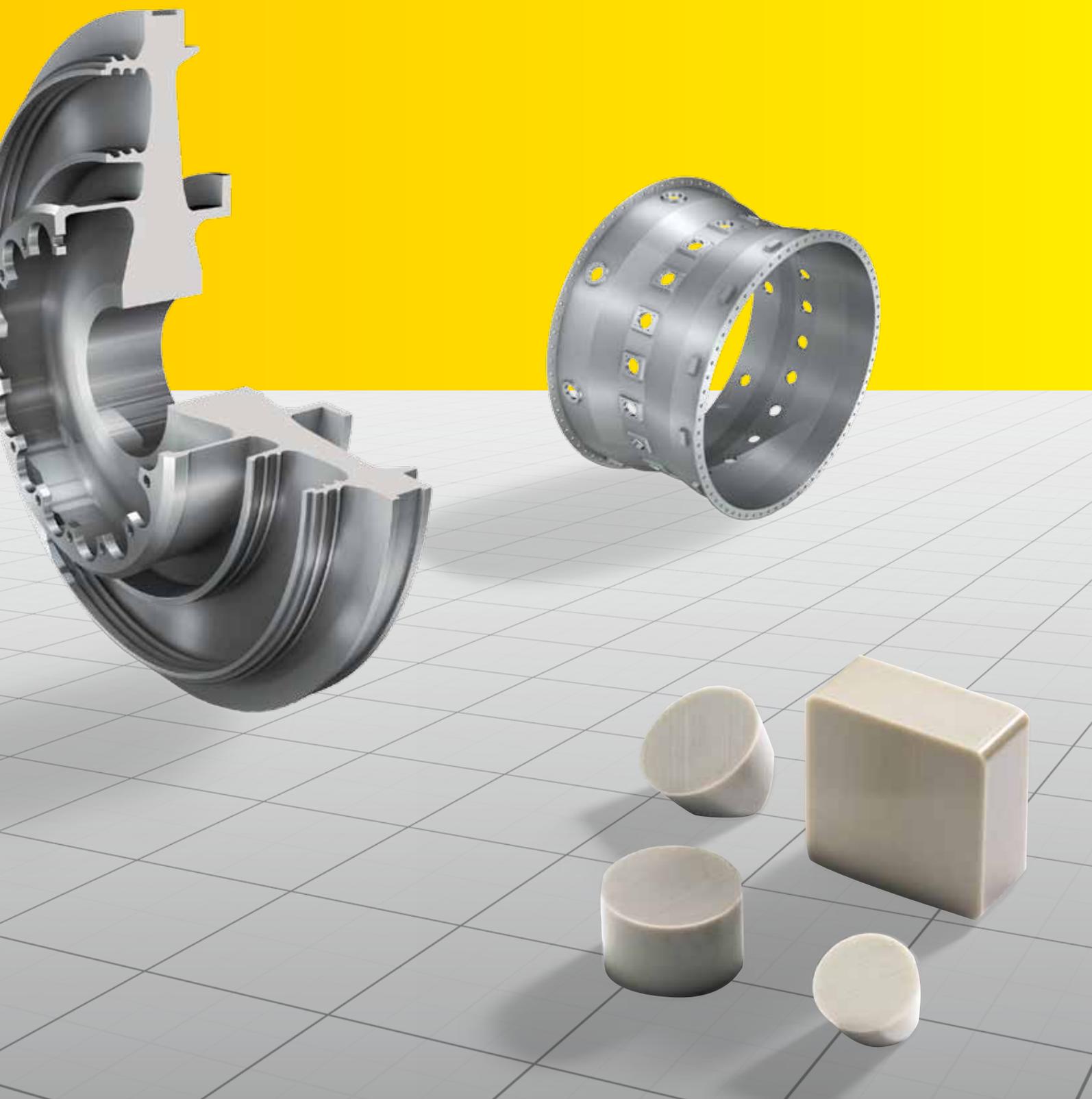


# Керамика

Эффективная обработка жаропрочных сплавов



# Обработка керамикой

## Применение

Сплавы из режущей керамики применяют для широкого спектра операций и материалов.

Чаще всего пластины из керамики используются для высокоскоростного точения, а также для обработки канавок и фрезерования. Специфические свойства таких сплавов, при правильном применении, обеспечивают высокую производительность обработки. Для достижения успеха важно знать, когда и как их использовать.

Все режущие инструменты из керамики обладают прекрасной тепло- и износостойкостью при высокоскоростной обработке. Ниже описаны наиболее распространенные виды керамических сплавов, которые применяются для обработки материалов повышенной твердости и труднообрабатываемых материалов.

## Жаропрочные сплавы

**Сплав из режущей керамики сиалон (SiAlON)** сочетает в себе прочность самоармирующейся структуры из нитрида кремния и улучшенную химическую стойкость. Сиалоновые сплавы идеально подходят для обработки жаропрочных сплавов. Пример: CC6060, CC6065.

**Керамика, армированная нитевидными кристаллами карбида кремния (SiCw)**, обладает высокой прочностью и способна работать с СОЖ. Этот вид керамики является идеальным решением для обработки сплавов на основе никеля. Пример: CC670.

## Другие материалы

**Смешанная керамика** усилена такими соединениями как карбиды и карбонитриды титана (TiC, Ti(C,N)). Обладает повышенной прочностью и теплопроводностью. Пример: CC6050.

**Керамика на основе нитрида кремния (Si3N4)** представляет собой еще одну группу керамических материалов. Основа армирована нитевидными кристаллами, которые обеспечивают высокую прочность. Пластины из керамики с нитридами кремния успешно применяются для обработки серого чугуна, однако недостаточная химическая стойкость ограничивает их применение для обработки других материалов. Пример: CC6190, CC6090.

Основу **оксидной керамики** составляет оксид алюминия (Al2O3) с добавлением оксида циркония (ZrO2), предотвращающего образование трещин. В результате соединения этих элементов образуется материал, обладающий высокой химической стойкостью, но имеющий недостаточную термостойкость. Пример: CC620.

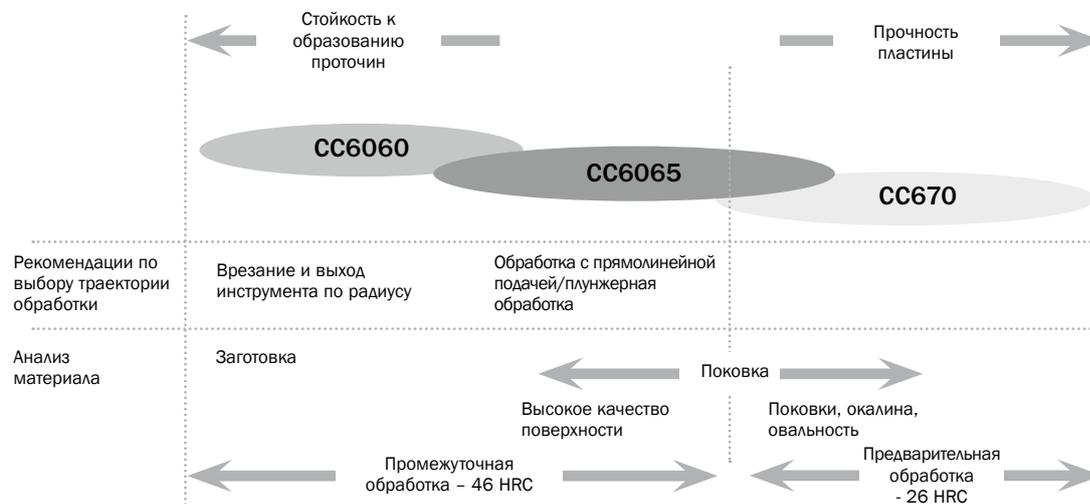
Основные ограничения по применению керамики связаны с недостаточной стойкостью к термическому шоку и склонностью к выкрашиванию.

*Виды керамики*



# Точение керамикой

## Область применения для жаропрочных сплавов



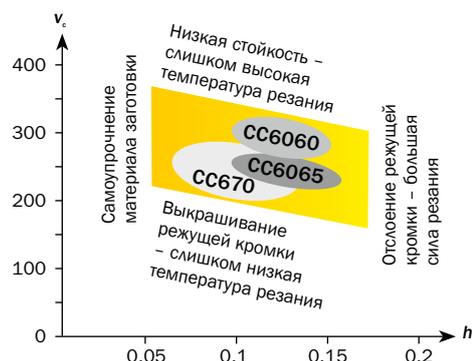
## Режимы резания

Скорость следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить достаточное количество тепла в зоне резания для пластификации стружки, но при этом не должно возникнуть перегрева, приводящего к интенсивному износу пластины.

Подача определяется в соответствии с толщиной стружки, которая должна быть достаточной, чтобы не вызвать упрочнения заготовки, но не быть слишком большой, чтобы избежать выкрашивания кромки.

Увеличение подачи и глубины резания требует снижения скорости резания.

Эти показатели изменяются в зависимости от твердости детали и структуры обрабатываемого материала (размера зерна).



## Режимы резания для точения

Рекомендуемые режимы резания (RNGN 12, RCGX 12) – Inconel 718 (от 38 до 46 HRC)

Сплав	Скорость резания, $v_c$	Глубина резания, $a_p$	Подача, $f_n$
CC670	200 - 300 м/мин	2 мм	0.1 - 0.15 мм/об
CC6065	200 - 250 м/мин	2 мм	0.15 - 0.2 мм/об
CC6060	250 - 300 м/мин	2 - 3 мм	0.15 - 0.2 мм/об

Для лучшего результата важны корректный выбор области применения сплава, стабильные условия обработки и правильный подбор СОЖ.

# Фрезерование керамикой

## Фреза с керамическими пластинами для черновой обработки жаропрочных сплавов

- Несмотря на то, что фрезерование керамикой осуществляется на относительно низких подачах (~0.1 мм/зуб), скорости резания в 20-30 раз превышают скорости при обработке твердым сплавом, обеспечивает высокую производительность. По причине того, что фрезерование является прерывистым вариантом обработки, в зону резания поступает меньше тепла, чем при обработке точением. Поэтому при фрезеровании скорости резания могут достигать 700-1000 м/мин, в то время как при точении 200-300 м/мин.
- Керамика склонна к образованию проточин. Это является причиной преимущественного применения круглых пластин, которые обладают большим отрицательным передним углом.
- При фрезеровании пластинами из режущей керамики противопоказано применение СОЖ.
- При обработке керамикой происходит нарушение целостности структуры поверхности, шероховатость низкая, поэтому сплавы из режущей керамики не применяют на чистовых видах операций.
- Основное применение марки сплава СС6060 (сиалон) – фрезерование деталей из жаропрочных сплавов, таких как корпуса двигателей и оборудование для нефтедобычи.
- Критерием стойкости пластин из режущей керамики при обработке жаропрочных сплавов является износ 1 мм по задней поверхности.

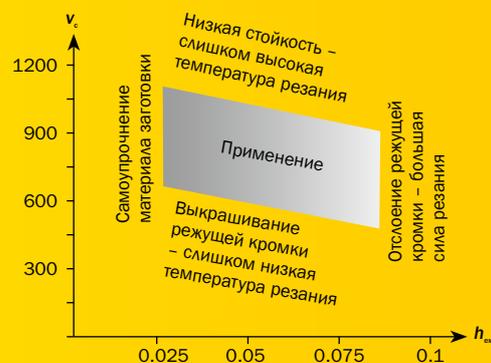
## Пластины без задних углов работают при встречном фрезеровании

Обратите внимание, что пластины без задних углов работают при встречном фрезеровании, в то время, как пластины с задними углами применяют при попутном фрезеровании.

Задавая программу обработки для точения фрезерованием, необходимо обеспечить, чтобы расположение фрезы было симметричным относительно заготовки.

### Режимы резания для фрезерования

- Лучшее решение – сплав СС6060
  - обработка без СОЖ
- Обычное фрезерование
  - нулевая толщина стружки при врезании в заготовку
- Ширина фрезерования,  $a_e$ 
  - >70%, чтобы обеспечить плавный выход инструмента



Сплав	Скорость резания, $v_c$	Глубина резания, $a_p$	Подача, $f_n$
6060	700 - 1000 м/мин	2 мм	0.07 - 0.11 мм/об

# Примеры

## Фрезерование керамикой

<b>Инструмент:</b>	Конкурент, фреза, работающая на больших подачах	Sandvik Coromant S-R120R-051C6-12X4
<b>Пластина:</b>	Конкурент, твердый сплав	Sandvik Coromant RNGN 12 07 00-E
<b>Скорость резания <math>v_c</math> (м/мин):</b>	38	800
<b>Подача на зуб <math>f_z</math> (мм):</b>	0.71	0.13
<b>Подача стола <math>v_f</math> (мм/мин):</b>	600	2000
<b>Глубина резания <math>a_p</math> (мм):</b>	0.7	1.5
<b>Ширина фрезерования <math>a_e</math> (мм):</b>	46	44.1
<b>Скорость съема материала <math>Q</math> (см<sup>3</sup>/мин):</b>	19.3	132.3

### Результаты:

Время обработки сократилось на 42 часа в год, производительность возросла на 469%.  
Марки сплавов из керамики Sandvik Coromant сиалон CC6060 и CC6065, а также армированная керамика с высокой прочностью CC670 дополняют широкий ассортимент пластин для точения и фрезерования.



## Точение керамикой

<b>Инструмент:</b>	Конкурент, Цельная державка	Sandvik Coromant Переходник: C8-SL70-LF-051 Державка: SL70-CRDCL-50-12
<b>Пластина:</b>	RC... Твердый сплав с покрытием	RCGX 12 07 00E Керамика CC6060
<b>Скорость резания <math>v_c</math> (м/мин):</b>	50	275
<b>Подача <math>f_n</math> (мм/об):</b>	0.2	0.25
<b>Глубина резания <math>a_p</math> (мм):</b>	2.5	2.5
<b>Скорость съема материала <math>Q</math> (см<sup>3</sup>/мин):</b>	25	172
<b>Стойкость режущей кромки (мин):</b>	10	5

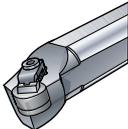
### Результаты:

Применение трохoidalного точения керамическим сплавом CC6060 при обработке кармана позволяет сократить время обработки с 63 часов до 13, то есть на 50 часов при обработке каждой детали! Стоит также отметить, что количество режущих кромок, необходимых для обработки одной детали, уменьшилось с 380 до 160.



# Ассортимент продукции для обработки жаропрочных сплавов

## Точение

Применение	Coromant Capto®	Державки прямоугольного сечения	SL70	Антивибрационная режущая головка для точения/ обработки канавок	Внутренняя обработка	T-Max® расточная оправка
<b>Наружная обработка</b>						
T-Max P для пластин из керамики без задних углов и пластин из кубического нитрида бора без отверстия	 Державки для пластин с отверстием				T-Max P для круглых пластин из керамики с задними углами и пластин без задних углов без отверстия	
<b>Базовые пластины</b>	CNGN DNGN SNGN TNGN RNGN	CNGN DNGN SNGN TNGN RCGN RNGN	CSGX RCGX	150.23	RPGN RNGN	

	Основные пластины для точения/фрезерования	ISO	ANSI	6060	6065	670
 CNGN	CNGN	12	4	X	X	X
 DNGN	DNGN	15	4			X
 RNGN	RNGN	9, 12, 15, 19, 25	3, 4, 5, 6, 8	X	X	X
 SNGN	SNGN	9, 12, 15, 19	3, 4, 5, 6	X	X	X
 TNGN	TNGN	16, 22	3, 4			X
 RPGN	RPGN	6, 9, 12	2, 3, 4	X		X
 RCGX	RCGX	6, 9, 12	2, 3, 4	X	X	X
 RPGX	RPGX	6, 9, 12	2, 3, 4	X	X	X
 TPGN	TPGN	11, 16	2, 3			X
	<b>Основные пластины для обработки канавок</b>	<b>ISO</b>	<b>ANSI</b>			
	CSGX	6, 9, 12	2, 3, 4			X
	150.23	X	X			X

## Фрезерование

Применение	Цилиндрический хвостовик	Coromant Capto®	Крепление на оправке
			
RNGN 12 RPGN 06 RPGN 09 RPGN 12	Диам. 20 - 32 мм Диам. 25 - 40 мм Диам. 32 - 50 мм	Диам. 50 - 80 мм Диам. 36 - 44 мм Диам. 36 - 54 мм	Диам. 40 мм Диам. 50 мм



# Sandvik Coromant

## Виды керамики

- CC6060** Силоночная керамика, обеспечивающая оптимальную производительность при точении в стабильных условиях предварительно обработанных жаропрочных сплавов. Предсказуемый износ благодаря хорошей стойкости к образованию проточин.
- CC6065** Усиленная силоночная керамика, предназначенная для токарной обработки жаропрочных сплавов на операциях, требующих повышенной прочности пластины.
- CC670** Армированная керамика с высокой прочностью для точения, обработки канавок и фрезерования заготовок из сплавов на никелевой основе. Ее можно также использовать для точения материалов высокой твердости в неблагоприятных условиях.
- CC650** Смешанная керамика для высокоскоростной обработки серого чугуна и закаленных материалов и для полустружковой обработки жаропрочных сплавов.
- CC6050** Смешанная керамика, рекомендуется для чистовой непрерывной обработки закаленных материалов.
- GC1690** Керамика на основе нитрида кремния с покрытием для точения чугуна на чистовых и полустружковых операциях.
- CC6190** Керамика на основе нитрида кремния для точения, от черного до чистового, и высокоскоростного  
**CC6090** фрезерования разных видов чугуна без СОЖ.
- CC620** Оксидная керамика для высокоскоростной чистовой обработки серого чугуна в стабильных условиях без СОЖ.

[www.sandvik.coromant.com/ru](http://www.sandvik.coromant.com/ru), [www.aero-knowledge.com](http://www.aero-knowledge.com)