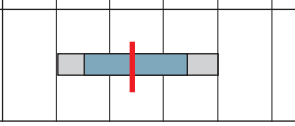
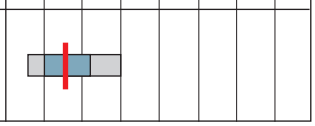
[2] Чистовая: a_p = 0,3 - 1,0 мм, f_n = 0,05 - 0,20 мм/об
Получистовая обработка: a_p = 0,7 - 2,5 мм, f_n = 0,12 - 0,30 мм/об
Черновая обработка: a_p = 2 - 5 мм, f_n = 0,15 - 0,45 мм/об

Эти режимы резания предназначены для керамических инструментальных материалов.

Обработка закаленной стали

ISO CMC[1)]	Материал режущего инструмента	Операция	Скорость резания, v_c м/мин (50 100 150 200 250)	Подача, f_n мм/об (0.1 0.2 0.3 0.4)	Глубина резания, a_p мм (0.5 1.0 1.5)
H 04.1 Материалы высокой твердости	**CC6050** Смешанная керамика	**Чистовая обработка** Непрерывное резание			
	CB7015 Кубический нитрид бора	**Чистовая обработка** Непрерывное резание			
	CB20 CB7020 Кубический нитрид бора	**Чистовая обработка** Непрерывное резание			
	CC670 Армированная Керамика	**Чистовая обработка** Прерывистое резание			
	CB20 CB7020 Кубический нитрид бора	**Чистовая обработка** Прерывистое резание			
	CB7050 Кубический нитрид бора	**Чистовая обработка** Прерывистое резание			

Обработка отбеленного чугуна

ISO CMC[1)]	Материал режущего инструмента	Операция	Скорость резания, v_c м/мин (25 50 75 100 125)	Подача, f_n мм/об (0.25 0.50 0.75 1.0)	Глубина резания, a_p мм (2.0 4.0 6.0 8.0 10.0)
H 10.1 Материалы высокой твердости	**GC1690** Керамика на основе нитрида кремния с покрытием **CC6090** Керамика на основе нитрида кремния **CC670** Армированная керамика	**Изготовление валков** С коркой			
			vc м/мин (50 75 100 125 150)	fn мм/об (0.25 0.50 0.75 1.0)	ap мм (2.0 4.0 6.0 8.0 10.0)
	CC670 Армированная Керамика **CC650** Смешанная керамика	**Изготовление валков** Без корки			
			vc м/мин (50 100 150 200 250)	fn мм/об (0.10 0.20 0.30 0.40 0.50)	ap мм (0.5 1.0 1.5 2.0 4.0 6.0 8.0)
	CB50 Кубический нитрид бора	**Переточка валков** Без дефектов			
	CC670 Армированная Керамика	**Переточка валков** С трещинами			

[1)] Код обрабатываемого материала по классификации Coromant.

Примечание: Для валков больших диаметров следует выбирать более низкие скорости резания и более высокие подачи.
Для валков небольших диаметров следует выбирать выше скорости резания и ниже подачи.

Обработка без охлаждения - не проблема для современных пластин

В современной металлообработке все большее распространение получает обработка без охлаждающей жидкости. Точение и фрезерование - типичные операции, где можно отказаться от применения СОЖ. Немаловажными факторами при принятии решения об отказе от использования СОЖ является стоимость её покупки, использования и утилизации, что иногда составляет до 15% себестоимости изготовления детали.

Современные сменные многогранные пластины способны выполнять обработку без охлаждения. Развитие инструментальных материалов и износостойких покрытий привело к тому, что пластины выдерживают более высокие температуры, чем раньше, и прекрасно сопротивляются пластической деформации и развитию термотрещин. Применение СОЖ может даже негативно сказаться на работоспособности инструмента, поскольку СОЖ делает терморежим пластины нестабильным. К тому же на многих операциях охлаждающая жидкость или вовсе не попадает в зону резания, или попадает в недостаточном количестве.

Более высокая температура в зоне обработки является, во многих случаях, позитивным фактором, если сплав режущей пластины выбран верно. Большинство современных твердых сплавов с покрытием разработаны с учетом их применения при обработке без СОЖ. Образованеие нароста и неудовлетворительное стружкодробление являются примером негативного влияния низкой температуры в зоне резания. Некоторые обрабатываемые материалы и виды операций могут оказывать неблагоприятное воздействие на процесс обработки вследствие колебания температуры.

Однако, сухая обработка не подходит для всех случаев обработки. Определенные материалы и операции требуют применения охлаждения - для снижения температуры при обработке жаропрочных сплавов, для эвакуации стружки при сверлении и растачивании. В некоторых случаях жидкость можно заменить сжатым воздухом. Кроме того, большая часть тепла уходит в стружку. что может повысить температуру узлов станка и оснастки. Если это не допустимо, следует применять СОЖ.

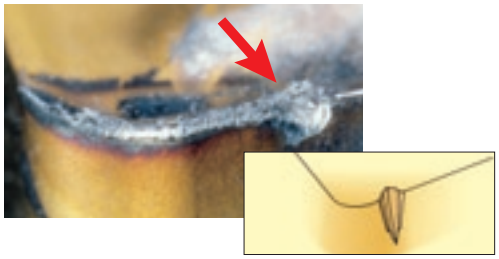
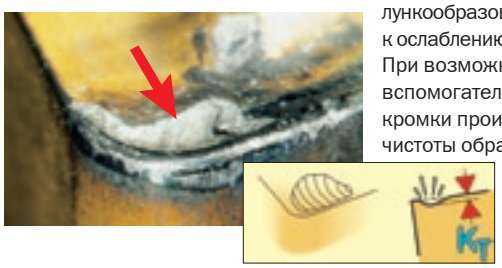
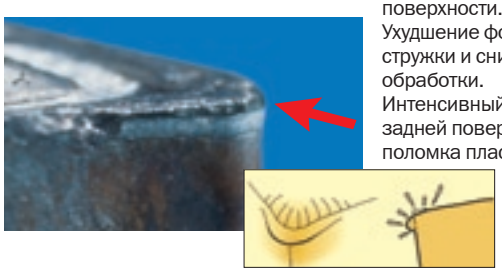
Тип операции, обрабатываемый материал, форма детали, требования по точности изготовления и используемое оборудование – все это должно приниматься во внимание при оценке возможности получения преимуществ от обработки без использования СОЖ. При такой обработке обычно требуется вести измерения с необходимой коррекцией, которую легко можно определить. В таких операциях как нарезание резьбы, развертывание, растачивание, отрезка и обработка канавок небольшое количество смазки может быть использовано в качестве альтернативы.

При правильном применении сухая обработка обеспечивает:
- повышение производительности
- улучшенное стружкообразование
- снижение себестоимости обработки
- усовершенствованное управление стружкообразованием
- улучшенные условия эксплуатации

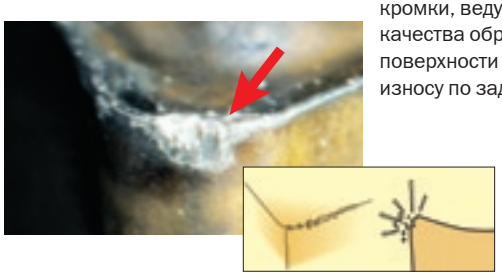
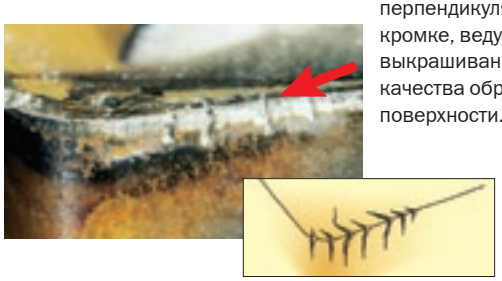
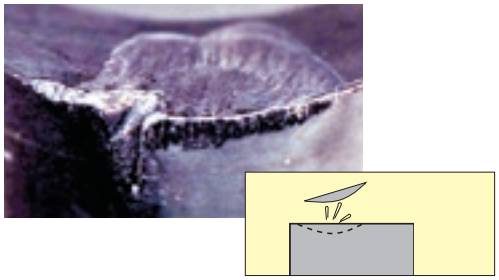
Действия при внедрении метода:

- убедитесь в возможности обработки без СОЖ
- оптимизируйте каждую операцию, в первую очередь это касается выбора инструмента, режимов обработки, экономически эффективной стойкости и обеспечения удаления стружки
- определите, как действует отсутствие СОЖ на качество поверхности и точность детали

Практические советы

Характер износа:		Причина:	Устранение:
Износ по задней поверхности	a. Быстрый износ по задней поверхности, вызывающий ухудшение качества поверхности или выход за пределы поля допуска. b/c. Образование проточин, снижающих качество поверхности и вызывающих опасность скола режущей кромки.	a. Слишком большая скорость резания или недостаточная износостойкость.	Уменьшить скорость резания. Выбрать более износостойкую марку сплава.
		b/c. Химический износ	Выбрать сплав с покрытием Al_2O_3. Для материалов, упрочняющихся механической обработкой, выбрать пластину с меньшим углом в плане или более износостойкую марку сплава.
		b/c. Абразивный износ	Уменьшить скорость резания. (При обработке жаропрочных сплавов керамикой, наоборот, увеличить скорость резания).
		c. Химический износ	Выбрать безвольфрамный твердый сплав
Лункообразование 	Интенсивное лункообразование, приводящее к ослаблению режущей кромки. При возможном разрушении вспомогательной режущей кромки произойдет ухудшение чистоты обработки.	Усиленный диффузионный износ из-за слишком высокой температуры на передней поверхности.	Выбрать сплав с покрытием Al_2O_3. Выберите позитивную геометрию пластины. Сначала уменьшить скорость резания для снижения температуры, а если не поможет, уменьшить и подачу.
Пластическая деформация 	Прогиб режущей кромки или вдавливание задней поверхности. Ухудшение формирования стружки и снижение чистоты обработки. Интенсивный износ по задней поверхности и поломка пластины.	Слишком высокая температура в зоне резания в сочетании с большими силами резания.	Выбрать более твердый сплав с лучшей стойкостью к пластической деформации. Проседание режущей кромки - уменьшить скорость резания. Вдавливание задней поверхности - уменьшить подачу.
Наростообразование	Нарост ухудшает чистоту обрабатываемой поверхности и ведет к выкрашиванию режущей кромки в момент его срыва.	Обрабатываемый материал налипает на пластину, образуя нарост из-за: - Низкой скорости резания.	Увеличить скорость резания.
		- Отрицательного переднего угла на режущей кромке.	Выбрать положительную геометрию пластины.

Сопутствующие факторы: Отсутствие стружкодробления
Воможное устранение: Увеличить подачу и/или глубину резания, перейти на пластину с меньшим радиусом при вершине.

Характер износа:		Причина:	Устранение:
Повреждение стружкой	Повреждение сходящей стружкой участка кромки, не находящегося в работе. Могут быть повреждены как верхняя, так и опорная поверхности пластины.	При сходе стружка ударяет по режущей кромке.	Изменить подачу. Выбрать пластину с другой геометрией передней поверхности.
Выкрашивание 	Выкрашивание режущей кромки, ведущее к ухудшению качества обработанной поверхности и чрезмерному износу по задней поверхности.	Слишком хрупкая марка твердого сплава.	Выбрать более прочную марку сплава.
		Геометрия пластины не обеспечивает достаточной прочности.	Выбрать пластину с более прочной геометрией (для керамических пластин - больший размер фаски).
		Наростообразование	Увеличить скорость резания или перейти на пластину с положительными передними углами. Уменьшить подачу в начале прохода.
Термотрещины 	Мелкие трещины перпендикулярные режущей кромке, ведущие к её выкрашиванию и ухудшению качества обработанной поверхности.	Термические трещины возникают из-за нестабильного терморежима, который вызван	
		- прерывистым резанием	Выбрать более прочную марку сплава с лучшим сопротивлением термическому удару.
		- непостоянной подачей СОЖ.	Охлаждение должно быть обильным и непрерывным или отсутствовать.
Поломка пластины	Поломка пластины, при которой возможны также повреждение или поломка опорной пластины и обрабатываемой детали.	Слишком хрупкая марка твердого сплава.	Выбрать более прочную марку сплава.
		Усиленная нагрузка на режущую кромку.	Уменьшить подачу и/или глубину резания.
		Геометрия пластины не обеспечивает достаточной прочности.	Выбрать более прочную геометрию, односторонняя пластина предпочтительна.
		Недостаточный размер пластины.	Выбрать пластину большей толщины или большего размера.
Отслаивание (керамика) 		Повышенные усилия резания.	Уменьшить подачу. Выбрать более прочную марку сплава. Выбрать пластину с меньшей отрицательной фаской.

Сопутствующие факторы: Вибрации
Возможное устранение: Уменьшить скорость резания, увеличить подачу, уменьшить глубину резания, выбрать меньший радиус при вершине пластины, выбрать позитивную геометрию.