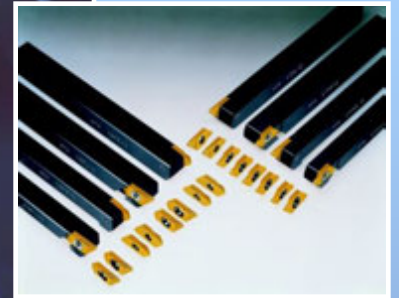


# NTK

CUTTING TOOLS



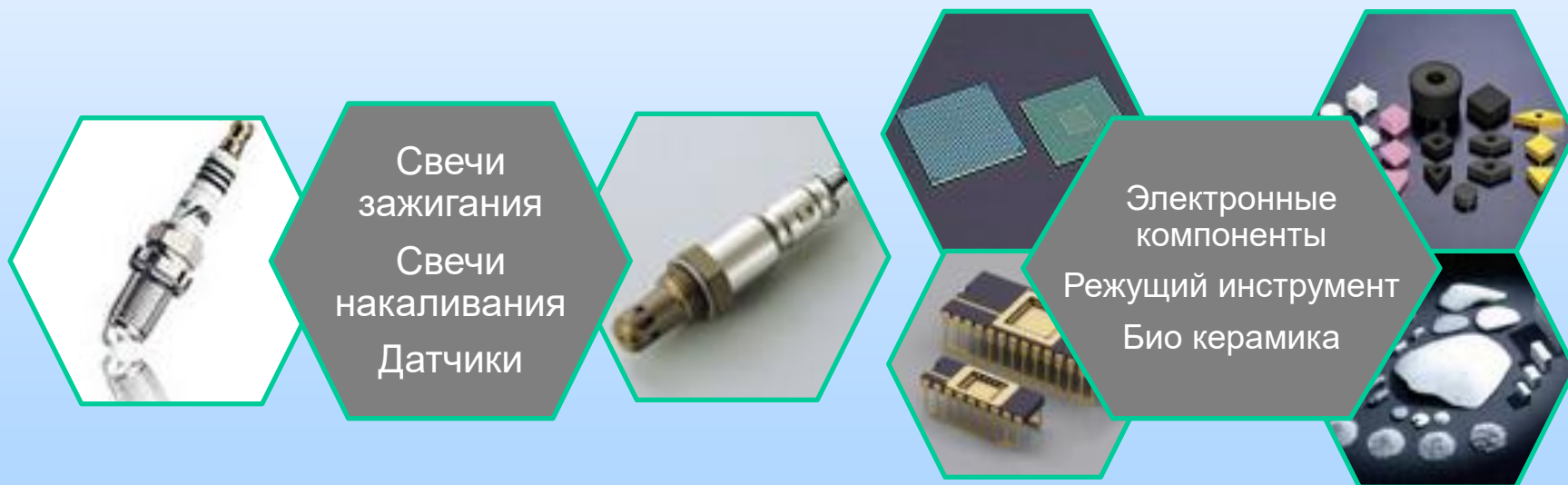
*When Speed Is Everything*

# Профиль компании

Основана            Октябрь 26, 1936

Капитал            470 миллионов долларов

Направления бизнеса



**Автокомпоненты**

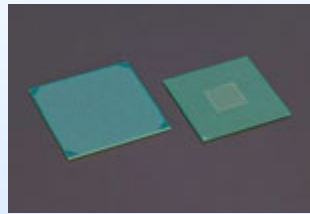
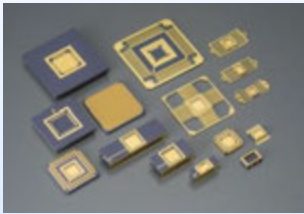
**Изделия из технической керамики**

# Производственная линейка

Изделия из технической керамики

**NTK**  
TECHNICAL CERAMICS

## Радио электронные компоненты



## Режущий инструмент



Керамические  
пластины



Инструмент для автоматов  
продольного точения

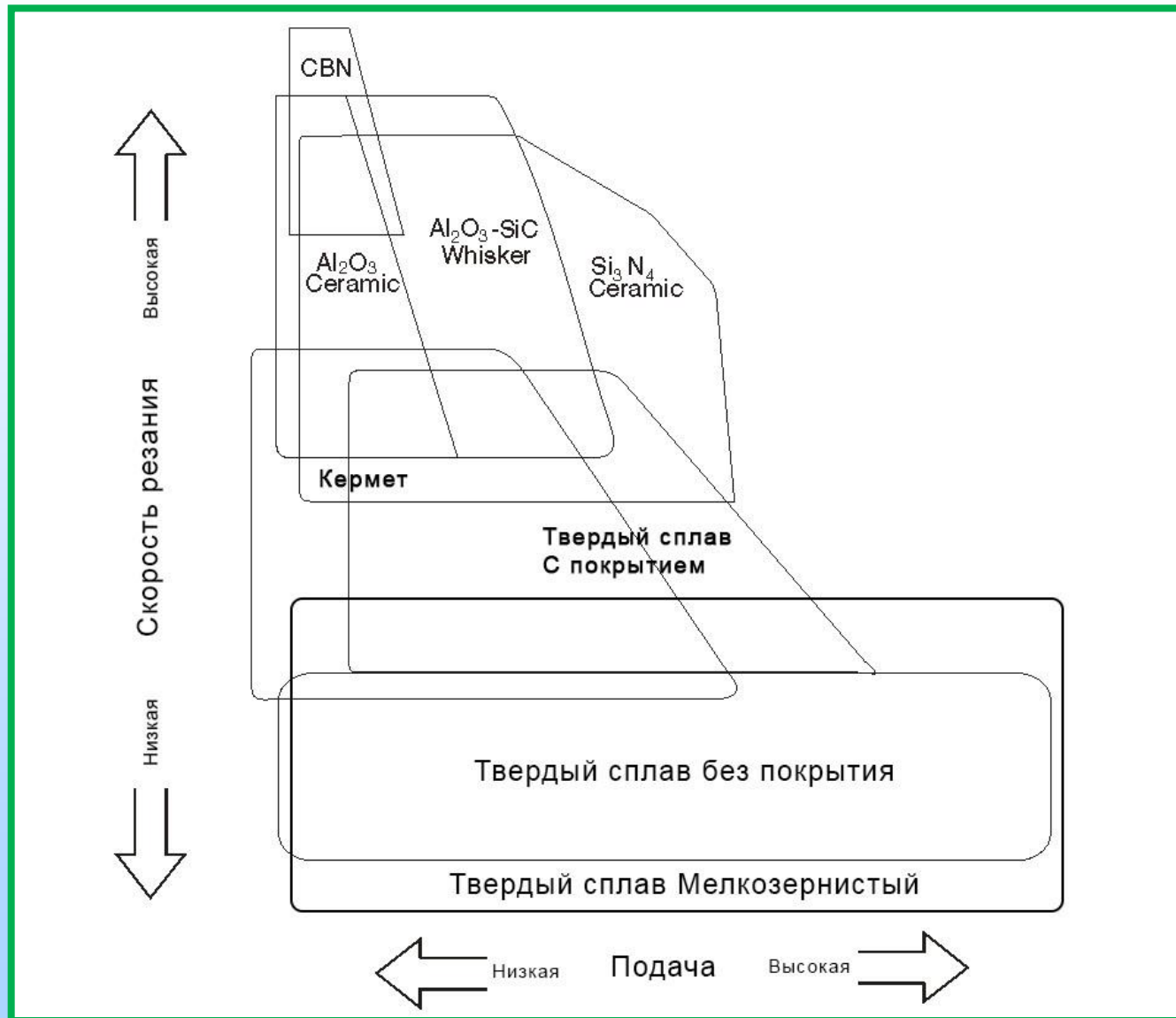
## Medical Products / Industrial Components



# Инструментальные материалы Производимые компанией НТК

- **ОКСИДНАЯ КЕРАМИКА**
- **СИАЛОН**
- **АРМИРОВАННАЯ КЕРАМИКА**
- **КУБИЧЕСКИЙ НИТРИД БОРА**
- **ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ АЛМАЗЫ**
- **КЕРМЕТЫ**
- **МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ**

# Область применения инструментальных материалов производимых компанией NTK



# Где используется керамика?

Оптимальная область применения режущей керамики  
Обработка материалов с высокой твердостью  
Жаропрочных сплавов.  
Высокоскоростная обработка чугунов.

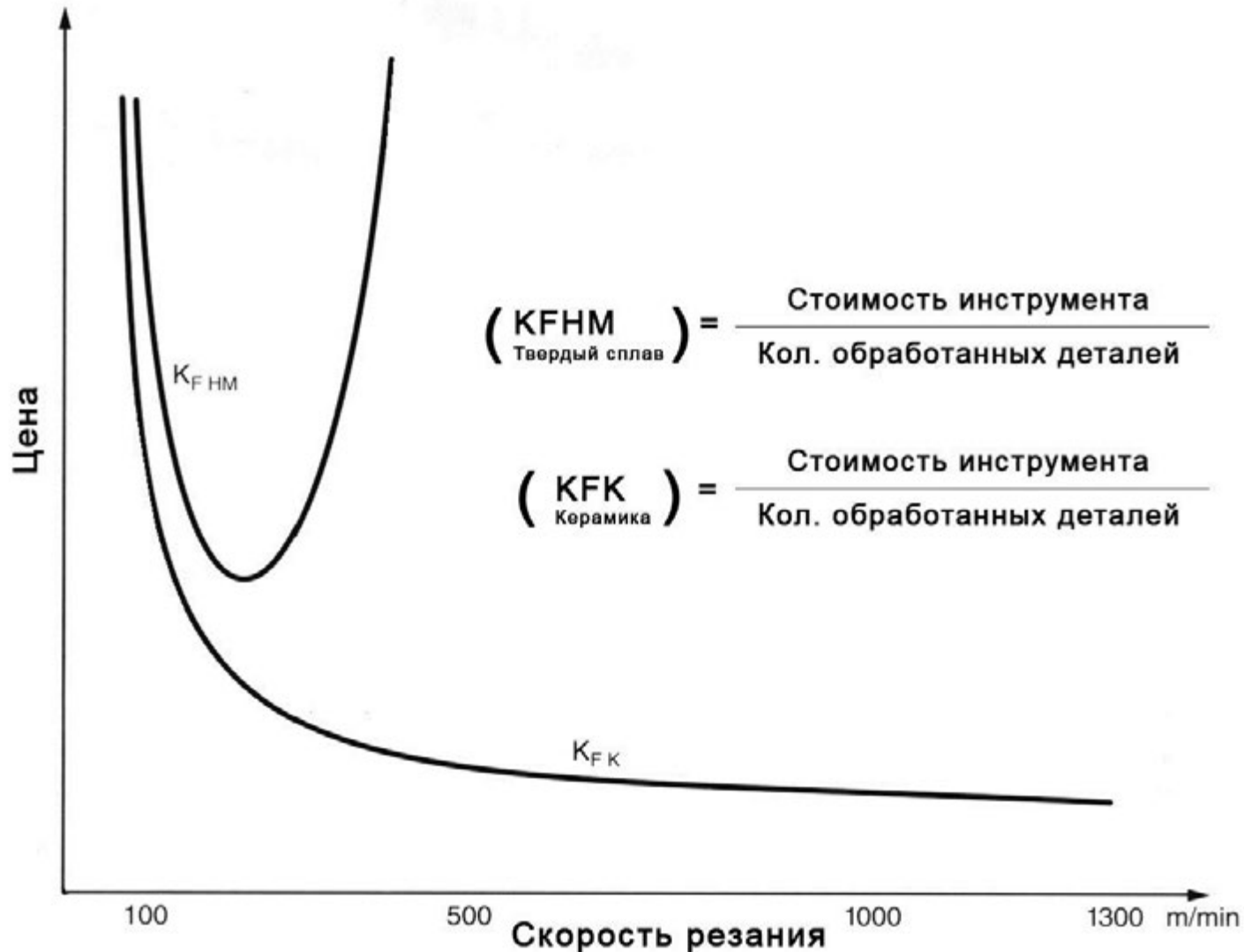
## Преимущества:



- Сокращение времени обработки
- Сокращение стоимости обработки изделия
- Возможность обработки труднообрабатываемых материалов
- Обработка без СОЖ
- Замена шлифования



# Сравнение стоимости керамики и твердого сплава

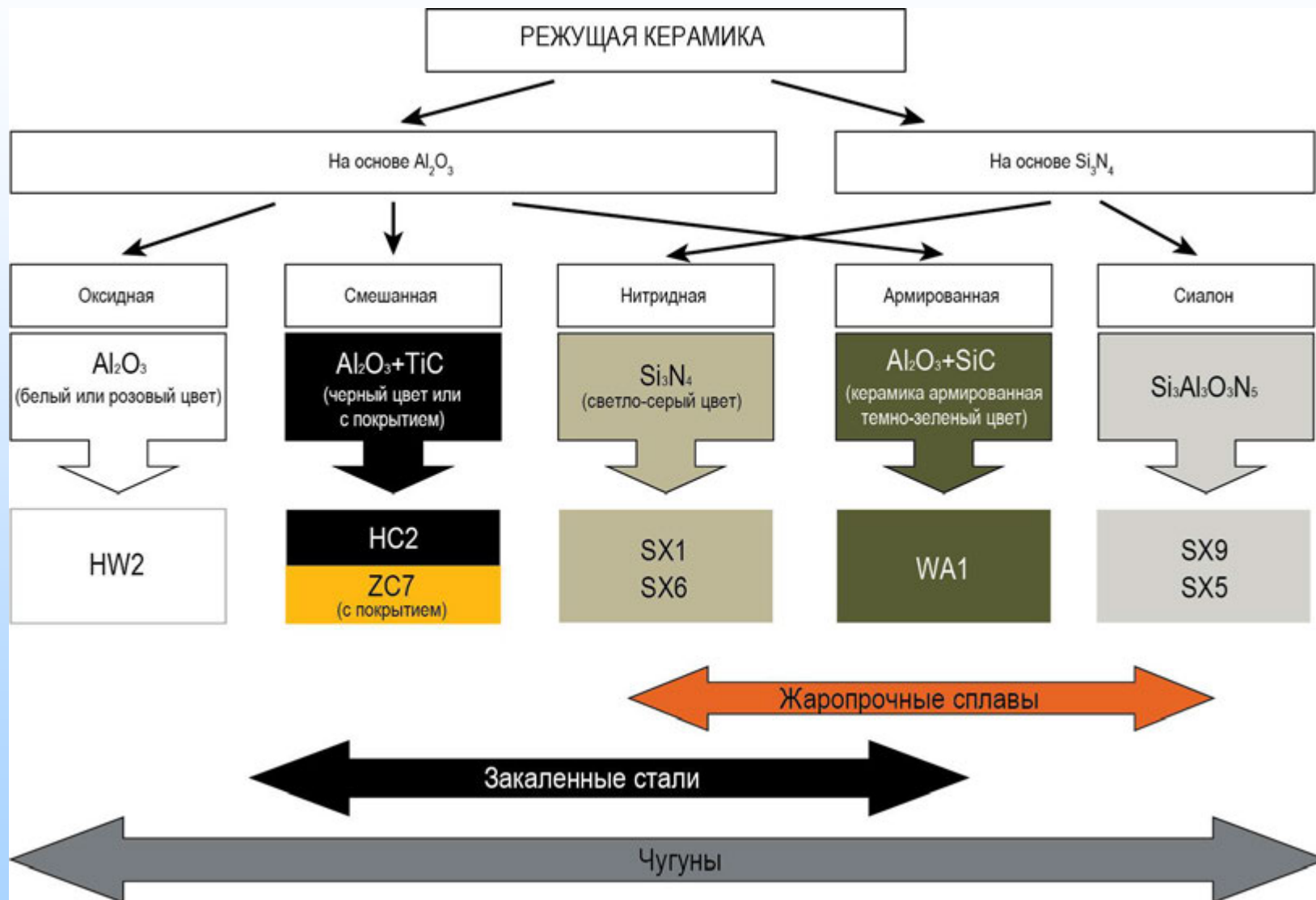


# Сфера применения керамики

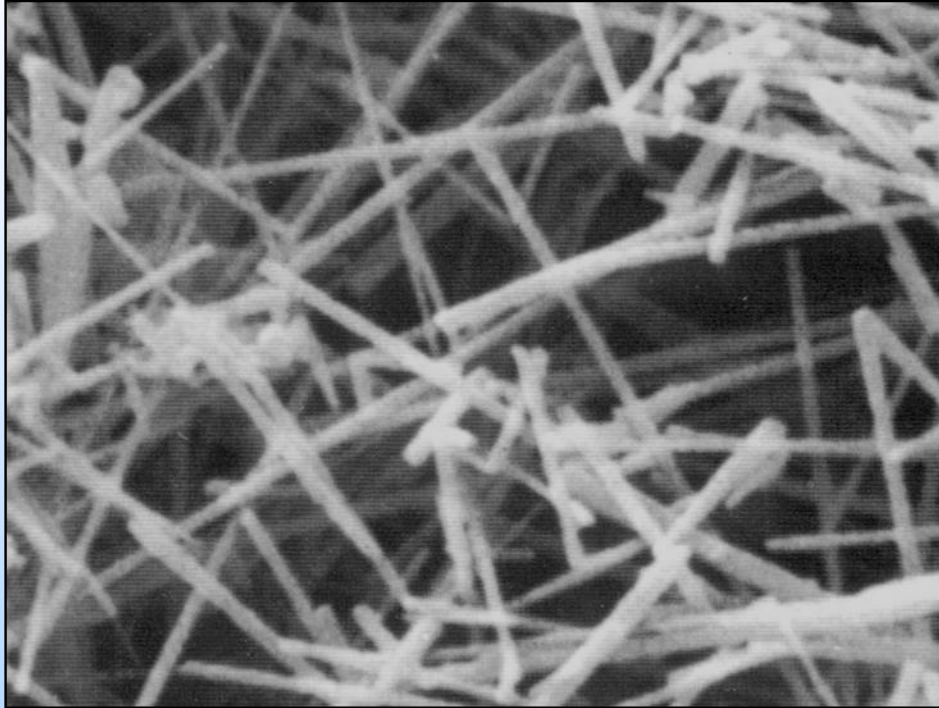
- **ОБРАБОТКА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**
- **ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА ЧУГУНА**
- **ОБРАБОТКА ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ**
- **ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**
- **СНЯТИЕ ГРАТА**



# Классификация режущей керамики НТК



# Вискеризованная керамика WA-1



“Вискеризованная” керамика представляет собой очень твёрдую керамическую основу армированную кристаллами карбида кремния, обычно называемыми whiskers.

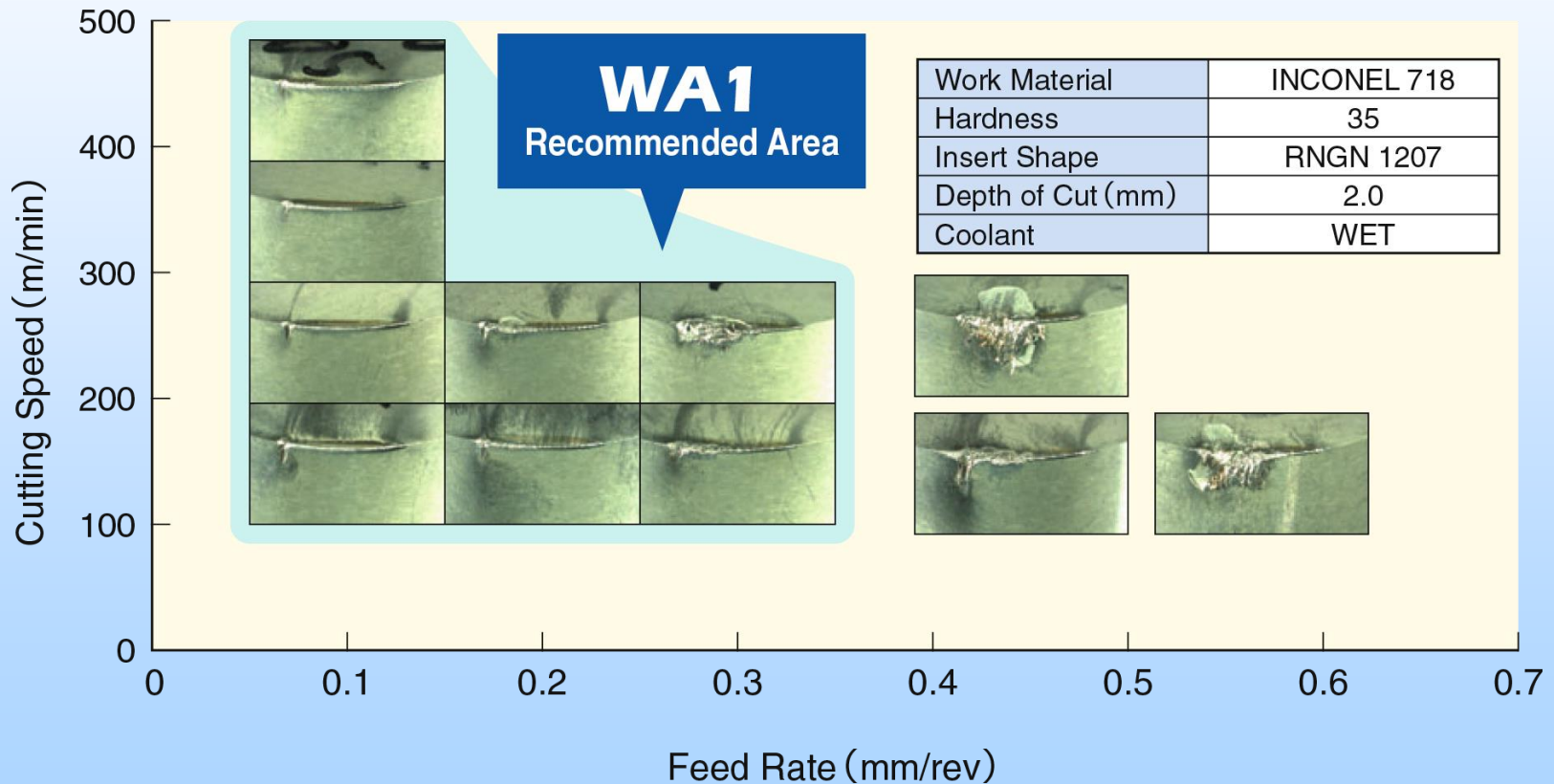
Эти кристаллы выращиваются в строго контролируемых условиях и за счёт своей химической чистоты и отсутствия границ между зёрнами приближаются к теоретическому пределу достигаемой прочности. По расчётам предел прочности составляет примерно 1 миллион P.S.I. (6900 Н/мм<sup>2</sup>).

Супер-прочные кристаллы равномерно распределены в связке из мелкозернистого оксида алюминия и действуют подобно стеклянным нитям в стеклотекстолите, добавляя прочности на растяжение и устойчивости к сколам.

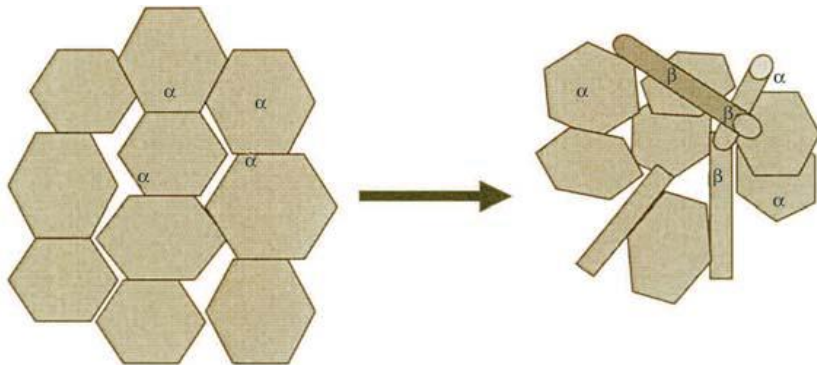
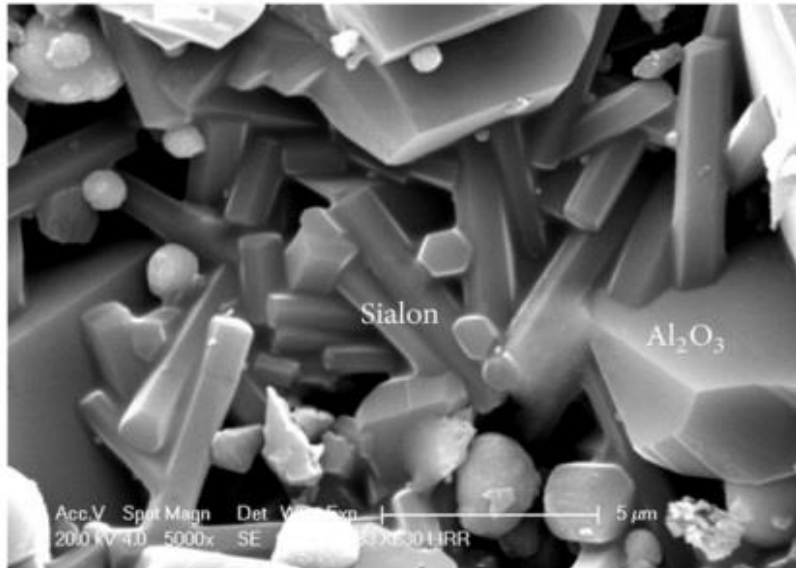
# Вискеризованная керамика WA-1

## ● WA1

(Fig,5)



# СИАЛОН



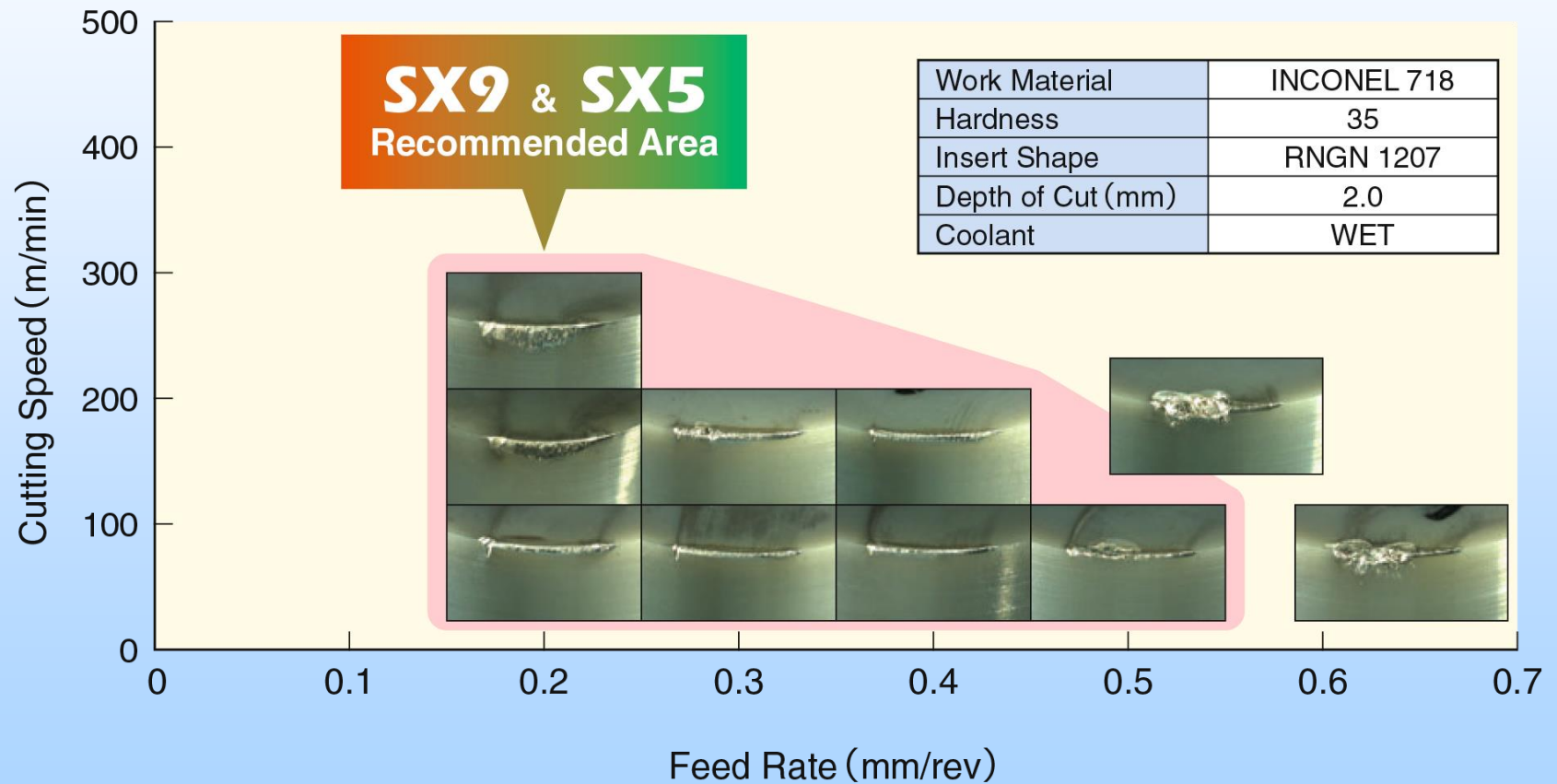
Группа нитридной керамики SiAlON (сиалоны) представляет собой твердые растворы переменного состава, образующиеся на основе  $Si_3N_4$  при замещении атомов Si на Al, N и O, для которых характерна высокая химическая инертность и низкий коэффициент термического расширения.

В первую очередь сиалоны предназначены для обработки жаропрочных сплавов на никелевой основе. Марка SX9 также предназначена для жаропрочных сплавов на кобальтовой основе. Кроме того сиалоны используются при высокоскоростной (800...1200 м/мин) получистовой и чистовой обработке чугунов.

# СИДЛОИ

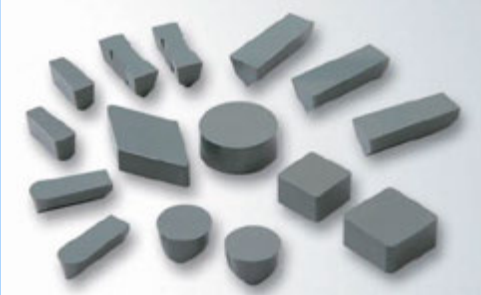
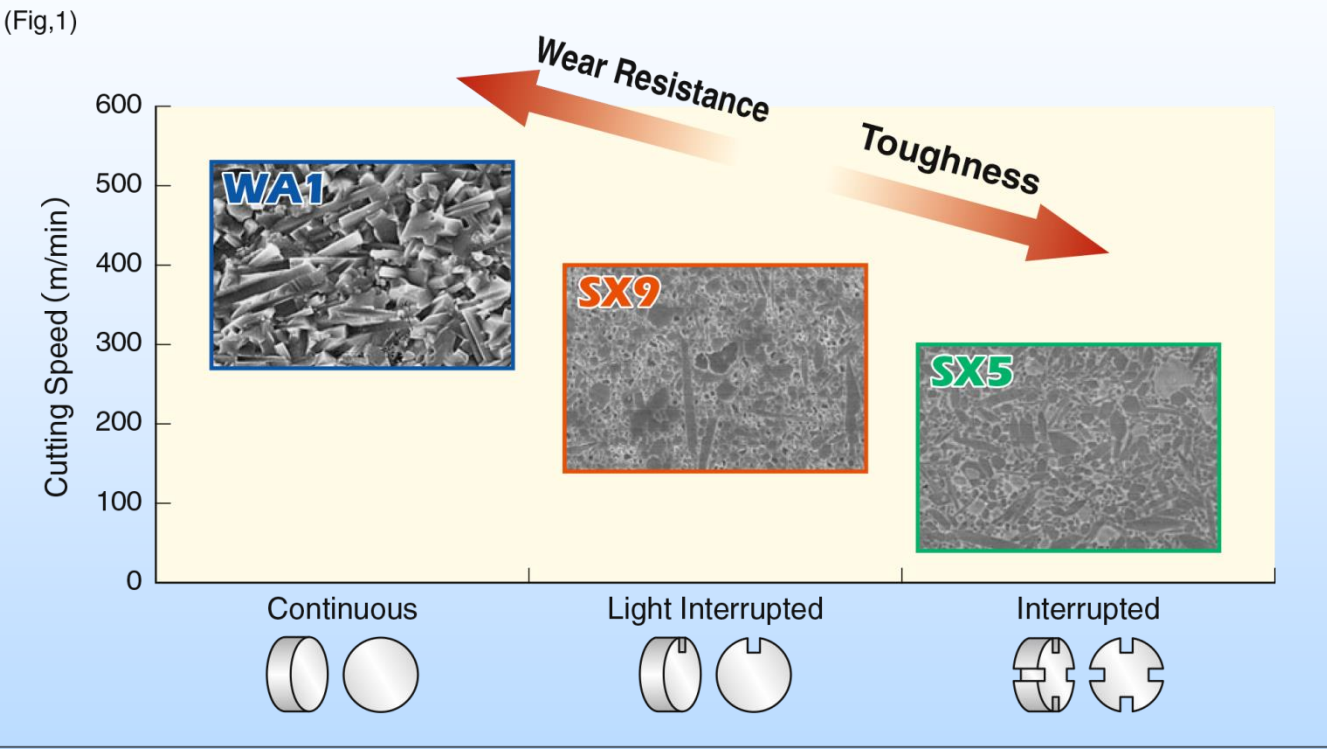
## ● SX9 & SX5

(Fig,4)





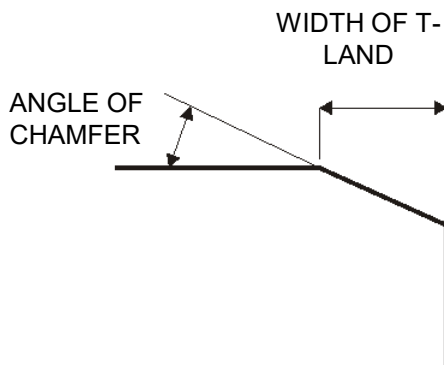
# Область применения керамики NTK при обработке жаропрочных сплавов



# Форма режущей кромки

Острые кромки не рекомендуются для керамики. Только для керметов при чистовых операциях.

Скругление кромки помогает защитить ее от выкрашивания и образования сколов. Подача должна быть больше, чем радиус скругления, для предотвращения истирания. Избыточный радиус скругления приводит к уменьшению срока службы инструмента.



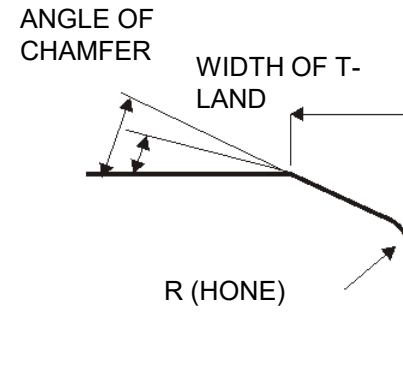
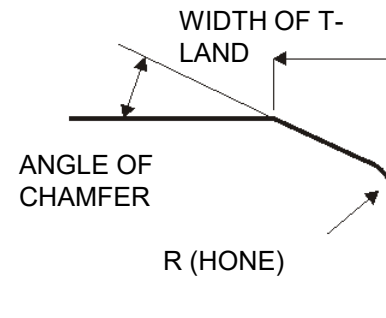
Геометрия типичная для упрочнения режущей кромки керамических пластин. Сила резания распределяется на защитную фаску. Чем больше фаска или скругление, тем выше усилие резания, температура и износ.



# Форма режущей кромки

Скругление кромки и защитная фаска обеспечивают прочность кромки, предотвращают выкрашивание. Обычно, такая геометрия работает лучше при прерывистом резании или при обработке закаленной стали.

Двойная фаска и скругление обычно используются для глубокого резания при черновой обработке твердых материалов. Такая кромка наиболее стойка к ударным нагрузкам. Высокие силы резания.



## Условия применения

Необходимо соблюдать следующие условия:

- Надежный зажим
- Высокая скорость резания
- Соответствующая геометрия детали (жесткая)
- Высокая жесткость технологической системы
- Достаточная мощность станка

# Условия применения

## Требования к станкам

- Жесткая станина
- Возможность обеспечить высокую скорость резания
- Высокая жёсткость шпинделя
- Высокая мощность главного привода
- Современные системы ЧПУ

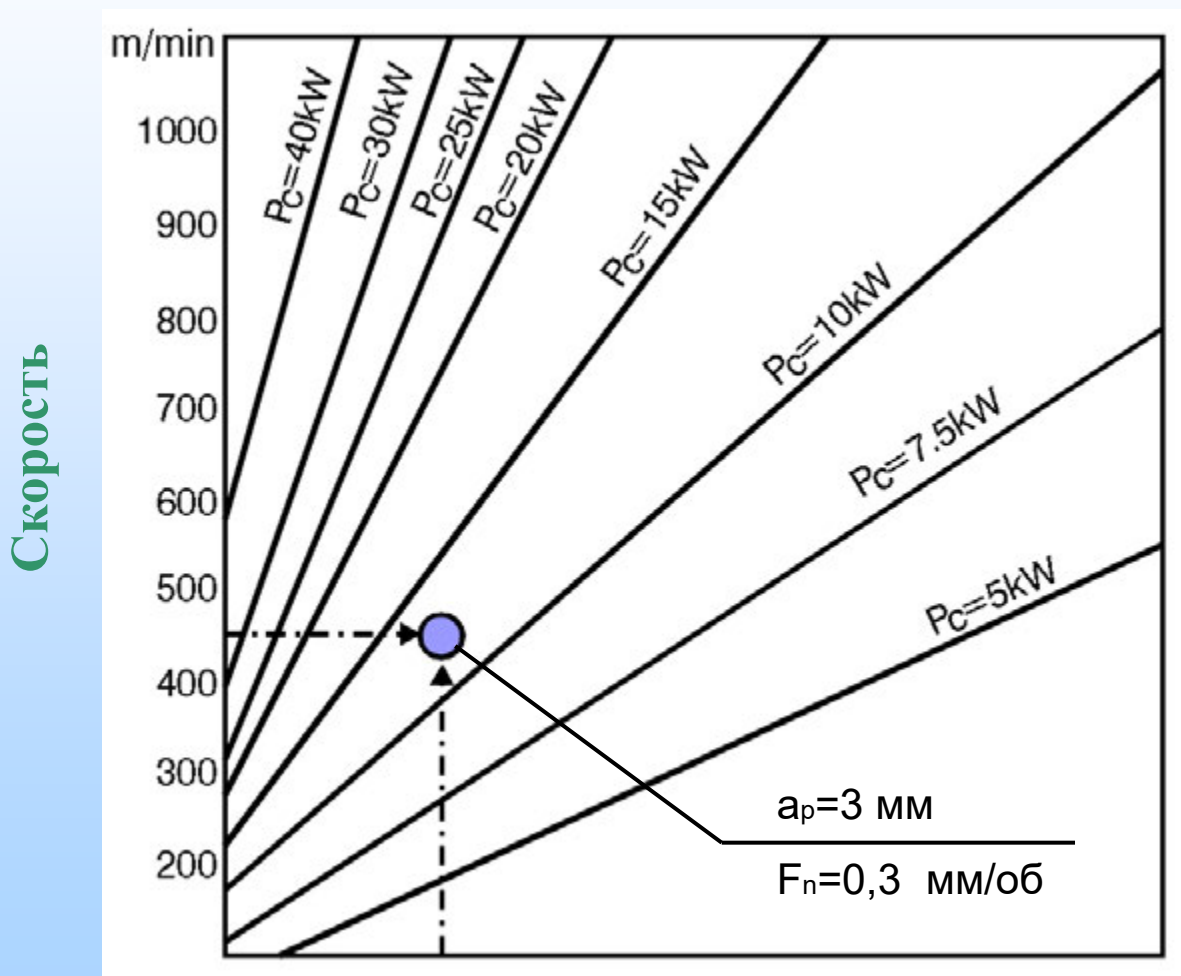
## Условия применения

### Зажимные приспособления и вспомогательный инструмент

- Должно обеспечиваться надёжное закрепление заготовки на столе станка
- Крепление инструмента на станке должно соответствовать особенностям обработки режущей керамикой, обеспечивая достаточную жёсткость и надёжность.
- Зажимные приспособления должны подбираться с учётом особенностей обработки режущей керамикой
- Патроны и оправки должны быть сбалансированы
- Рекомендуется использовать охлаждение сжатым воздухом

# Условия применения

## Требуемая мощность оборудования



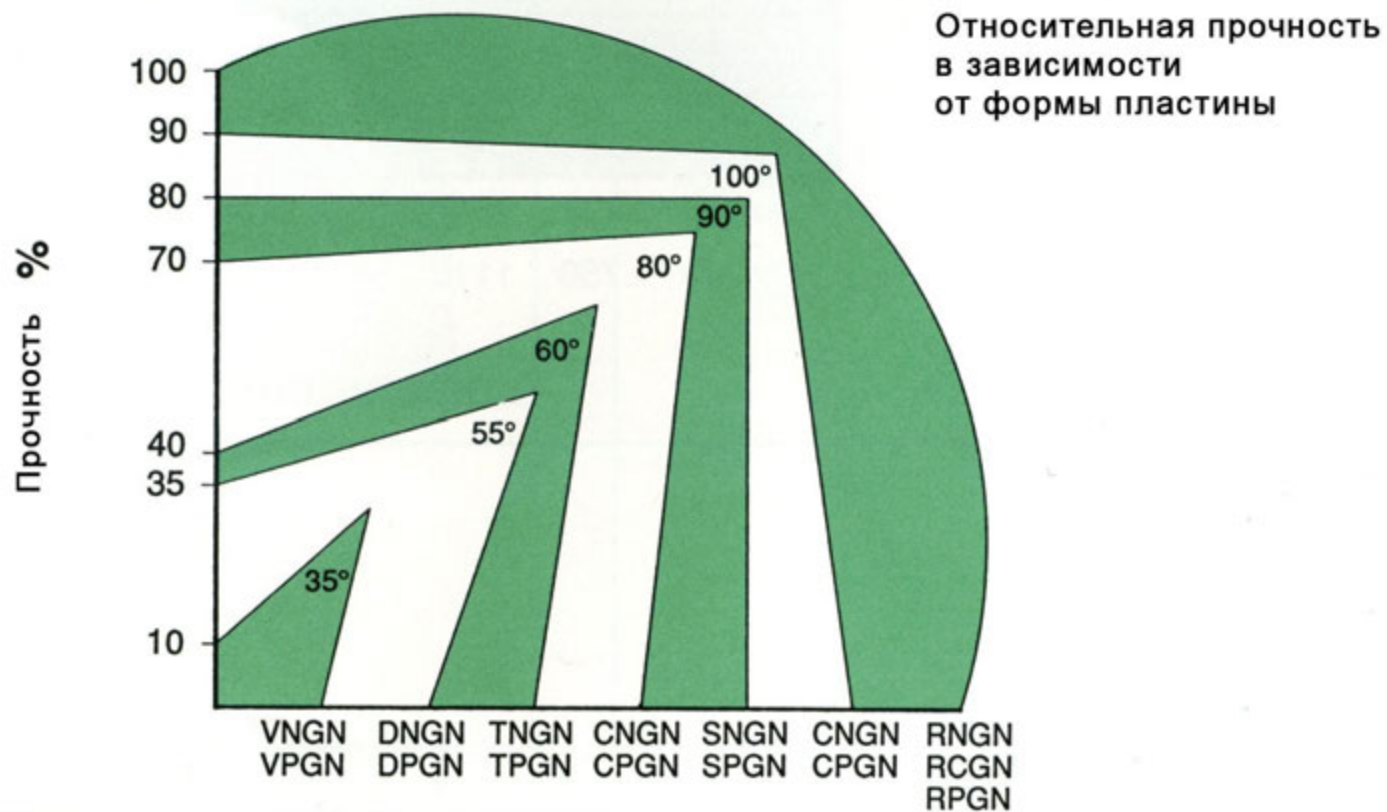
Сечение стружки

# Условия применения

## Жажда скорости

- Скорость резания влияет на выделение тепла, температуру в зоне резания и на коэффициент трения.
- Высокая скорость резания создаёт высокую температуру в зоне резания, которая способствует “смягчению” обрабатываемого материала и, соответственно, снижению сил резания.
- Скорость резания, требуемая для выработки такого количества тепла, зависит от свойств обрабатываемого материала.
- Для достижения оптимальных условий резания должен соблюдаться баланс между скоростью резания и подачей.

# Влияние формы пластины: угол в плане





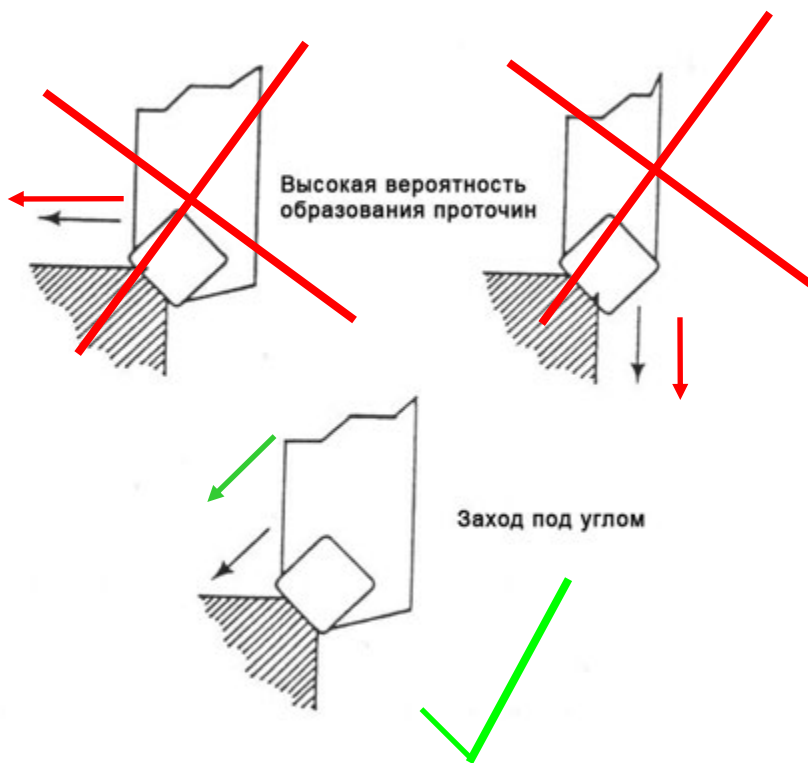
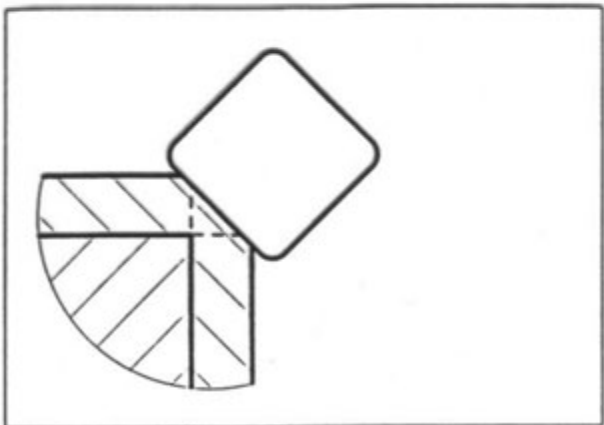
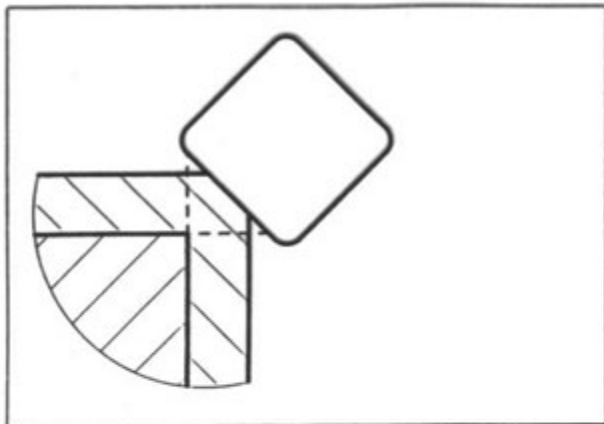
## Условия применения

### Особенности программирования станков

- Правильное врезание инструмента в заготовку и распределение припуска по проходам
- Правильная траектория захода и выхода инструмента
- Прогрессивные методы программирования (врезание по дуге, проходы с переменной глубиной резания), трохоидальное фрезерование.
- Подготовка заходных фасок

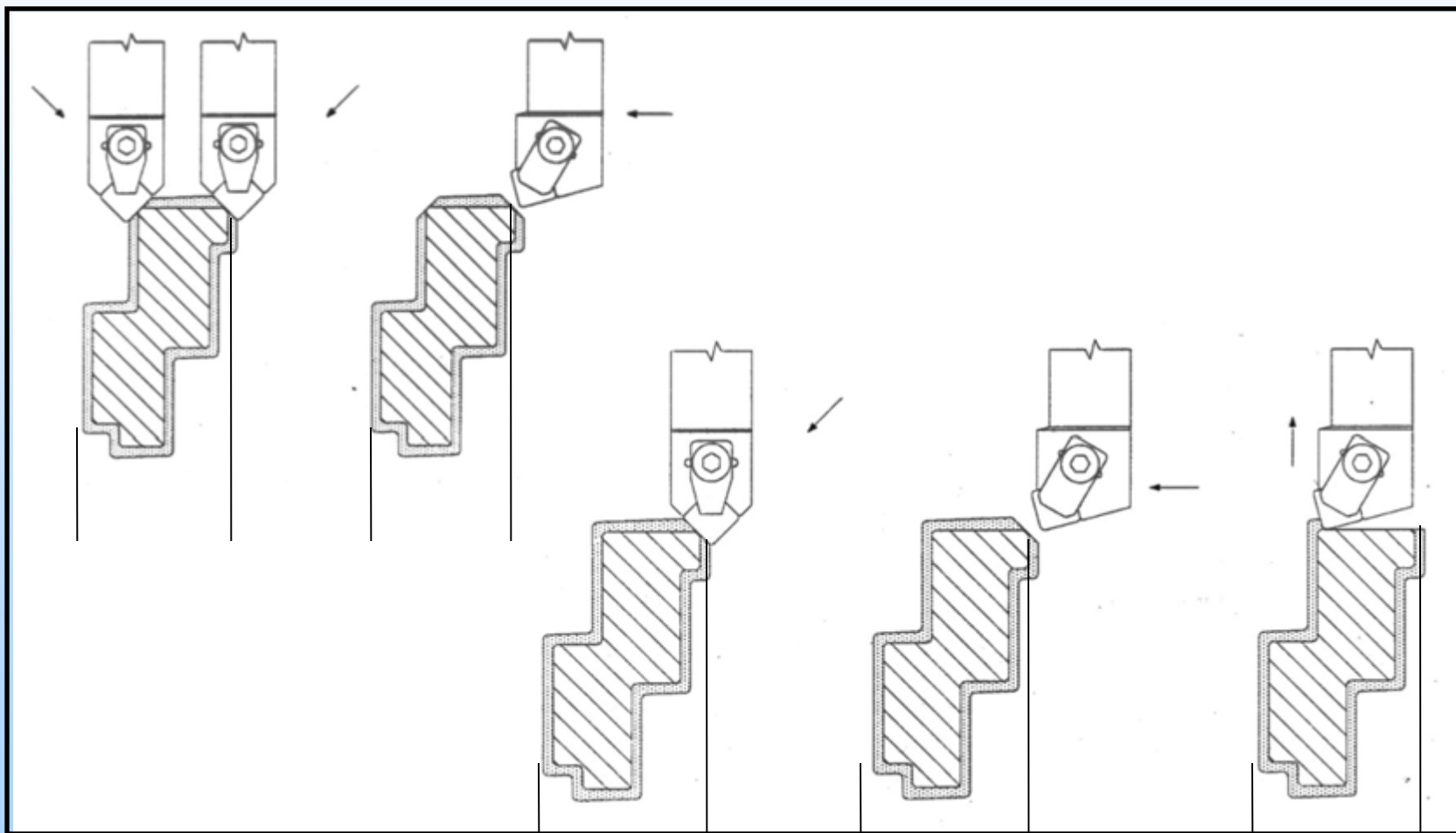
# Особенности программирования

## Заходная фаска



# Особенности программирования

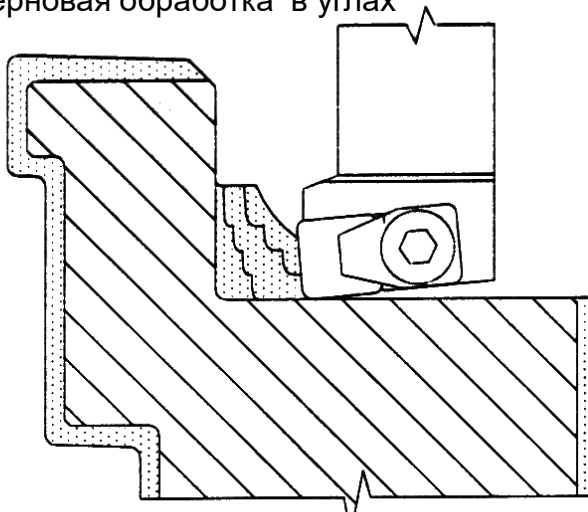
## Пример обработки детали ДИСК



# Особенности программирования

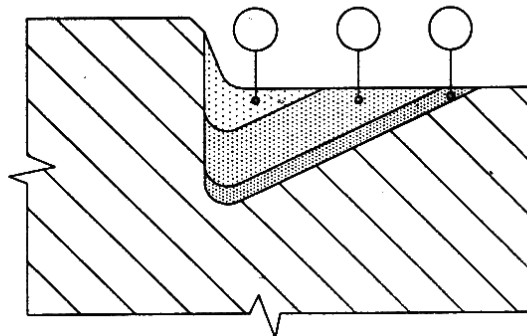
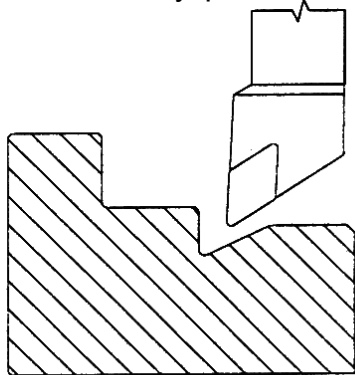
## Техника съема припуска в углах и поднутрениях

Черновая обработка в углах

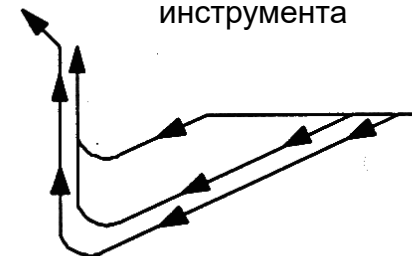


Траектория инструмента

Обработка поднутрения



Траектория инструмента



# Пример испытаний пластин из керамики на заводе Электросталь



# Пример испытаний пластин из керамики на заводе Электросталь

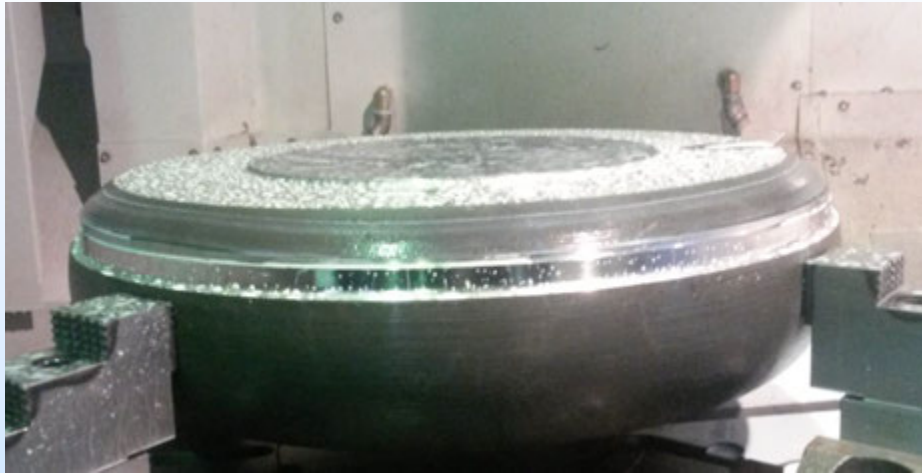


**Станок:** Honor VL-125C  
**Заготовка:** Диск турбины  
**Обрабатываемый материал:**  
ЭИ698-ВД (ХН73МБТЮ)  
**Прочность:** 1200 Мпа  
**Твердость:** 300 НВ  
**Пластина:** RNGN 120700T1 SIALON

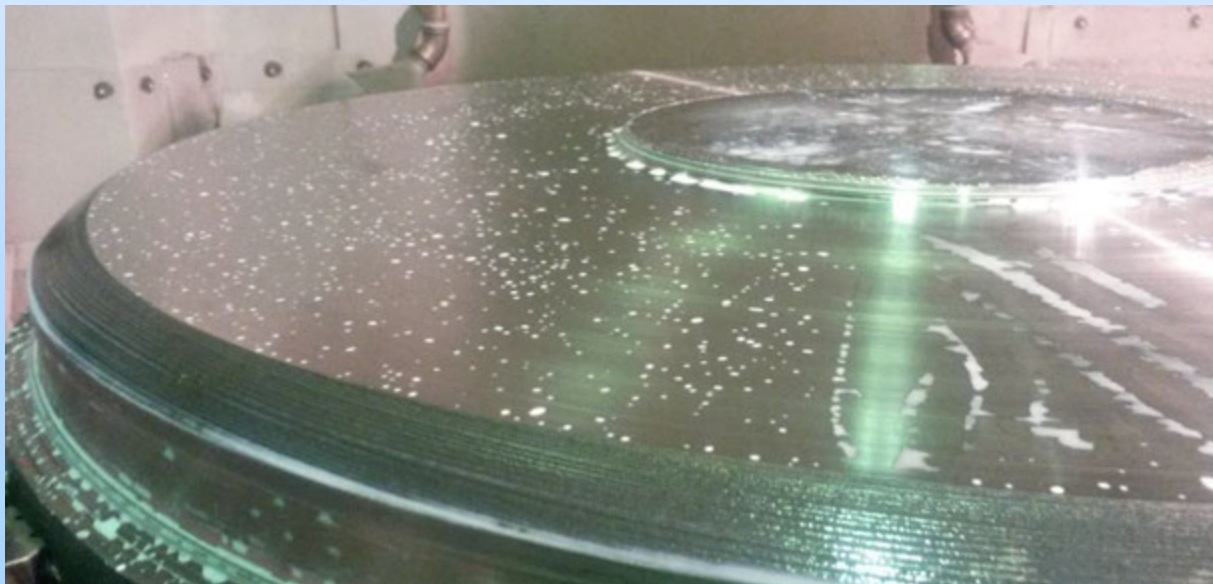




# Пример испытаний пластин из керамики на заводе Электросталь



Скорость резания: 500-200 м/мин.  
Диаметр заготовки: 730-260 мм  
Частота вращения: 300 об./мин.  
Подача: 0,10 мм/об.  
Глубина резания: 3 мм  
Количество проходов: 1





# Пример испытаний пластин из керамики на заводе Электросталь



## Машинное время:

16 мин. (ТС – 282,8 мин.)

## Стружкодробление - элементная:

(ТС – сливная L = 200-300 мм)

## Масса снимаемого материала:

46,08 кг/час (ТС – 2,08 кг/час)

## Производительность

### увеличена:

в 10-17 раз.



# ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИКИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

# Фрезерование твердых материалов с помощью инструмента с пластинами из режущей керамики

Термин «твёрдое фрезерование», как правило, подразумевает фрезерование материалов в диапазоне твердости 45 – 65 HRC.

## СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Инструмент для твёрдого фрезерования находит применение при изготовлении инструмента, штампов и пресс-форм, а также в аэрокосмической промышленности. Он включает в себя торцевые фрезы, фрезы для обработки сложных поверхностей, фрезерования пазов и карманов.

## МАТЕРИАЛЫ

Типичные обрабатываемые материалы: закалённая инструментальная и штамповая сталь, отбеленный и хромистый чугун, материалы, полученные методом порошковой металлургии, сварные швы, сплавы на основе кобальта и никеля.

# Фрезерование режущей керамикой

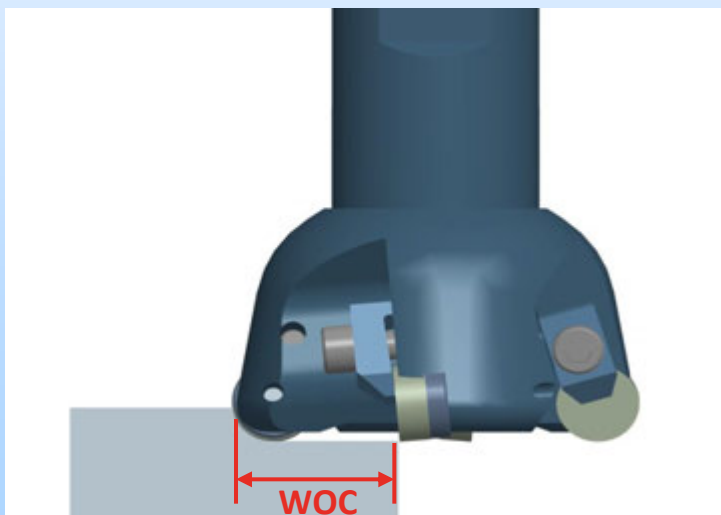
## Коэффициент подачи

- Должен соблюдаться баланс между скоростью резания и подачей на зуб для получения оптимальной для данной скорости резания толщины стружки
- Слишком тонкая стружка не может обеспечить отвод достаточного количества тепла из зоны резания и приведет к быстрому износу по задней поверхности и сколам. (Слишком высокая температура в зоне резания)
- Слишком толстая стружка приведет к выкрашиванию пластины из-за увеличения сил резания, так как в зоне резания будет не достаточно высокая температура для изменения физических свойств обрабатываемого материала

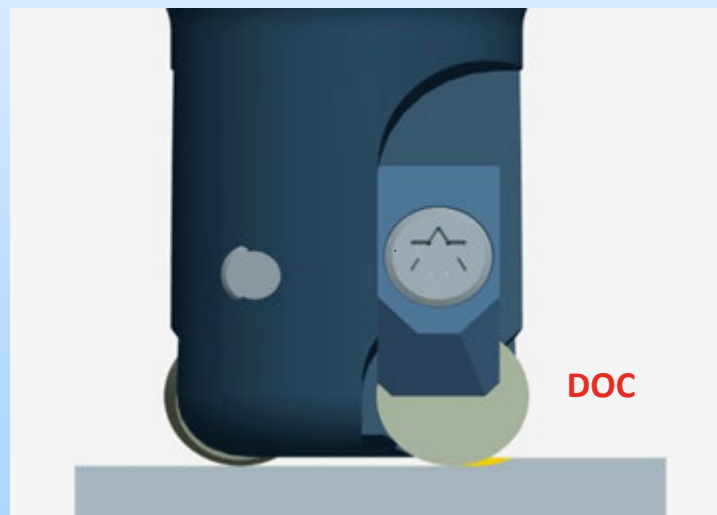
# Утончение стружки

Запрограммированная подача на зуб при работе круглыми пластинами изменяется за счёт утончения стружки в двух направлениях.

Радиальное утончение стружки – ширина фрезерования (WOC)



Осевое утончение стружки – глубина резания (DOC)



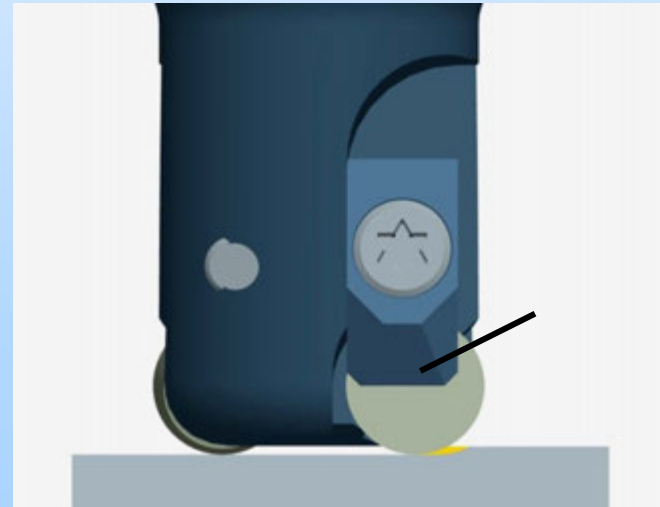
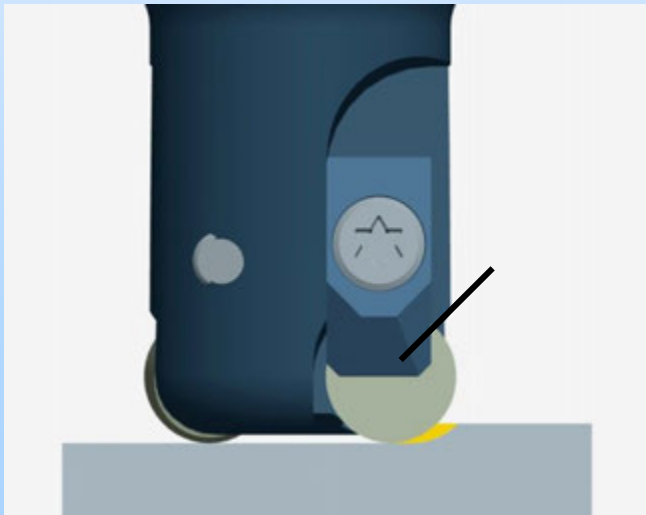
# Фрезерование режущей керамикой марки

## Осевое утончение стружки

При фрезеровании круглыми пластинами угол в плане изменяется в зависимости от глубины резания.

При снижении глубины резания угол в плане уменьшается.

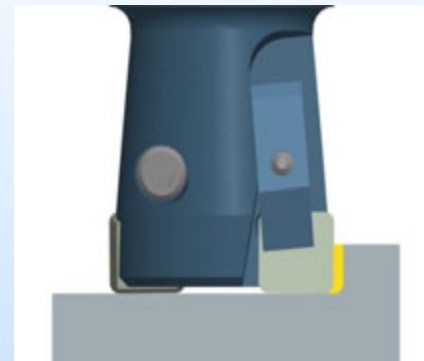
Толщина стружки уменьшается, что должно быть компенсировано увеличением подачи.



# Фрезерование режущей керамикой марки

## Влияние на тощину стружки главного угла в плане

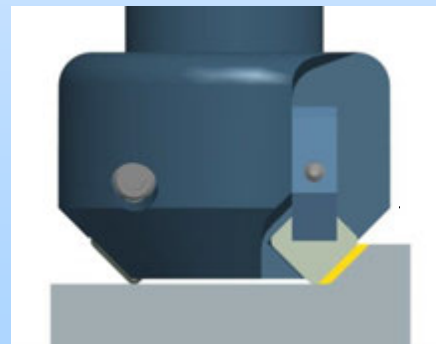
Толщина стружки определяется шириной фрезерования и глубиной резания и снижается при увеличении угла в плане.



$\varphi = 90^\circ$

**100 % толщина  
стружки**

В случае квадратных пластин уменьшении угла в плане увеличивает длину режущей кромки участвующую в процессе резания при той же глубине резания.



$\varphi = 45^\circ$

**70 % толщина  
стружки**



# Фрезерование режущей керамикой марки

## Радиальное утончение стружки

Пример расчёта требуемой подачи на зуб для компенсации уменьшения толщины стружки

Формула для расчёта подачи на зуб с требуемой толщиной стружки с учётом ширины фрезерования:

$$F_z = H_m * \sqrt{D_c / A_e}$$

$F_z$  = подача на зуб

$H_m$  = требуемая средняя толщина стружки

$A_e$  = ширина фрезерования

$D_c$  = диаметр фрезы

Фреза диаметром 100 мм,  
ширина фрезерования 38 мм.

Требуемая средняя толщина  
стружки: 0,075 мм.

Для компенсации утончения стружки  
нужно запрограммировать подачу на  
зуб на: 0,12 мм/зуб.

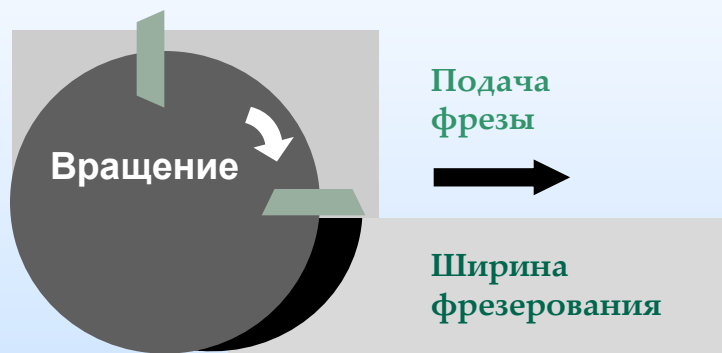
# Фрезерование режущей керамикой

## Ширина фрезерования

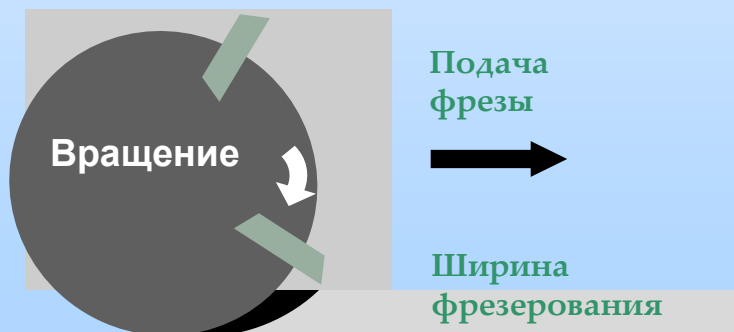
- Максимальная износостойкость режущих пластин достигается при ширине фрезерования составляющей 40 – 60% от диаметра фрезы.
- При снижении ширины фрезерования нужно увеличить подачу для поддержания приемлемой средней толщины стружки.
- Ширина фрезерования, глубина резания и подача на зуб определяют толщину стружки.

# Фрезерование режущей керамикой

## Радиальное утончение стружки



Если ширина фрезерования меньше  $1/2$  диаметра фрезы, произойдет небольшое уменьшение толщины стружки.



# Фрезерование режущей керамикой

## Радиальное утончение стружки

Пример расчёта требуемой подачи на зуб для компенсации уменьшения толщины стружки

Формула для расчёта подачи на зуб с требуемой толщиной стружки с учётом ширины фрезерования:

$$Fz = Hm * \sqrt{(Dc / Ae)}$$

$Fz$  = подача на зуб

$Hm$  = требуемая средняя толщина стружки

$Ae$  = ширина фрезерования

$Dc$  = диаметр фрезы

Фреза диаметром 100 мм,  
ширина фрезерования 38 мм.

Требуемая средняя толщина  
стружки: 0,075 мм.

Для компенсации утончения стружки  
нужно запрограммировать подачу на  
зуб на: 0,12 мм/зуб.

# Фрезерование режущей керамикой

## Внутренняя и внешняя круговая интерполяция

Формула для расчёта подачи для внутренней круговой интерполяции:

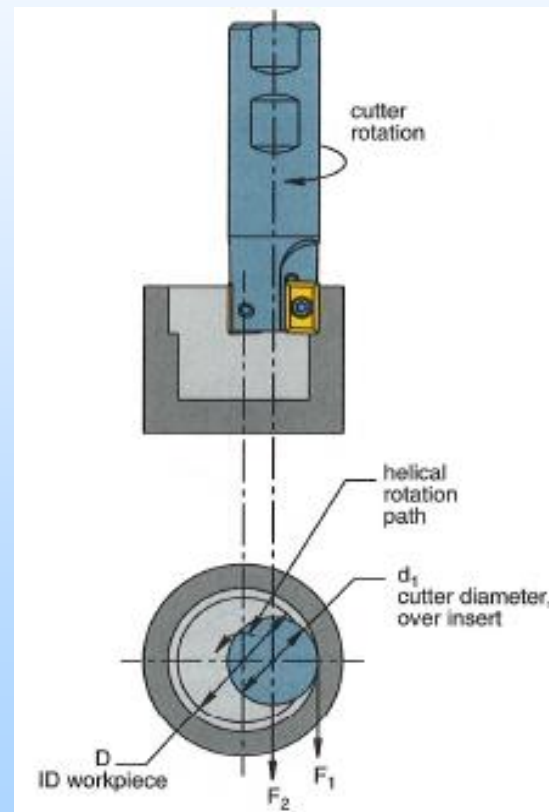
$$F2 = (F1 * (D - D1)) / D$$

**F1** = требуемая подача на зуб

**F2** = осевая подача

**D** = диаметр заготовки

**D1** = диаметр фрезы



# Фрезерование режущей керамикой

## Внутренняя и внешняя круговая интерполяция

Формула для расчёта подачи для внешней круговой интерполяции:

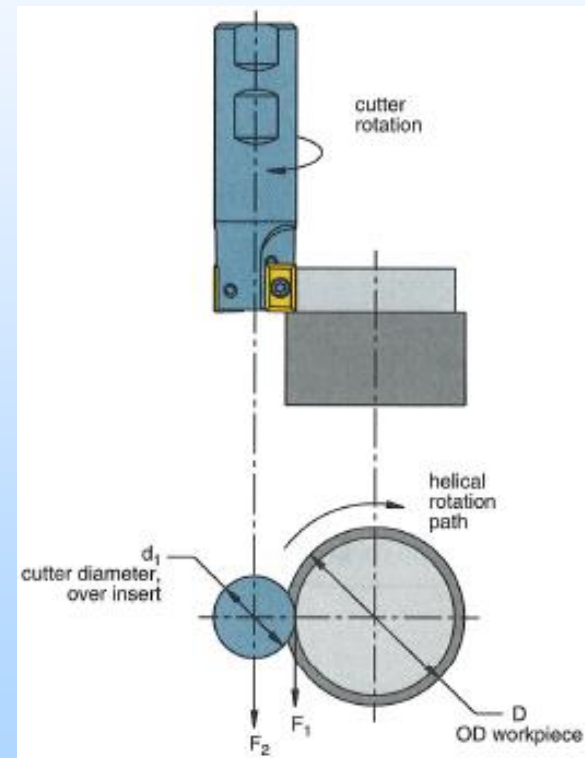
$$F2 = (F1 * (D1 + D)) / D$$

F1 = требуемая подача на зуб

F2 = осевая подача

D = диаметр заготовки

D1 = диаметр фрезы





## FDX Серия

**Эконом вариант.**

Простая, надежная конструкция.

Используется 8 кромок , квадратная стандартная пластина.



## XTM Серия

**Обработка с высокими подачами.**

Компактное крепление позволяет разместить большое количество пластин

Острая геометрия – низкие усилия резания.



## SFM Серия

**Чистовая фреза для финишной обработки.**

Картриджная система крепления, микрометрическая регулировка

Положения пластин.

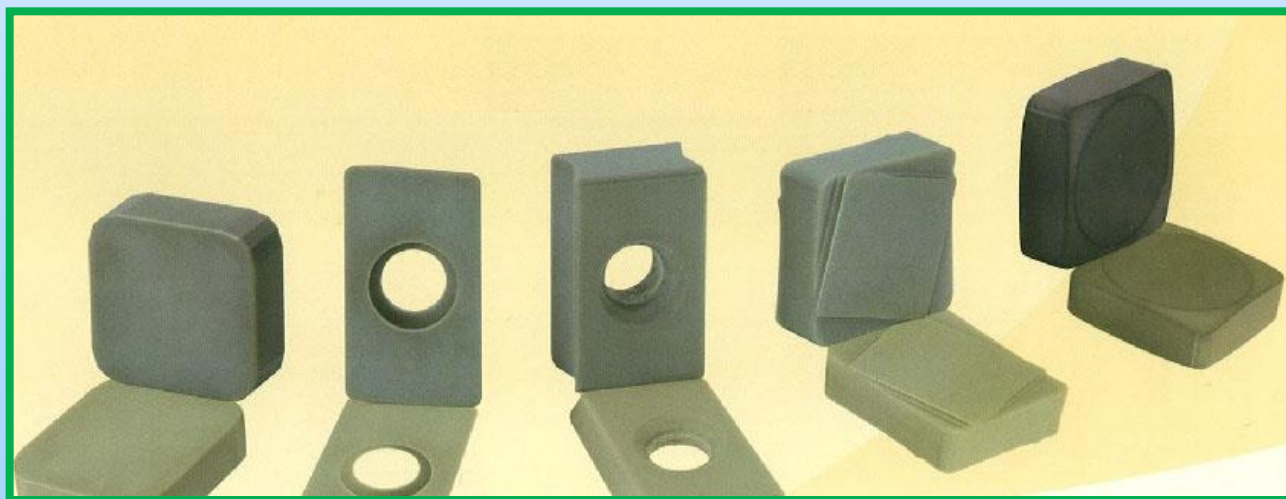
## QTE и QTS Серии

Для высокоскоростного фрезерования  
Прямоугольных уступов и пазов



## Керамические пластины для фрезерования

Основные типы керамических пластин для высокоскоростной фрезерной обработки





# Режимы резания

## Фрезерование серого чугуна

### Режимы резания

HV	Скорость резания, м/мин		Подача на зуб			
	Диапазон		45°	75°	90°	
<b>Черновая Ra 25 Глубина резания &lt; 5 мм</b>						
190 - 210	800	500 - 1000	0.15	0.15 - 0.3	0.08 - 0.2	0.08 - 0.2
220 - 240	600	300 - 800				
250 - 280	400	200 - 600				
190 - 210	600	200 - 800	0.2	0.15 - 0.3	0.12 - 0.2	0.1 - 0.2
220 - 240	400	200 - 600				
250 - 280	300	100 - 400				
<b>Получерновая Ra 6.3 Глубина резания &lt; 0.5 – 1 мм</b>						
190 - 210	700	200 - 900	0.12	0.1 - 0.2	0.1 - 0.15	0.08 - 0.15
220 - 240	500	200 - 700				
250 - 280	400	200 - 500				
<b>Ra 0.8 Глубина резания &lt; 0.1 – 0.5 мм</b>						
190 - 210	700	200 - 900	0.10	0.08 – 0.15	0.08 – 0.15	0.05 – 0.12
220 - 240	500	200 - 700				
250 - 280	400	200 - 500				

# Пример

Торцовая фреза – Ø100 мм

Отливка из нержавеющей стали

**Твёрдый сплав известного изготовителя:**

Скорость резания	Подача	Глубина резания	Время обработки
93 м/мин	280 мм/мин	1,27 мм	45 минут

**Керамика NTK- WA1 :**

500 м/мин	1400 мм/мин	2 мм	6 минут
-----------	-------------	------	---------

# Обработка жаропрочных сплавов

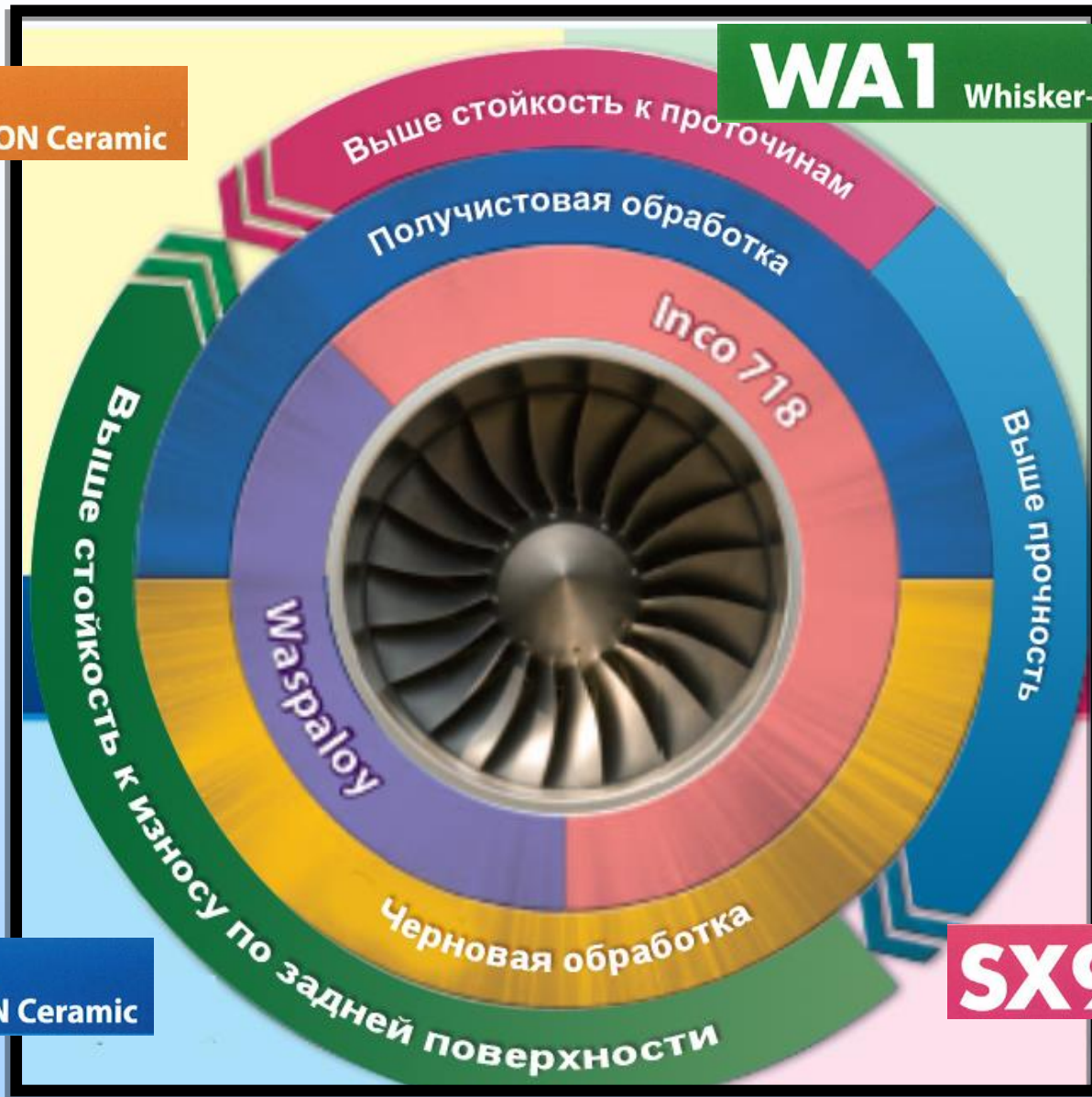




# Керамические сплавы для аэрокосмического производства

**SX7** SiAlON Ceramic

**WA1** Whisker-Reinforced Ceramic



**SX5** SiAlON Ceramic

**SX9** SiAlON Ceramic

### ■ Характеристики:

Выше стойкость к проточинам, чем у вискеризованной керамики  
Выше стойкость к износу по задней поверхности, чем у сиалоновой керамики других марок  
Лучшая марка для предварительной обработки сплава Waspaloy  
Лучшая марка для высокоскоростного фрезерования

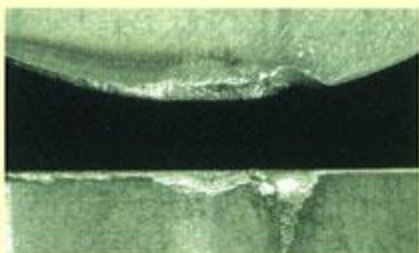
### ■ Обрабатываемые материалы

- Inco 718
- Waspaloy
- Inco 625
- Udimet 720

### ■ Применение:

Получистовая обработка  
Фрезерование  
Профильная обработка

### ■ Профильная обработка Inco 718



вискеризованная керамика



SX7



диск турбины

Стойкость инструмента: 4,5 мин  
RCGX120700, 240 м/мин., 0.15 мм/об., 1.00, с СОЖ  
Inco 718 (предварительная обработка)





# SX5 SiAlON Ceramic

## ■ Характеристики:

Прочнее, чем вискеризованная керамика  
Лучшая марка для обработки сплава Waspaloy с коркой

## ■ Обрабатываемые материалы:

- Waspaloy
- 718Plus
- Udimet 720
- Rene 41

## ■ Применение:

Черновая обработка с ударом и по корке

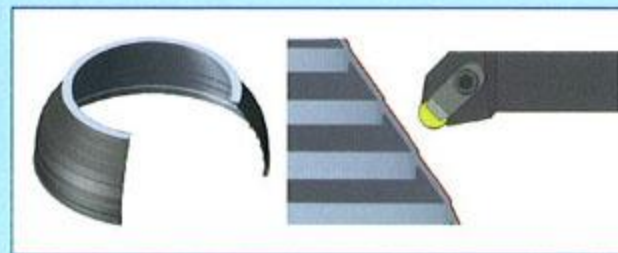
## ■ Черновая обработка сплава Waspaloy с коркой



вискеризованная керамика



SX5



корпус турбины

Стойкость инструмента: 2 мин  
RNGN 190700 285 м/мин., 0.30 мм/об., 3.80 мм, с СОЖ  
Сплав Waspaloy коркой



# SX9 SiAlON Ceramic

Tougher

## ■ Характеристики:

Более прочный, чем вискеризованная керамика

Высокая прочность позволяет повысить подачу и увеличить глубину резания

Лучшая марка для обработки Inco 718 с коркой

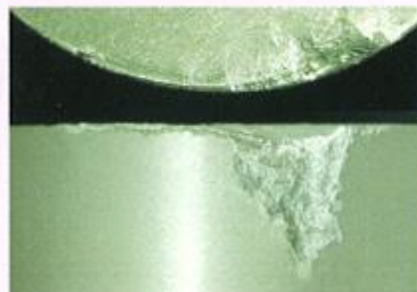
## ■ Обрабатываемые материалы:

- Inco 718
- Inco 706
- Inco 713

## ■ Применение:

Черновое точение по корке  
Фрезерование

## ■ Черновое точение Inco 718 по корке



вискеризованная керамика



SX9



Кожух

Стойкость инструмента: 3 мин

RGNG 190800, 240 м/мин., 0.25 мм/об., 3.80 мм, с СОЖ

Inco 718 с коркой



# WA1

## Whisker-Reinforced Ceramic

### ■ Характеристики:

Универсальный сплав для обработки жаропрочных сплавов

Выше стойкость к износу по задней поверхности, чем у силконовой керамики

Выше стойкость к проточинам, чем у вискеризованной керамики других марок

### ■ Обрабатываемые материалы:

- Inco 718
- Inco 625

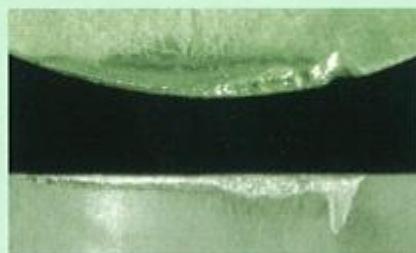
### ■ Применение:

Получистовая обработка

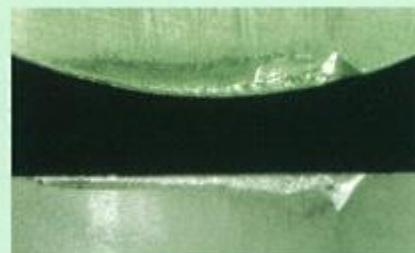
Обработка канавок

Профильная обработка

### ■ Профильная обработка Inco 718



вискеризованная керамика



WA1

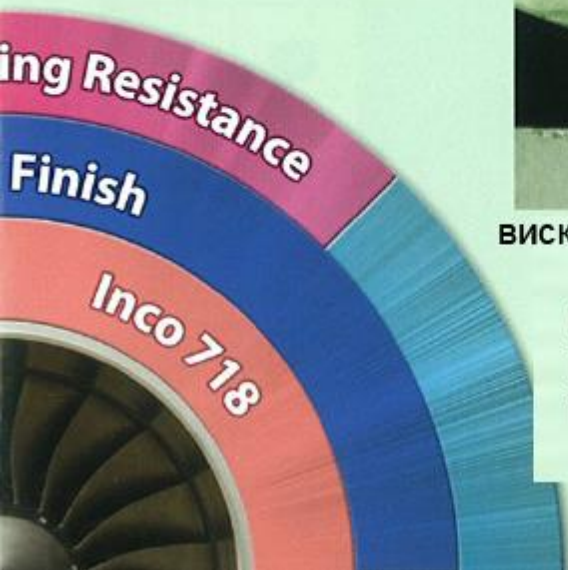


корпус турбины

Стойкость инструмента: 5 мин

RNGN 120700, 240 м/мин., 0.15 мм/об., 1.00 мм, с СОЖ

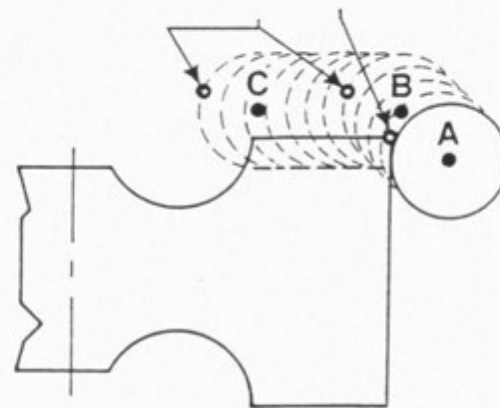
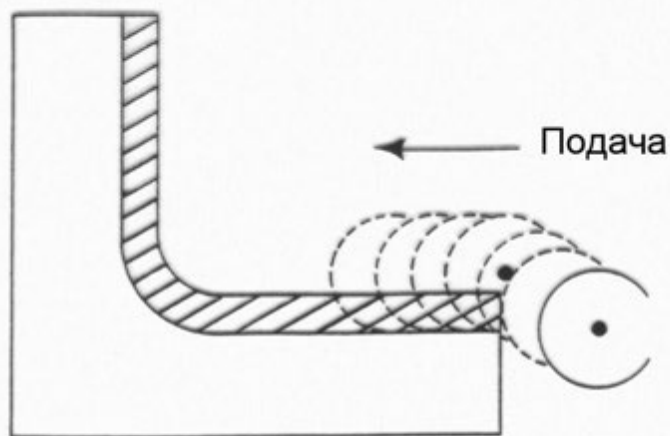
Inco 718 (предварительная обработка)





# Рекомендации по применению керамического режущего инструмента

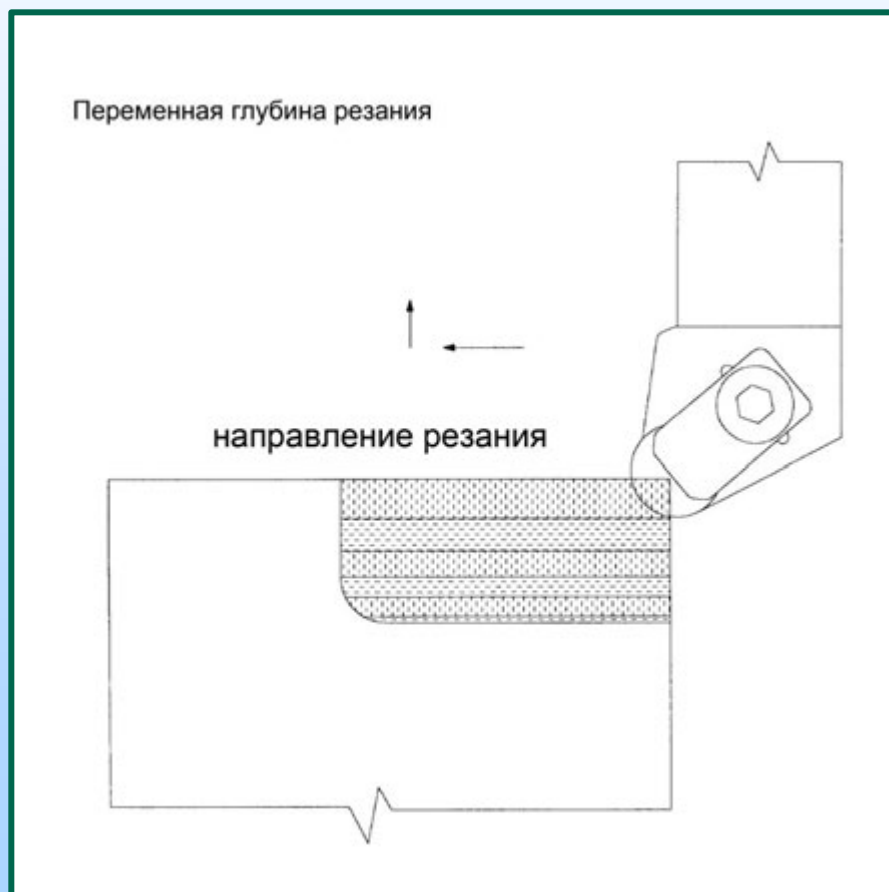
Предпочтительные траектории движения режущей кромки



Используя траекторию движения инструмента А - В - С, мы формируем заходную фаску, что предотвращает преждевременный износ режущей кромки. Данный метод рекомендуется для предварительно обработанных деталей.

# Рекомендации по применению керамического режущего инструмента

## Черновая обработка аэрокосмических сплавов

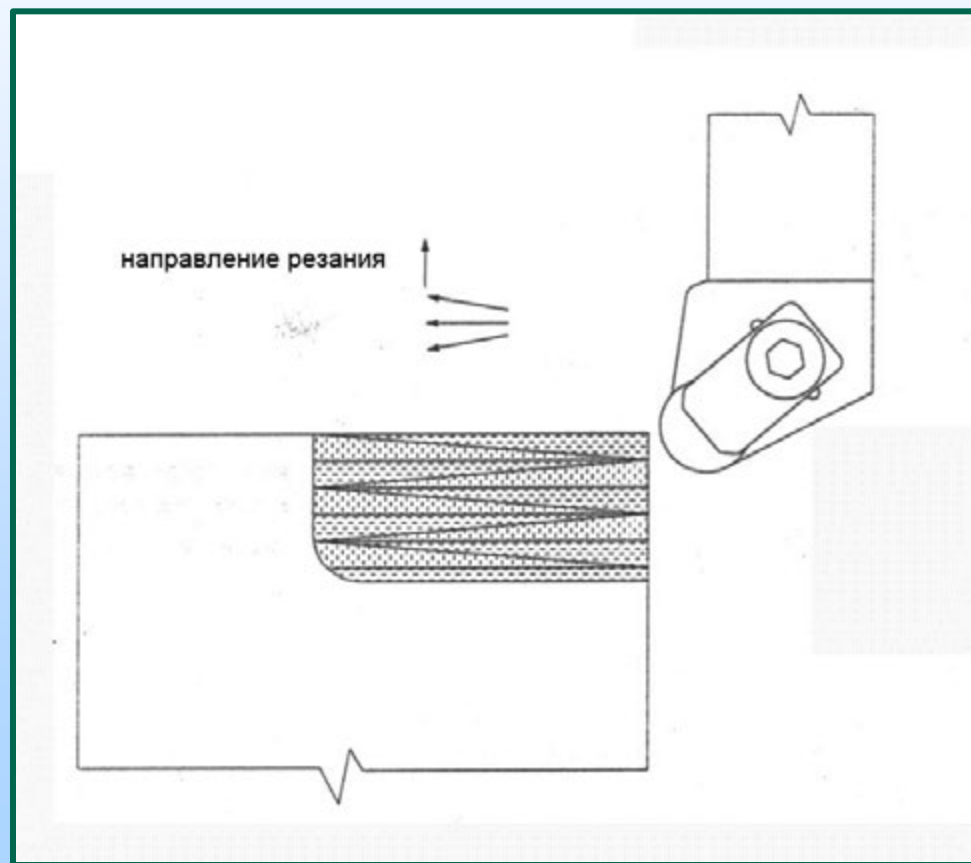


При черновой обработке аэрокосмических сплавов рекомендуется, чтобы глубина резания варьировалась от прохода к проходу для предотвращения появления проточин на пластине

# Рекомендации по применению керамического режущего инструмента

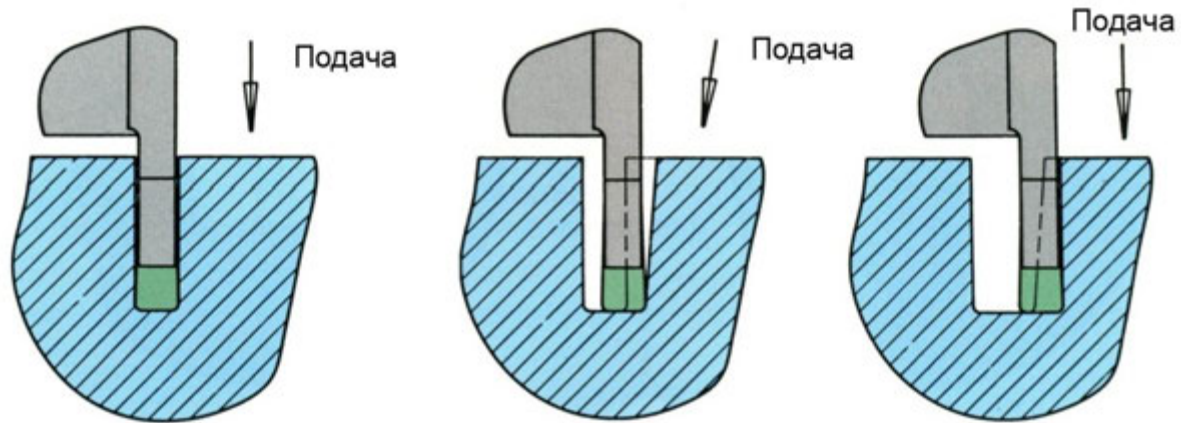
## Точение по наклонной траектории

Точение по наклонной траектории помогает уменьшить образование проточин за счет изменяющихся точек контакта пластины с деталью. Тем самым, увеличивается поверхность контакта и снижается износ.

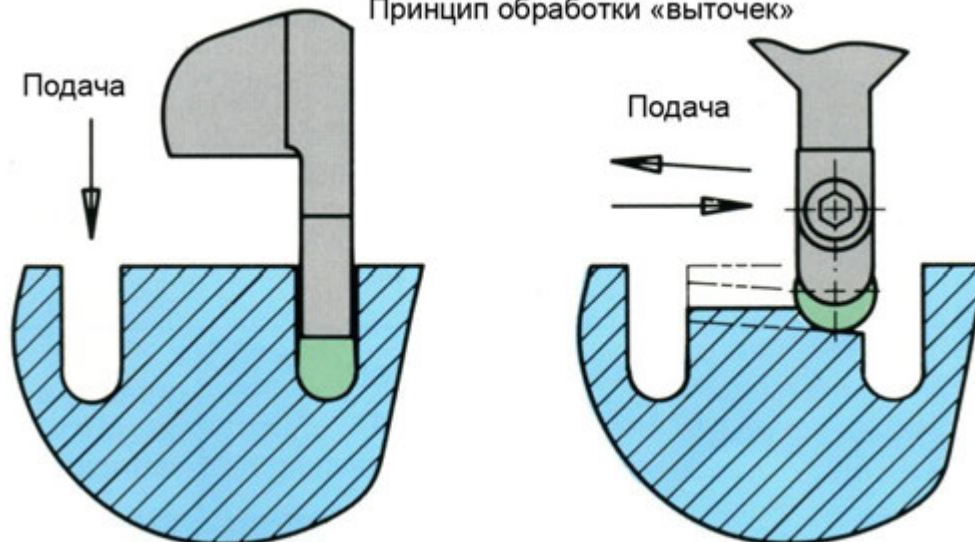


# Обработка канавок

Принцип обработки канавок

























Принцип обработки «выточек»









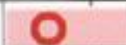










# Рекомендуемые режимы резания



Применение	Сплав	СОЖ	Скорость резания					Подача					Глубина резания				
			400	600	800	1000	1200	.004	.008	.012	.016	.020	.040	.060	.080	.100	.120
			120	180	240	300	360	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Черновая обработка по корке 	SX5	СОЖ	 650 (450-800) sfm 200 (130-240) m/min					 .012 (.008-.014) ipr 0.30 (0.20-0.35) mm/rev					 .080 (.040-.200)" 2.0 (1.0-5.0) mm				
	SX7		 800 (600-1000) sfm 240 (180-300) m/min					 .008 (.004-.010) ipr 0.20 (0.10-0.25) mm/rev					 .080 (.040-.200)" 2.0 (1.0-5.0) mm				
	SX9		 650 (450-800) sfm 200 (130-240) m/min					 .012 (.008-.014) ipr 0.30 (0.20-0.35) mm/rev					 .080 (.040-.200)" 2.0 (1.0-5.0) mm				
Черновая обработка без корки 	SX5	СОЖ	 700 (600-900) sfm 210 (180-270) m/min					 .014 (.008-.016) ipr 0.35 (0.20-0.40) mm/rev					 .080 (.040-.100)" 2.0 (1.0-2.5) mm				
	SX7		 900 (700-1100) sfm 270 (210-330) m/min					 .010 (.006-.014) ipr 0.25 (0.15-0.35) mm/rev					 .080 (.040-.100)" 2.0 (1.0-2.5) mm				
	SX9		 700 (600-900) sfm 210 (180-270) m/min					 .014 (.008-.016) ipr 0.35 (0.20-0.40) mm/rev					 .080 (.040-.100)" 2.0 (1.0-2.5) mm				

# Рекомендуемые режимы резания

Применение	Сплав	СОЖ	Скорость резания					Подача					Глубина резания				
			400	600	800	1000	1200	.004	.008	.012	.016	.020	.040	.060	.080	.100	.120
			120	180	240	300	360	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Профильная обработка Получистовая обработка 	SX5	СОЖ 															
			700 (600-900) sfm 210 (180-270) m/min					.008 (.004-.012) ipr 0.20 (0.10-0.30) mm/rev					.060 (.040-.080)* 1.5 (1.0-2.0) mm				
	SX7																
		900 (700-1100) sfm 270 (210-330) m/min					.006 (.003-.010) ipr 0.15 (0.08-0.25) mm/rev					.060 (.040-.080)* 1.5 (1.0-2.0) mm					
	SX9																
		700 (600-900) sfm 210 (180-270) m/min					.008 (.004-.012) ipr 0.20 (0.10-0.30) mm/rev					.060 (.040-.080)* 1.5 (1.0-2.0) mm					
Обработка канавок 	WA1	СОЖ 															
		900 (600-1200) sfm 270 (180-360) m/min					.002 (.002-.004) ipr 0.05 (0.05-0.10) mm/rev										



# Рекомендуемые марки керамики

Применение	Сплав	Inco625	Inco706	Inco713	Inco718	Inco901	Inco903	IN100	Udimet720	Rene41	Waspaloy	718Plus
Черновая обработка по корке 	SX5			●	●	●	●	●	●	●	●	●
	SX7	●	●			●	●					
	SX9	●	●	●	●			●	●	●	●	●
Черновая обработка без корки 	SX5					●	●	●	●	●	●	●
	SX7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	SX9	●	●	●	●							



1-й выбор











2-й выбор






# Рекомендуемые режимы резания

Применение	Сплав	СОЖ	Скорость резания					Подача					Глубина резания				
			2000	2500	3000	3500	4000	.002	.003	.004	.005	.006	.020	.040	.060	.080	.100
			600	750	900	1050	1200	0.05	0.08	0.10	0.12	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Фрезерование 	SX7	без СОЖ	 3500 (2500-4000) sfm 1050 (750-1200) m/min					 .004 (.003-.005) ipr 0.10 (0.08-0.12) mm/rev					 .060 (.040-.100)" 1.5 (1.0-2.5) mm				
	SX9		 3000 (2000-3500) sfm 900 (600-1050) m/min					 .006 (.004-.006) ipr 0.15 (0.10-0.15) mm/rev					 .060 (.040-.100)" 1.5 (1.0-2.5) mm				

# Рекомендуемые марки керамики

Применение	Сплав	Inco625	Inco706	Inco713	Inco718	Inco901	Inco903	IN100	Udimet720	Rene41	Waspaloy	718Plus
Фрезерование 	SX7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	SX9	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



1-й выбор

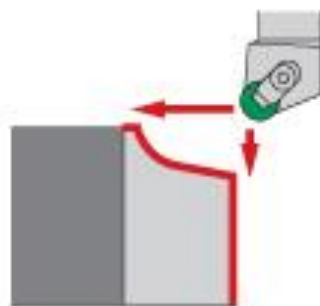


2-й выбор

# Пример обработки

Кольцо подшипника

Inconel 718 (авиационные детали)

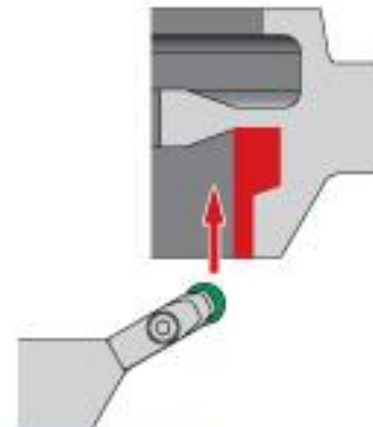
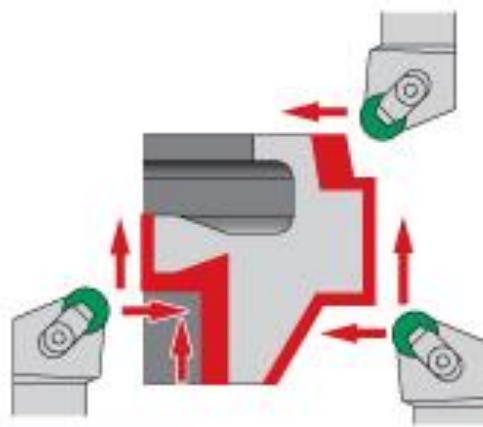


	Внешнее точение	Обработка канавок	Точение по наклонной
	RNGN 120700 T00520	VGW8375-2 E002	RPGX 0908 T00520
Марки керамики	<b>WA1</b>	<b>WA1</b>	<b>WA1</b>
Скорость резания м/мин	300	300	300
Подача мм/об	0.15	0.1	0.06
Глубина резания мм	3 – 4	–	2 – 3
СОЖ	СОЖ	СОЖ	СОЖ
Стойкость мин	20	20	20

# Пример обработки

Диск турбины низкого давления

Inconel 718 (авиационные детали)



Черновая обработка

RNGN 190700 T01020

Марка керамики

**SX9**



**SX9**

Получистовая обработка

RCGX 1208 T01020

**SX5**



**SX5**

Скорость резания м/мин

180

250

Подача мм/об

0.25

0.2

Глубина резания мм

-7

2 - 3

СОЖ

СОЖ

СОЖ

Стойкость мин

20

20



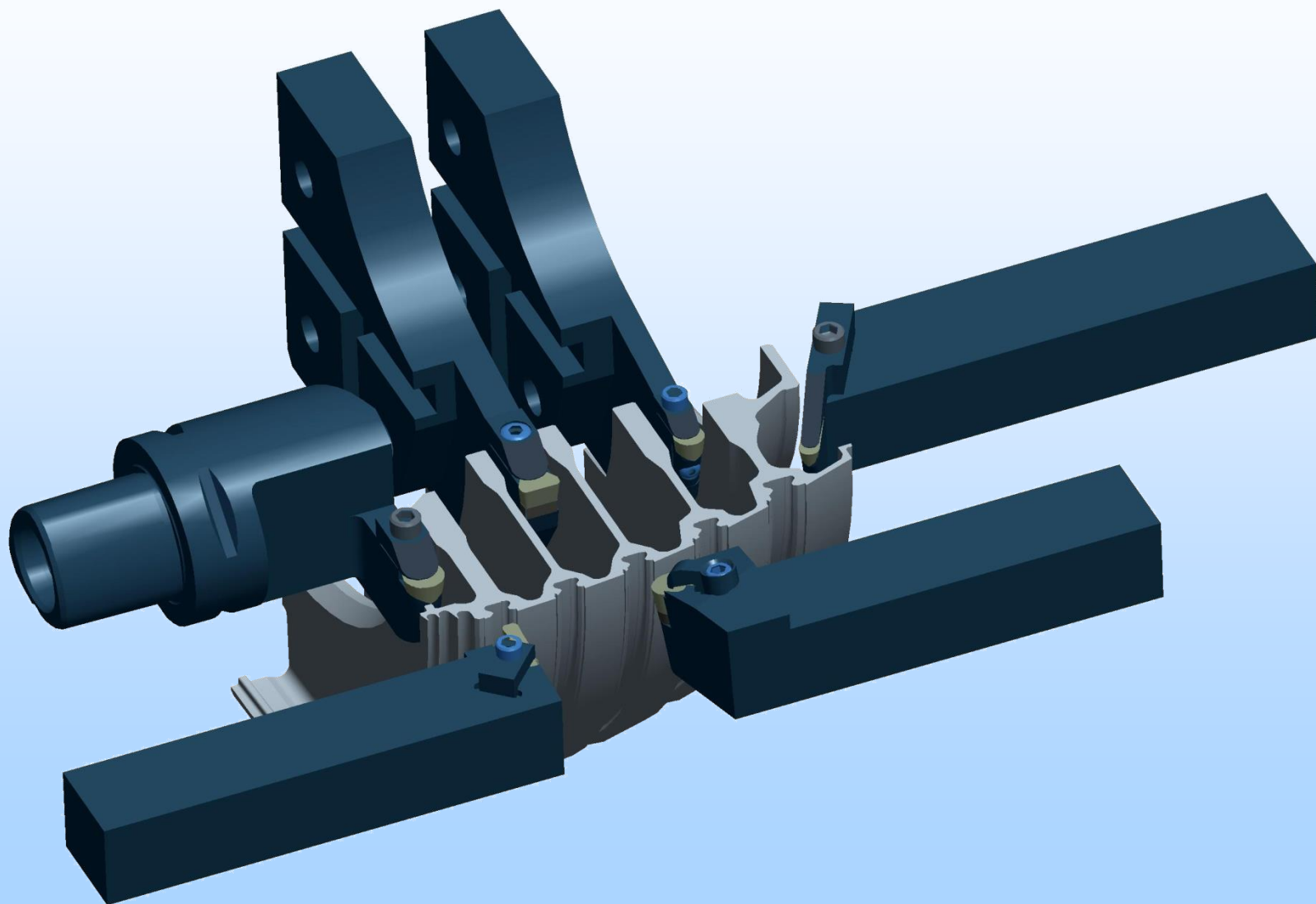
Competitor's  
Whisker



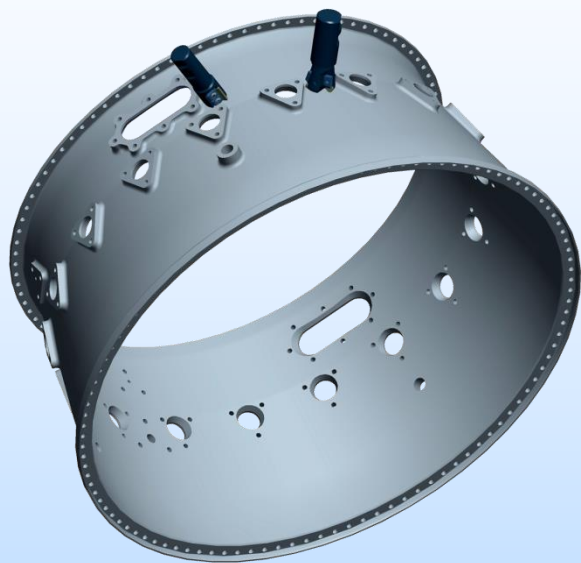
Competitor's  
Ceramics



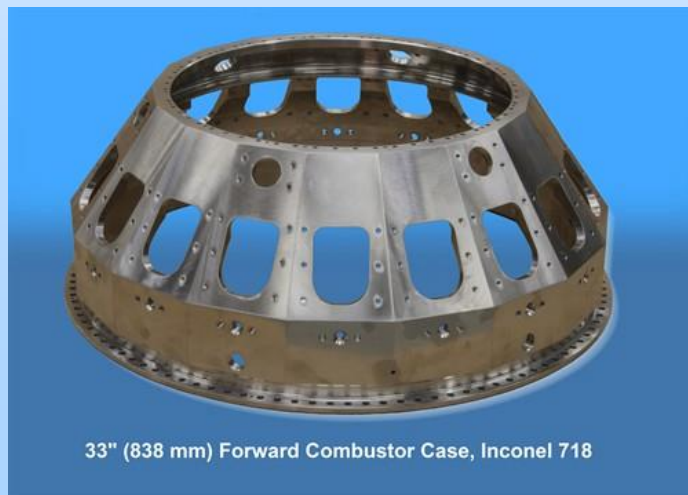
# Примеры применения керамики при обработке деталей авиационных двигателей



# Примеры применения керамики при обработке деталей авиационных двигателей



31" (787 mm) High Pressure Compressor Case, Titanium



33" (838 mm) Forward Combustor Case, Inconel 718

# Примеры применения керамики при обработке деталей авиационных двигателей

