



# обработка труднообрабатываемых материалов

АВИАЦИЯ · ДВИГАТЕЛЬ  
АВИАЦИЯ · КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ

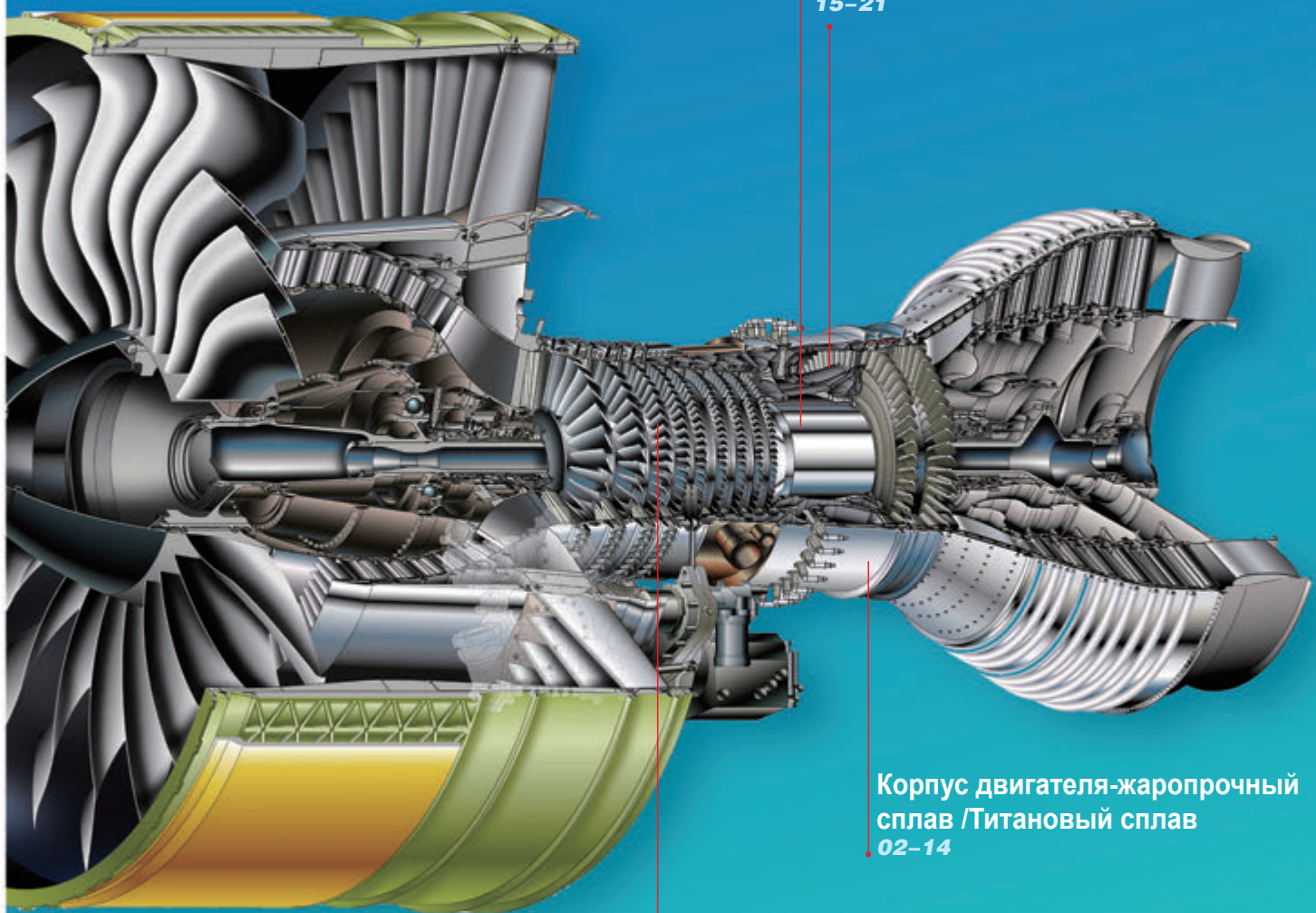


ZHUZHOU CEMENTED CARBIDE  
CUTTING TOOLS CO., LTD.



# Авиация • двигатель

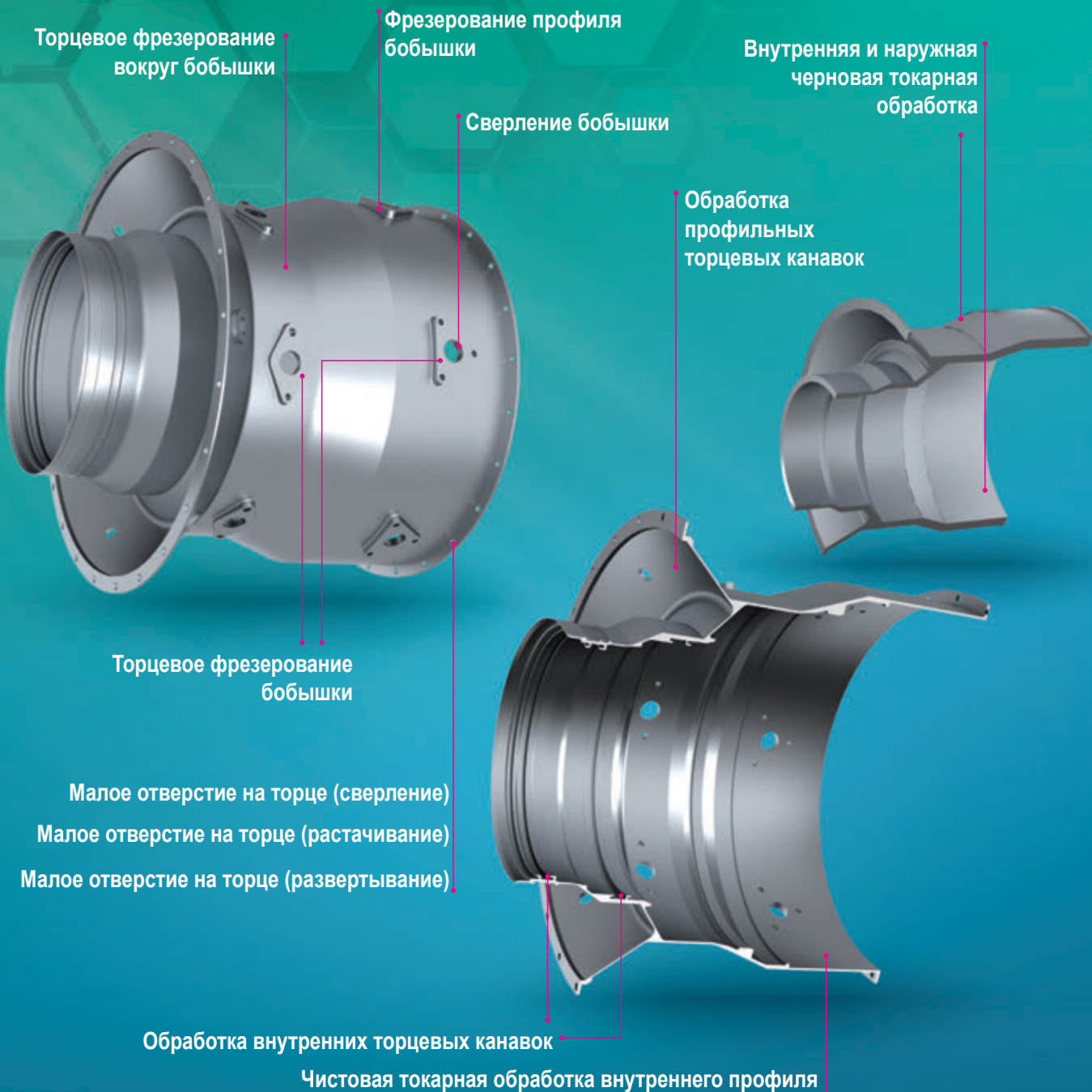
Авиационный двигатель является компонентом силовой установки самолета, вырабатывающей механическую энергию. И известен как "жемчужина современной промышленности". Условия работы характеризуются "высокой температурой, высоким давлением и высокой скоростью. "Основные детали современных авиадвигателей, такие как лопатки турбин, диск турбины и корпус, изготавливаются из труднообрабатываемых материалов, таких как жаропрочные сплавы и титановые сплавы. Они имеют сложную конструкцию и низкую жесткость, что затрудняет обработку и выдвигает более высокие требования к режущему инструменту.



Вал /Диск-жаропрочный сплав /  
Титановый сплав  
15-21

Корпус двигателя-жаропрочный  
сплав /Титановый сплав  
02-14

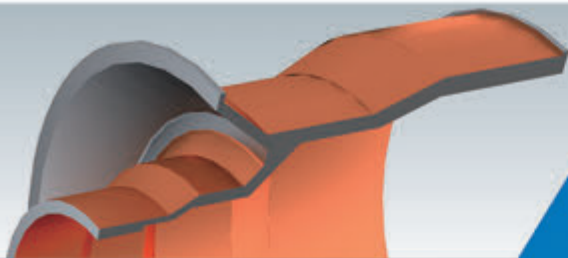
Импеллер и блиск /Лопатка турбины-  
жаропрочный сплав /Титановый сплав /  
Нержавеющая сталь  
22-25



## Камера сгорания-жаропрочный сплав

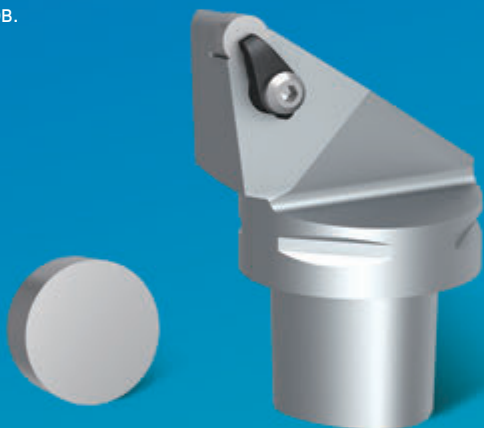
Корпус является основным несущим компонентом авиационных двигателей, имеющим решающее значение для выдерживания нагрузок и содержащим важнейшие компоненты. Это типичная тонкостенная конструктивная деталь, для которой высокая точность позиционных допусков и контроль деформации при обработке тонкостенных деталей являются важными аспектами производственного процесса.

## Внутренняя и наружная черновая токарная обработка



### Решение с керамическими пластинами

Новейший разработанный керамический материал-Sialon, обладающий превосходной износостойкостью, ударной вязкостью и термостойкостью, является предпочтительным материалом для высокоскоростной и высокоэффективной черновой обработки жаропрочных сплавов.



### -SNR Высокоэффективный токарный стружколом

Конструкция с острым передним углом, острая режущая кромка, низкое сопротивление резанию



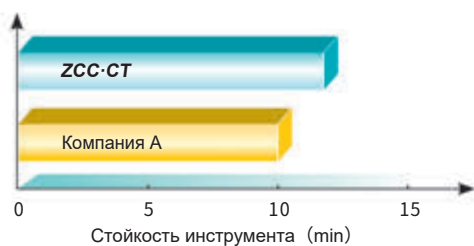
Широкая канавка в сочетании с уникальным усилением конструкции режущей кромки, отличным контролем стружколомания, высокой прочностью режущей кромки

Режущая кромка имеет конструкцию с переменным передним углом что повышает прочность кромки на большой глубине резания и эффективно снижает износ.

### Пример применения



Спецификация инструмента:	C6-CRSNL-45065-12
Спецификация пластины:	CN3100/RNGN120700T01020
Материал заготовки:	GH4169
Скорость резания:	$V_c=240\text{m/min}$
Скорость подачи:	$f=0.15\text{mm/r}$
Глубина резания:	$a_p=1.5\text{mm}$
СОЖ:	водяная Охлаждающая жидкость



### Пример применения



Спецификация инструмента:	C6-DCLNL-45065-12
Спецификация пластины:	YBS103/CNMG120408-SNR
Материал заготовки:	GH4169
Скорость резания:	$V_c=45\text{m/min}$
Скорость подачи:	$f=0.2\text{mm/r}$
Глубина резания:	$a_p=2\text{mm}$
СОЖ:	водяная Охлаждающая жидкость



# Серия **YBS**

Сплавы серии YBS представляют собой превосходное решение для труднообрабатываемых материалов, особенно для жаропрочных и титановых сплавов и т.д., обладает отличными эксплуатационными характеристиками.



## **YBS103**

Сплав с PVD-покрытием с хорошей износостойкостью, адгезионной износостойкостью и стойкостью к высокотемпературному окислению. Обеспечивая износостойкость инструмента, оно повышает его прочность и стойкость к выкрашиванию. Он подходит для высокоэффективной обработки жаропрочных и титановых сплавов.

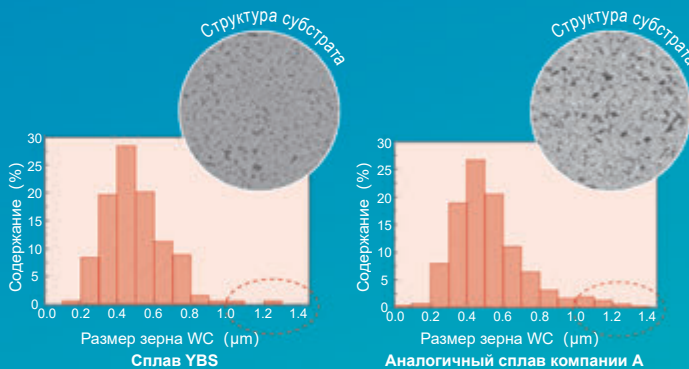
## **YBS203**

Сплав с PVD-покрытием с хорошей стойкостью к выкрашиванию и высокотемпературному окислению с учетом износостойкости и ударопрочности. Подходит для полустового и чистового фрезерования жаропрочных сплавов и титановых сплавов.

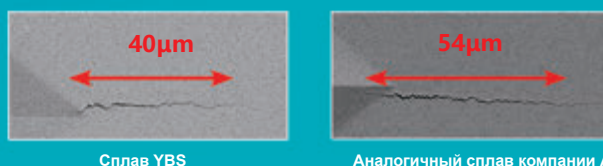
## **YBS303**

Сплав с PVD-покрытием с высокой ударной вязкостью и прочным нанопокрывтием, обладает хорошей ударной вязкостью и работоспособностью при высоких температурах и подходит для чернового и полустового фрезерования жаропрочных сплавов и титановых сплавов.

Использование специального материала подложки для процесса спекания, обеспечивающего среднюю структуру, улучшает выделение крупных зерен в мелкозернистых структурах.



Использование технологии упрочнения сплава, обеспечивающей высокую износостойкость инструментов и повышающей устойчивость инструмента к выкрашиванию и сколам.



## Чистовая токарная обработка внутреннего профиля

### -SNR Высокоэффективный токарный стружколом

- Для непрерывной обработки выбирается инструмент с передним углом  $93^\circ$  в паре с V-образной пластиной со стружколомом SNR с острой кромкой и положительным передним углом, что позволяет эффективно снизить усилие резания и решить проблему деформации тонкостенных деталей.
- В паре со специальным токарным сплавом YBS103 достигается высокое качество поверхности и высокая стойкость инструмента.



### -NGF Стружколом для общей чистовой обработки

Для условий получистовой обработки используйте обычный стружколом NGF для чистовой обработки.

- Острая режущая кромка, небольшое усилие резания.
- Хорошее стружколомание при высоком качестве поверхности.
- Специальная обработка режущей кромки, высокая прочность режущей кромки.

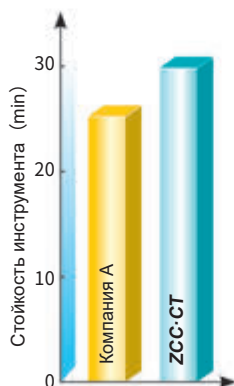


### YBG212

Сплав с PVD-покрытием, удачное сочетание высокой износостойкости покрытия nc-TiAlN и высокой прочности ультрамелкозернистой основы, хорошая термостойкость и химическая стойкость покрытия обеспечивают более эффективную защиту режущей кромки и подходят для прерывистой токарной обработки жаропрочных сплавов и титановых сплавов.

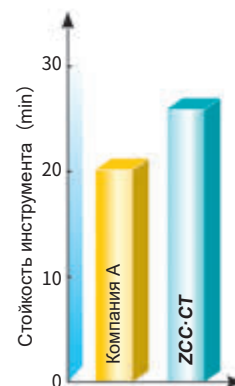
### Пример применения 1

Спецификация инструмента: SVJCL2525M16  
 Спецификация пластины: YBS103/VCGT160408-SNR  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=60\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.15\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.3\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость

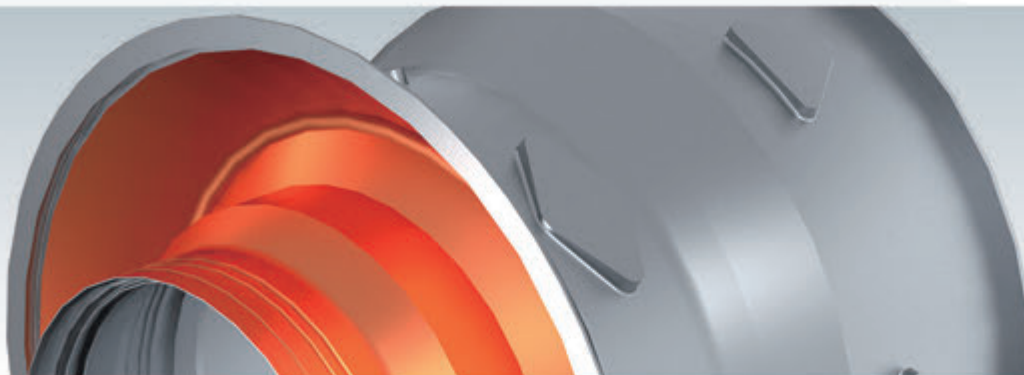


### Пример применения 2

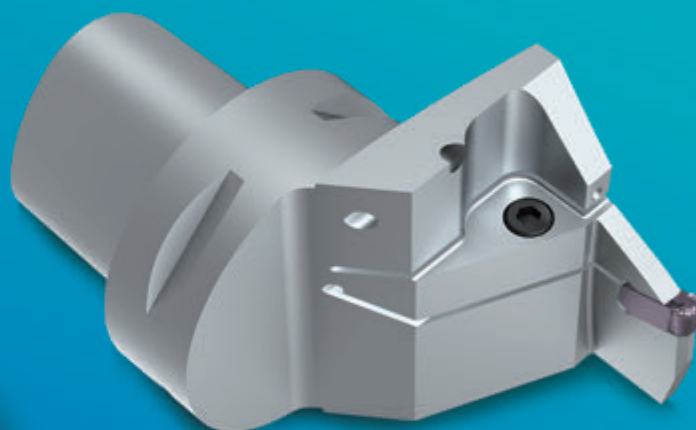
Спецификация инструмента: SVJBL2525M16  
 Спецификация пластины: YBG212/VBET160408-NGF  
 Материал заготовки: K4133  
 (Прерывистая механическая обработка)  
 Скорость резания:  $V_c=30\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.12\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.45\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



## Обработка профильных торцевых канавок

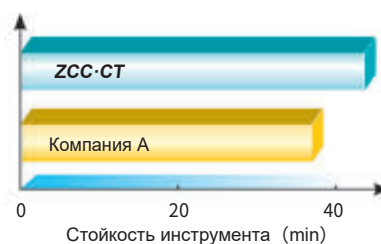


- Однокромочная пластина с точным профилем ZIGQ, хорошее качество поверхности, высокая повторяемость позиционирования пластины достигает  $\pm 0.025\text{mm}$ , а крепление пластины безопасно и стабильно.
- Сплав YBS103 является предпочтительным выбором для чистовой обработки жаропрочных и титановых сплавов.



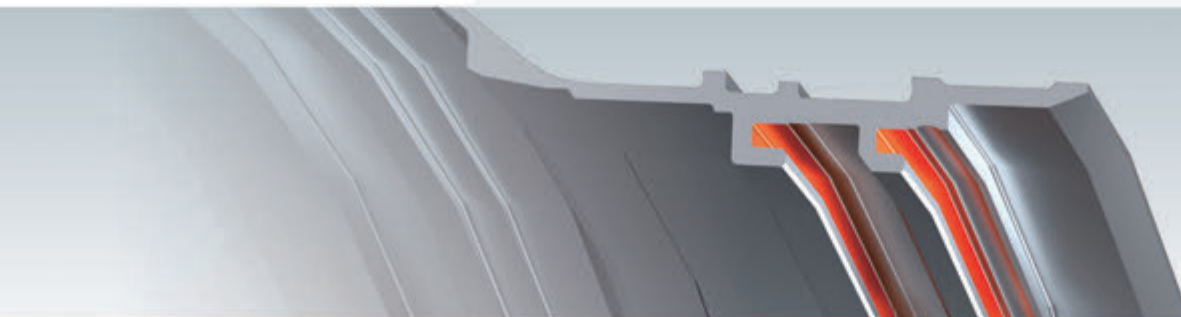
### Пример применения

Спецификация инструмента: C6-QFKSL22-38065  
 Спецификация пластины: YBS103/ ZIGQ6N-NF  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=40\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.15\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.3\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость





## Обработка внутренних торцевых канавок

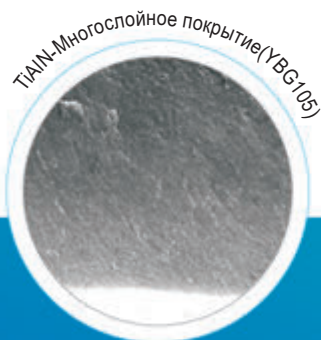


- Пластина полностью шлифованная и обладает высокоточной режущей кромкой, конструкция типа "хоккейной клюшки".
- Диапазон ширины обработки 0.5mm-4.00mm, идеальное решение для обработки узких канавок и торцевых канавок с ограниченным доступом.
- Универсальный сплав YBG105 подходит для общего процесса токарной обработки с высокой износостойкостью и широко применяется при обработке большого количества аналогичных конструктивных элементов.

### YBG105

Сплав с PVD-покрытием, многослойное покрытие TiAlN, высокая износостойкость и устойчивость к высокотемпературному окислению.

Он подходит для полустойковой, чистовой обработки и обработки канавок в деталях из различных типов жаропрочных и титановых сплавов.



## Торцевое фрезерование вокруг бобышки



### Трехсторонняя фреза .....

- **большой выбор инструмента в соответствии с задачей:** серия SMP09, ширина фрезерования 12-26mm, диаметр инструмента D80-D315mm
- **Острая режущая кромка:** Тангенциальная пластина LNGX с большим углом наклона кромки, положительным передним углом, легким процессом резания, плавным отводом стружки для эффективного уменьшения вибрации при фрезеровании
- **Широкий выбор сплавов и радиусов пластин,** обладающих 2 левыми и 2 правыми режущими кромками
- **Высокоточная пластина,** хорошая повторяемость размеров, ее можно использовать для высокоточной обработки канавок
- **Прочный сплав YBS303:** особый, который используется для обработки труднообрабатываемых материалов с превосходной ударпрочностью, особенно для полустивовой обработки жаропрочных и титановых сплавов



**LNGX-GM**

## Торцевое фрезерование бобышки

### Фреза серии FMP17 .....



● Угол в плане 88 градусов, особенно подходит для небольших партий деталей, обрабатываемых в переменчивых условиях

● Серия SNGX-Двусторонняя пластина с 8 режущими кромками, высокая экономичность

● Полностью шлифованная пластина с зачистной кромкой, высокое качество обработанной поверхности

● Зачистная пластина Wipeg для получения лучшего качества поверхности

● Прочный сплав YBS203: хорошая стойкость к выкрашиванию и высокотемпературному окислению, особенно подходит для получистовой обработки жаропрочных и титановых сплавов

**SNGX-W**



**SNGX-GM**

## Фрезерование профиля бобышки

### Фреза для обработки уступов ....

Фрезерование профильных бобышек на корпусах двигателей, фрезы EMP01 для обработки плоскостей и уступов с углом в плане 90 градусов, с пластиной типа АРКТ, рекомендуются сплавы YBS203 / YBS303 для труднообрабатываемых материалов, подходит для различных условий обработки.



#### -APL

Острая режущая кромка, легкое резание, плавный отвод стружки.  
Полный ассортимент радиусов при вершине.

#### -APF

Полностью шлифованная, высокая точность размеров, хорошее сочетание остроты и прочности режущей кромки, хорошее качество обработанной поверхности на плоскости и уступе. Полный ассортимент радиусов при вершине.



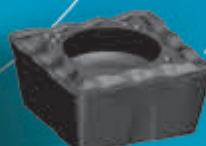
## Сверление бобышки

### Сверло со сменными пластинами серии ZSD

- **Уникальный дизайн режущей кромки,** использование специальной пластины волнообразной формы, стабильность процесса сверления, плавный отвод стружки
- **Превосходный баланс,** одна пластина для центра и периферии, двойной баланс между пластинами достигается и в радиальном направлении, что обеспечивает высокую точность сверления

- **Превосходная точность обработки и качество поверхности,** пластины с зачистной кромкой *wiper*, хорошее качество поверхности после сверления, хорошее постоянство диаметра сверления

- **Хорошая работоспособность:** минимальный риск возникновения вибрации, конструкция с высокой жесткостью, обеспечивающая высокую скорость, высокую эффективность и высокую стабильность обработки

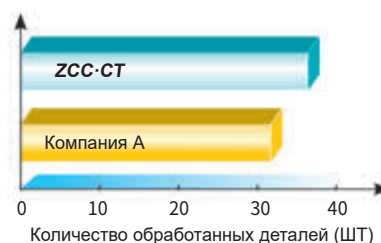


**-EM**

Острый стружколом, стабильный контроль стружки, сочетается со сплавом YBS203, обеспечивает стабильную обработку труднообрабатываемых материалов

### Пример применения

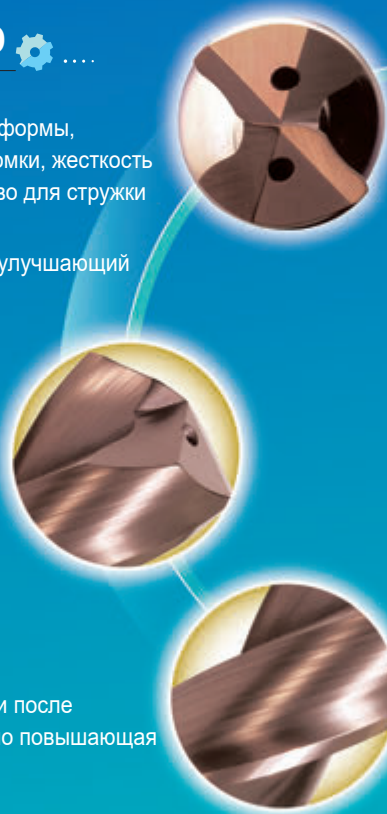
Спецификация инструмента: ZSD02-160-XP20-SP05-02  
 Спецификация пластины: YBS203/SPMX050204-EM  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=35\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.05\text{mm/z}$   
 Глубина резания:  $a_p=30\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



## Малое отверстие на торце (сверление)

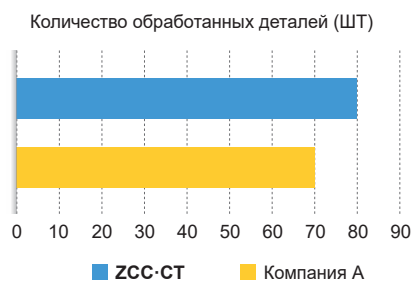
### Спиральное сверло серии UD .....

- Разработанный стружколом кривой формы, сочетающий прочность режущей кромки, жесткость инструмента и большое пространство для стружки
- Новый процесс шлифования кромки сверла, улучшающий производительность режущего инструмента
- Превосходная подготовка режущей кромки, улучшающая прочность кромки и характеристики стружколомания
- Передовая технология обработки после нанесения покрытия, значительно повышающая износостойкость инструментов



### Пример применения

Спецификация инструмента: UD03-0950  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=15\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.08\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=12\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



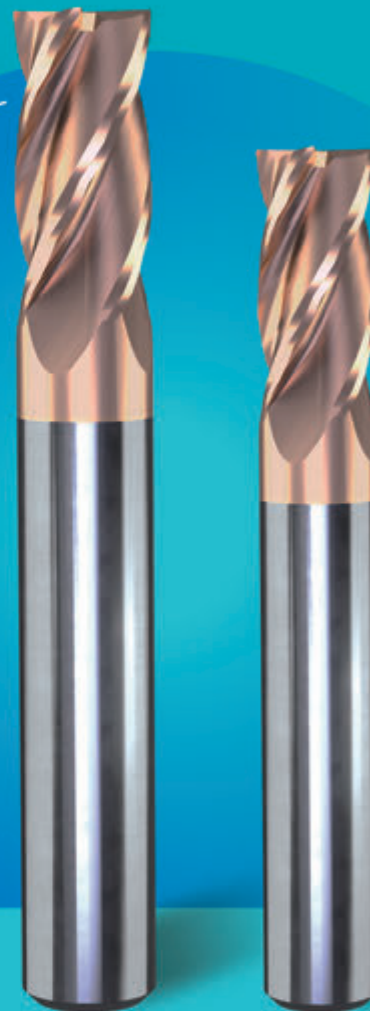
## Малое отверстие на торце (расточивание)

### Инструмент для зенкерования .....

Угол наклона спирали 30°, хороший отвод стружки

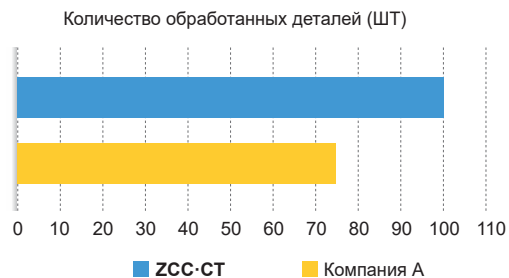
0° передний угол, хороший отвод стружки со дна отверстия

Сплав выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и широко используется при расширении труднообрабатываемых материалов, таких как жаропрочные сплавы, титановые сплавы и нержавеющая сталь



### Пример применения

Спецификация инструмента: F513-D9.8  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=30\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.12\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=12\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



## Малое отверстие на торце (развертывание)

### Специальная развертка

Уникальная конструкция стружколома, хорошее сочетание отвода стружки и жесткости инструмента

Передовая технология полировки обеспечивает высокое качество поверхности стенки отверстия

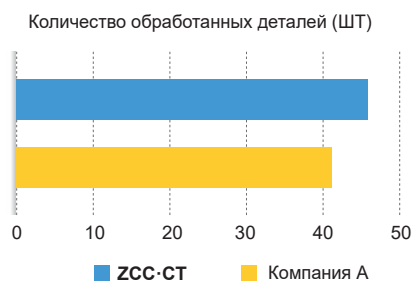
Специальный сплав для труднообрабатываемых материалов, с улучшенной стойкостью

Прямая канавка, Левая спираль, Правая спираль, структура с большим углом наклона спирали, индивидуальный дизайн

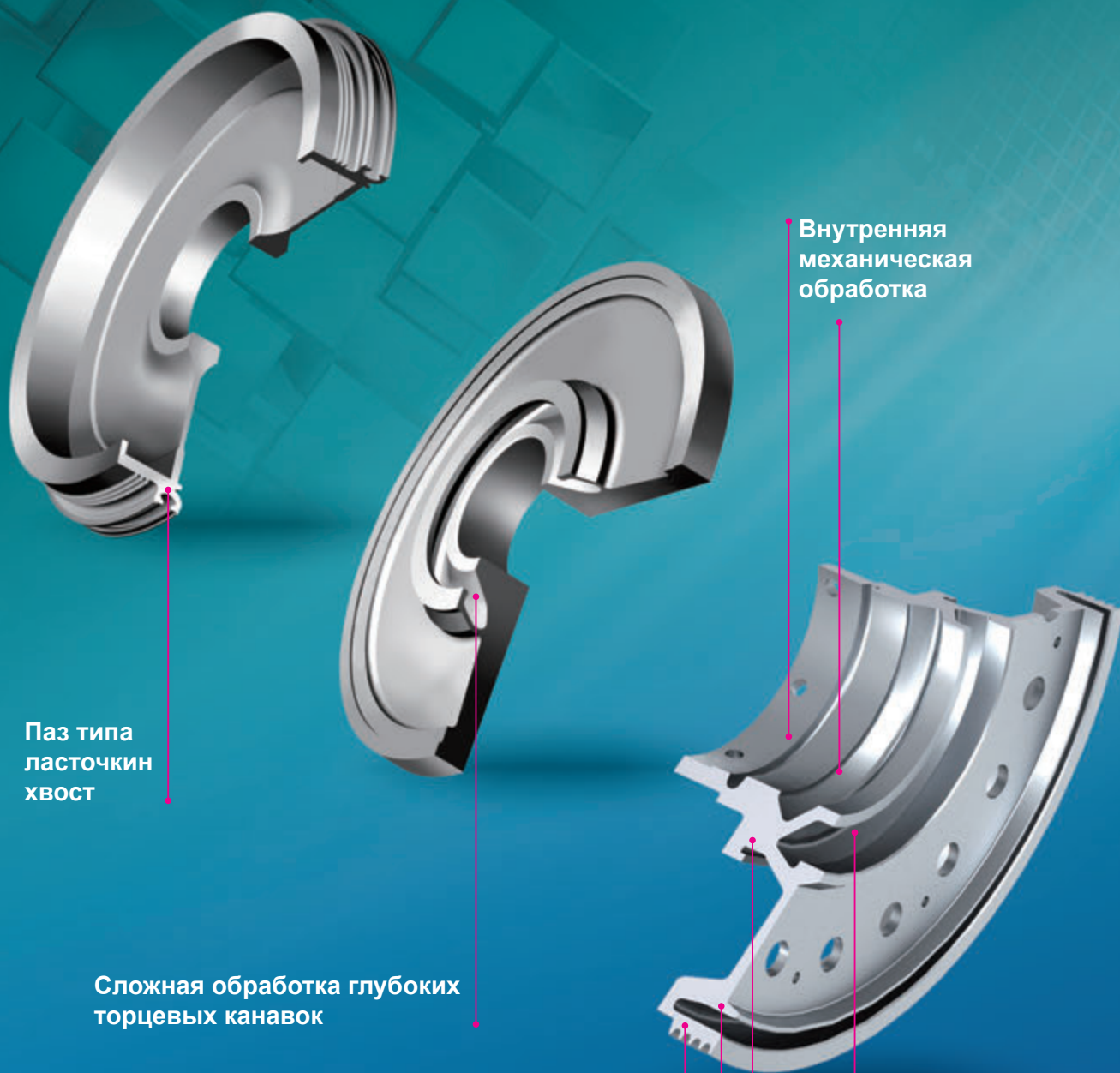


### Пример применения

Спецификация инструмента: 3102-D10  
 Материал заготовки: GH4169  
 Скорость резания:  $V_c=15\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.06\text{mm/r}$   
 Глубина резания:  $a_p=12\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость







Паз типа ласточкин хвост

Сложная обработка глубоких торцевых канавок

Точение под уплотнения

Обработка глубоких торцевых канавок

Внутренняя механическая обработка

Сложная полость

Наружная механическая обработка

## Вал / Диск

-Жаропрочный сплав / Титановый Сплав

Диск турбины и вал турбины являются очень важными вращающимися компонентами авиационных двигателей, работающими в особых условиях высокой температуры, высокого давления и высокой частоты вращения. Материалы, из которых изготавливаются эти компоненты, трудно поддаются механической обработке, и к размерам и различной точности предъявляются строгие требования. Полости сложной структуры обычно требуют согласования нескольких нестандартных режущих инструментов для завершения обработки, что предъявляет высокие требования к конструкции и производственным возможностям инструментов.

## Специальная державка

Специальная конструкция державки, проработанная в соответствии с размерами обрабатываемой детали и на отсутствие пересечений, индивидуальный дизайн, обеспечивающий безопасную и надежную обработку



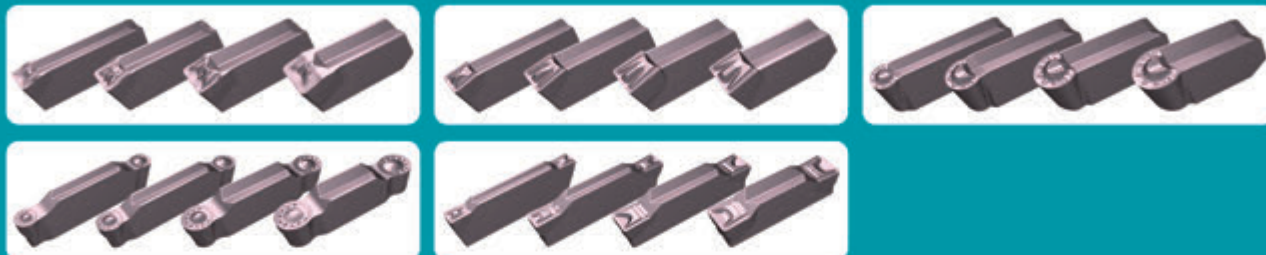
## Специальная пластина

Односторонняя режущая пластина, двухсторонняя режущая пластина, пластина типа хоккейная клюшка специально спроектированная, полностью шлифованная, под индивидуальные требования



## Стандартная канавка, профильная пластина

стандартная серия с односторонней, двухсторонней пластиной шириной 3mm-6mm, в сочетании со сплавами YBG105, YBS103



### **-NM** Точная профильная пластина ....

Острая режущая кромка, небольшое усилие резания, хорошее качество поверхности. Высокая повторяемость с точностью  $\pm 0.025\text{mm}$ , хорошая согласованность размеров. Хорошая экономичность, взаимозаменяемость с серией ZCC-CT "little squirrel", которая подходит для жаропрочных и титановых сплавов при получистовой-чистой обработке.



### **-NF** Точная профильная односторонняя пластина ....

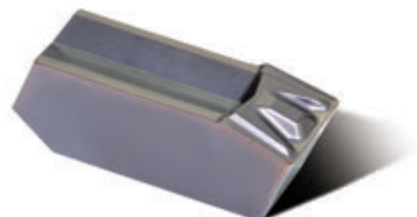
Острая кромка, небольшое усилие резания, хорошее качество поверхности. Высокая повторяемость с точностью  $\pm 0.025\text{mm}$ , хорошая согласованность размеров. Подходит для получистовой и чистой обработки жаропрочных и титановых сплавов.

### **-SM** Односторонняя канавочная пластина ....

Прямая режущая кромка, хорошее качество поверхности при обработке пазов.

Острая режущая кромка, меньшее усилие резания.

Превосходный стружколомающий эффект, подходит для обработки пазов в деталях из жаропрочных и титановых сплавов.

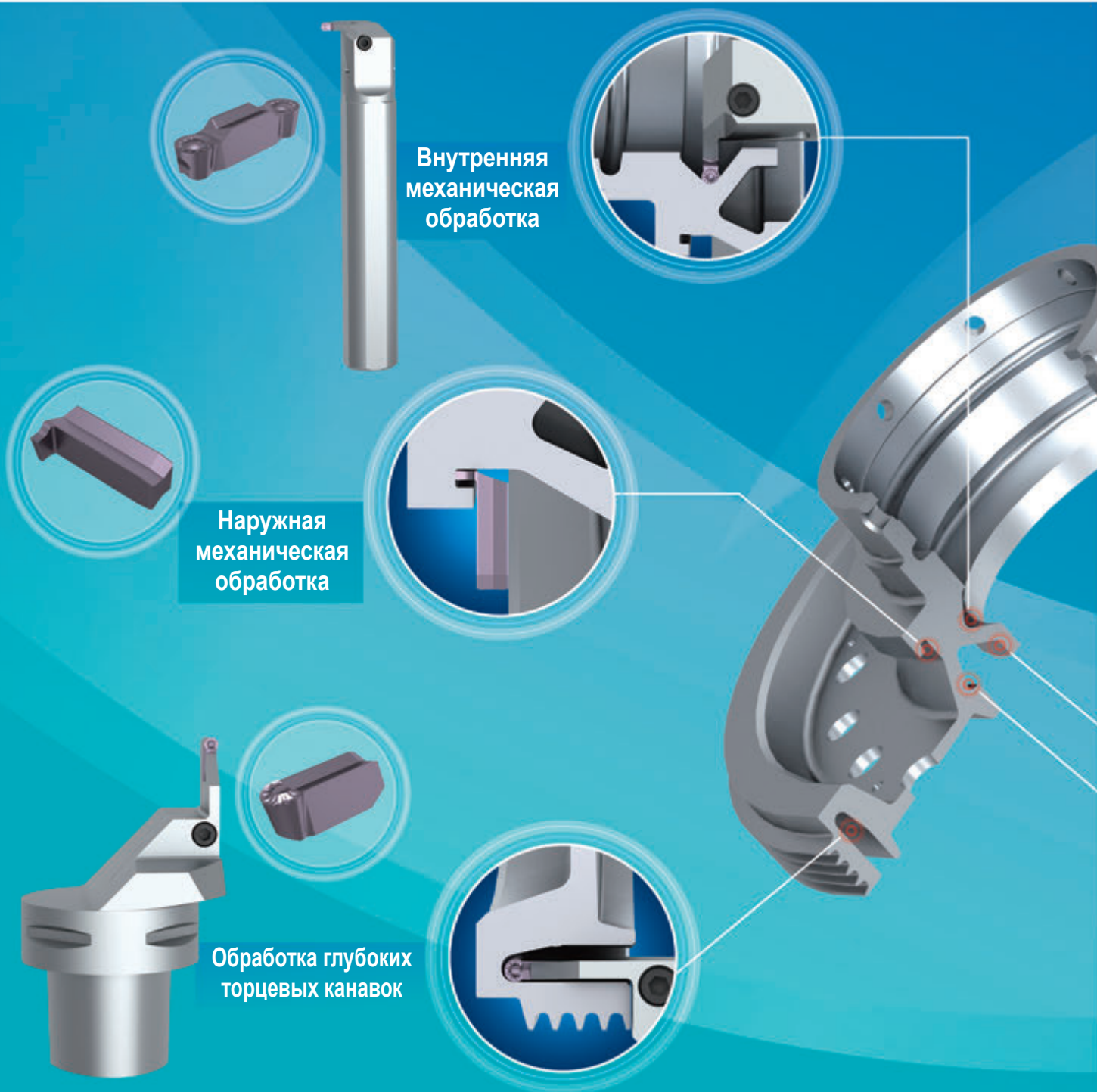


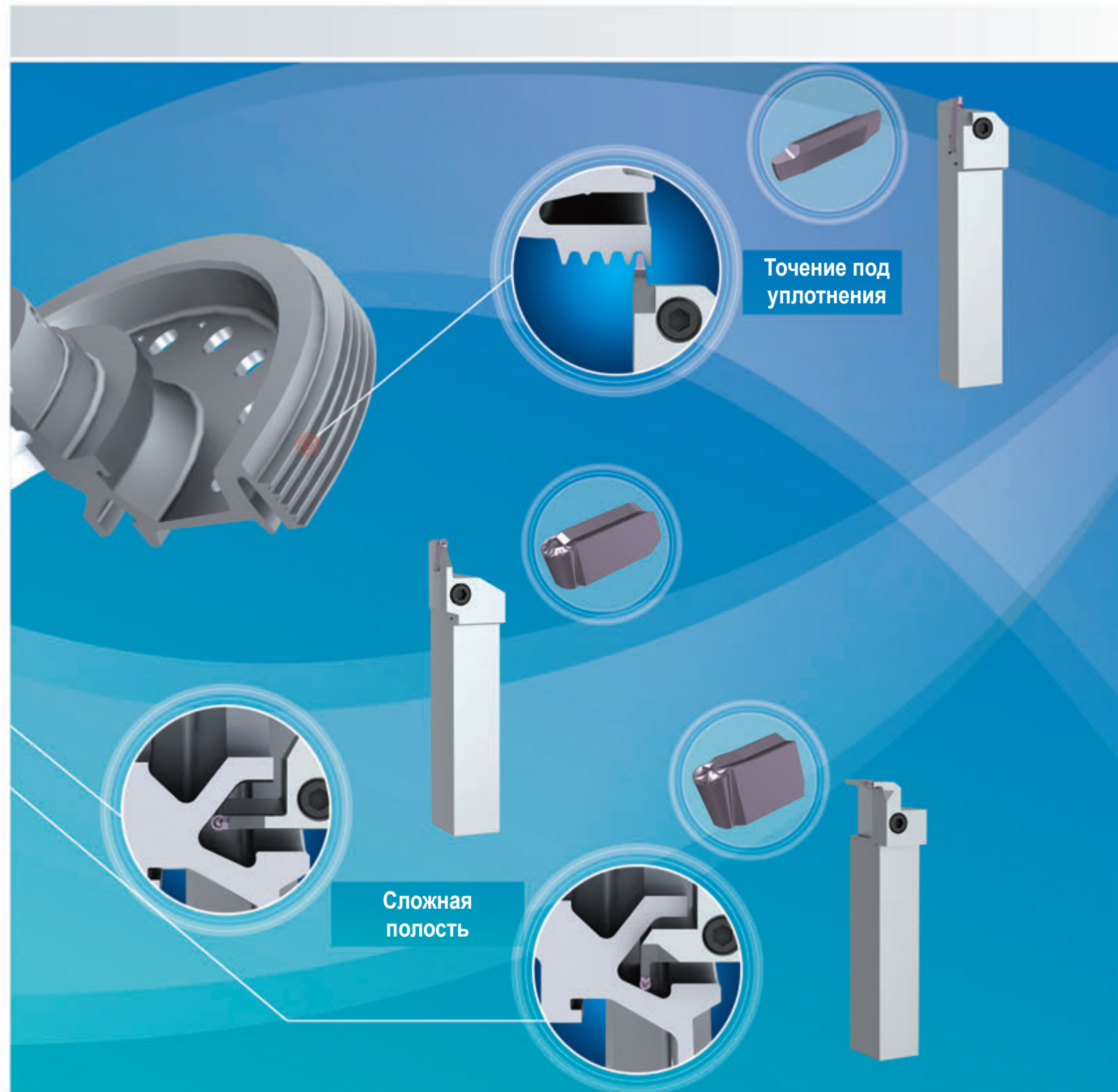
### **-MM** Канавочная пластина ....

Прямая режущая кромка, высокопрочная кромка, хороший контроль стружки.

Экономичное решение и может быть совместимо с фирменными державками squirrel.

Подходит для обработки канавок в жаропрочных сплавах и титановых сплавах.





## Сложная обработка торцевых полостей



### Сложная обработка глубоких торцевых канавок

Специальная державка и стандартная канавочная пластина для обработки глубоких канавок



### Паз типа ласточкин хвост

Специальная державка и специальная пластина идеально сочетаются, обеспечивая обработку "ласточкиного хвоста"

## Фрезерование кружев

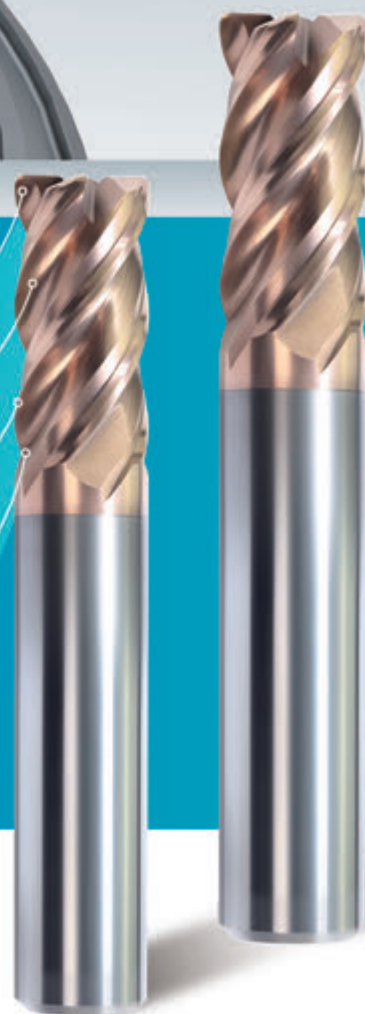
### Фреза для обработки жаропрочного сплава RM

Новый процесс пассивации упрочняет кромку.

Неравномерный шаг между зубьями.

Качество шлифования боковых поверхностей на уровне зеркала.

Специальная геометрия конструкции учитывает жесткость инструмента и пространство для стружки.



### Пример применения

Спецификация инструмента: RM-7E-D10

Материал: Inconel 718

Вид обработки: Боковое Фрезерование

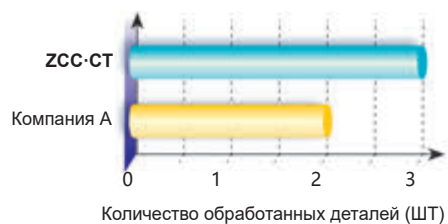
Скорость резания:  $V_c=30\text{m/min}$

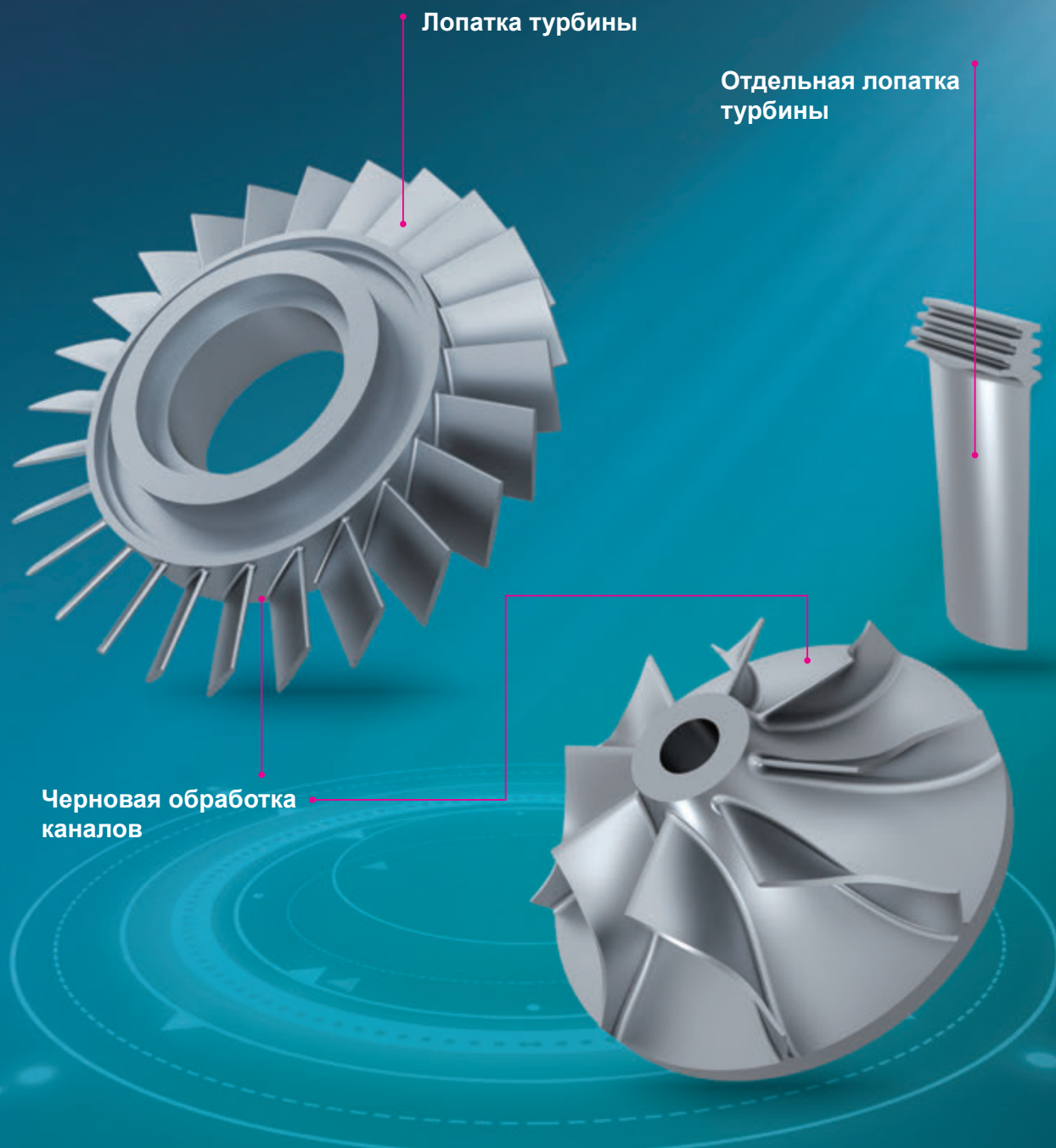
Скорость подачи:  $f=0.06\text{mm/z}$

Глубина резания:  $a_p=3.5\text{mm}$

Ширина резания:  $a_e=3\text{mm}$

СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость





## Импеллер и Блиск /Лопатка турбины

-Жаропрочный сплав /Титановый Сплав /Нержавеющая Сталь

С развитием аэрокосмических технологий для удовлетворения требований, предъявляемых к двигателям с высокой частотой вращения и тяговооруженностью, интегрированные импеллеры и диски широко используются при проектировании новых двигателей малого и среднего размера. Это исключает использование шипов и пазов для соединений, что обеспечивает ряд преимуществ, таких как компактная конструкция, малый вес и высокая удельная прочность. Однако большинство этих компонентов работают в условиях высокой температуры, высокого давления и высокой частоты вращения, и обычно используются такие материалы, как жаропрочные сплавы, титановые сплавы и нержавеющая сталь, которые трудно поддаются механической обработке. Характеристики механической обработки включают эффективную черновую обработку каналов и сложных поверхностей лопаток.



## Черновая обработка каналов

### Коническая фреза с волнистой кромкой и сферическим концом

Каналы импеллеров и дисков глубокие и узкие, с плохим доступом, что делает их склонными к деформации под действием силы. Использование конических фрез с волнистой кромкой и сферическим концом для черновой обработки повышает жесткость инструмента за счет конической конструкции, в то время как волнистая кромка эффективно ломает стружку, уменьшая силы резания и повышая стабильность резания.

**Упрочнение кромок:** Внедрение нового процесса пассивации для повышения прочности кромок.

**Волнистая структура кромки:** Высокопрочная плоская волнистая структура кромки, уравнивающая жесткость инструмента и пространство для стружки.

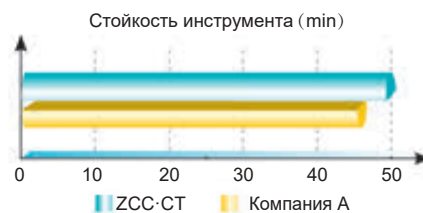
**Титановый сплав:** Применяемый сплав KMG4032 отличается превосходной износостойкостью, высокой прочностью на изгиб, более низким коэффициентом трения покрытия и хорошей универсальностью.

**Жаропрочный сплав:** Применяемый сплав KMG4015, использует специальную технологию обработки переходного слоя, более плотно сцепляется с основой. Кроме того, решетчатое гетероструктурное покрытие со специальными элементами обеспечивает высокую твердость и превосходную стойкость к высокотемпературному окислению, что делает его более подходящим для высокоскоростной обработки.

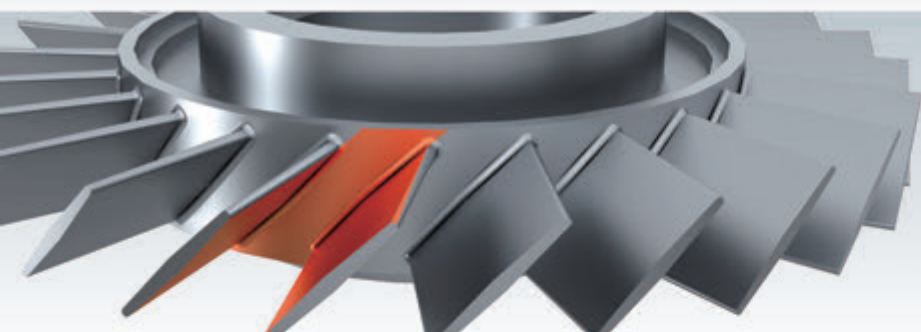


### Пример применения

Спецификация инструмента: Концевая фреза со сферическим концом R3\*2°  
 Материал заготовки: TC11  
 Скорость резания:  $V_c=85\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.06\text{mm/z}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.25\text{mm}$   
 Ширина резания:  $a_e=0.5\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



## Обработка лопатки/основания



### Коническая концевая фреза со сферическим концом

Обработка профилей и оснований лопаток импеллеров и дисков с помощью конических концевых фрез со сферическим концом обеспечивает быстрое резание с низким уровнем вибрации, эффективно повышая эффективность обработки и качество поверхности.

Передовая технология обработки кромок повышает стабильность резания.

Неравномерная шаг между зубьев и специальная конструкция периферийных кромок эффективно гасят вибрацию при резании во время высокоэффективной обработки.

Выбор в качестве базовых материалов с лучшей износостойкостью и покрытиями с более низкими коэффициентами трения увеличивает стойкость режущего инструмента.



### Пример применения

Спецификация инструмента: D6R3\*3°  
 Материал заготовки: TC11  
 Скорость резания:  $V_c=85\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.06\text{mm/z}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.2\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость



## Обработка отдельной лопатки

### Радиусная концевая фреза ....

Предпочтительный выбор базовых материалов и покрытий для повышения стойкости к сколам.

Использование неравномерной шага между зубьями эффективно гасит вибрацию при резании.

Новая высокопрочная ленточная конструкция режущей кромки больше подходит для высокопроизводительной обработки труднообрабатываемых материалов.


Благодаря использованию технологии формованных канавок повышается производительность по удалению стружки, что обеспечивает стабильную черновую и чистовую обработку труднообрабатываемых материалов за одну операцию.



### Пример применения

Спецификация инструмента: D8R1  
 Материал заготовки: GH2132  
 Скорость резания:  $V_c=80\text{m/min}$   
 Скорость подачи:  $f=0.03\text{mm/z}$   
 Глубина резания:  $a_p=0.75\text{mm}$   
 Ширина резания:  $a_e=0.5\text{mm}$   
 СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость





Титановый сплав  
**А-образная перекладина и  
кронштейны**

28–35

## Авиация • корпусные детали

Авиационные конструктивные элементы включают основную часть фюзеляжа и шасси. Они не только включают в себя весь каркас самолета в сборе, но также выполняют функции безопасного взлета и посадки. Они являются компонентами всего самолета. Авиационные конструкционные детали производят из различных материалов, таких как титановый сплав, алюминиевый сплав, сталь, композитные материалы и т.д.

36-41

Алюминиевый сплав  
Дверь кабины

Композитный материал  
Крыло, фюзеляж

42-47

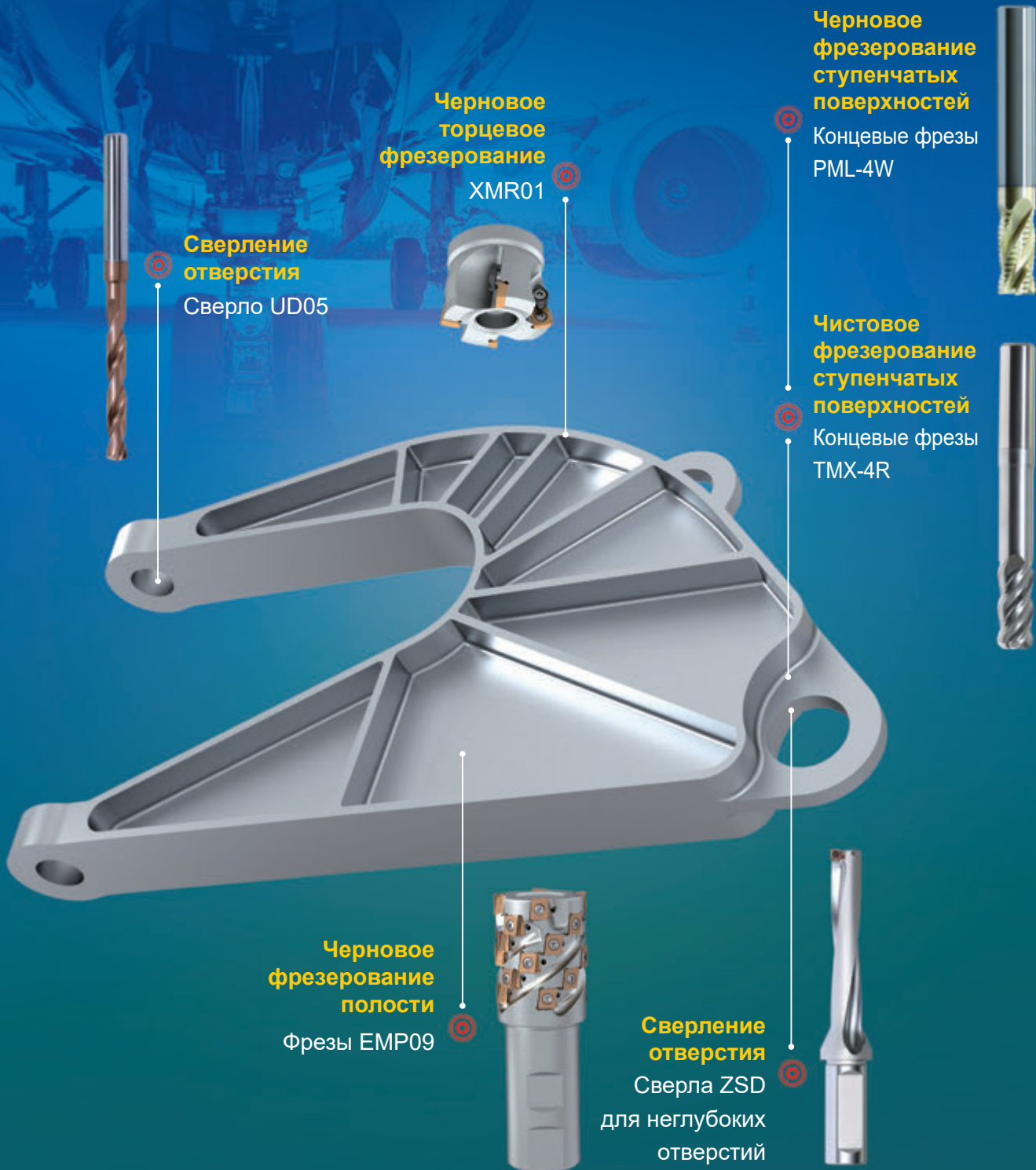
высоколегированная сталь  
шасси

48-51

# Решение для А-образной перекладкины - титановый сплав



# Решение для кронштейнов- ТИТАНОВЫЙ СПЛАВ

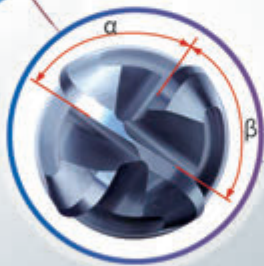


## Черновое фрезерование внутренней рамы

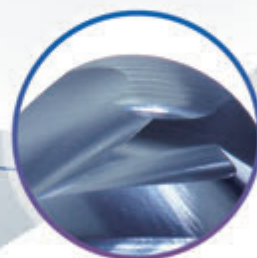
Радиусная кромка нового типа в сочетании с канавками для стружки повышает стабильность резания и подходит для различных типов фрезерования. специальная конструкция спирального паза для удаления стружки обеспечивает более плавную подачу стружки и отвечает всем видам сложных условий работы. Оптимизированная конструкция заднего угла для улучшения защиты инструмента от скалывания. Оптимизированная конструкция заднего угла для улучшения защиты инструмента от скалывания.

### TM-4R

Конструкция заднего угла небольшой эксцентриковой дуги сочетается с новой технологией обработки кромок, что обеспечивает высокую прочность кромок, что позволяет добиться стабильного резания.



Неравномерный шаг между зубьями эффективно гасит вибрацию при механической обработке.



Новый тип высокопрочной вершины режущей части имеет конструкцию, которая больше подходит для высокоскоростной и эффективной обработки труднообрабатываемых материалов.



Использование технологии формовочных канавок улучшает жесткость инструмента и отвод стружки, позволяет реализовать комплексную черновую и чистовую обработку труднообрабатываемых материалов.



## фрезерование боковой поверхности

При высокоэффективном фрезеровании титановых сплавов из-за низкой теплопроводности титановых сплавов и концентрации большого количества тепла при резании на режущих кромках возникают трудности с обработкой. Благодаря использованию параболических канавок, которые способствуют плавному удалению стружки, а также специальной обработке кромок для упрочнения и т.д., проблемы обработки титановых сплавов решаются плавно.



# TM-5R

### Пример применения

Деталь: Скобки  
 Обрабатываемый материал: TC4  
 Спецификация инструмента: TM-5RP-D16.0R0.5  
 Режимы резания:  $S=720\text{r/min}$ ,  $F=128\sim 160\text{mm/min}$ ,  
 $ap=13\sim 15.3\text{mm}$ ,  $ae=8\sim 16\text{mm}$   
 Машина: порталный фрезерный станок  
 Обработка: Фрезерование профильное



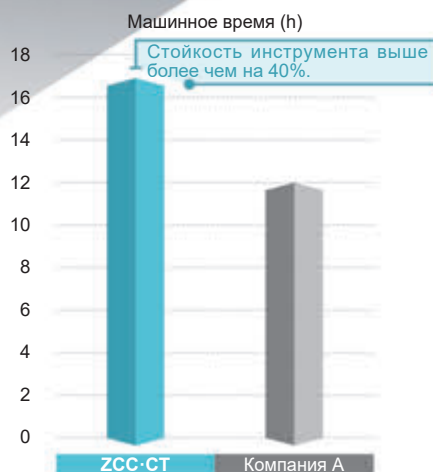
## Чистовое фрезерование ступенчатых поверхностей

Во время чистовой обработки титанового сплава кромка дуги многократно подвергается воздействию сопротивления резанию, что легко вызывает проблему скола кромки дуги. Чтобы решить эту проблему, TMX применяет запатентованный метод соединения кромок дуги и сочетается со специальными сплавами для чистовой обработки титановых сплавов., эффективно замедляя возникновение сколов кромок дуги и обеспечивая большую стойкость и эффективную обработку титановых сплавов.

### TMX-4R

#### Пример применения

Обрабатываемая деталь: Элементы конструкции фюзеляжа  
 Материал: Алюминиевый сплав TA15M  
 Станок: Центр с ЧПУ  
 Обработка: Фрезерование профильное  
 Спецификация инструмента: D20R3\*38\*d20\*L110  
 Режимы резания:  $V_c=50\text{m/min}$ ,  $f=0.1\sim 0.375\text{mm/r}$ ,  
 $a_p=10\sim 30\text{mm}$ ,  $a_e=1\sim 3\text{mm}$



## Сверление отверстия



- Превосходный процесс обработки кромок повышает прочность кромок и эффективность стружколомания.
- Новый процесс шлифовки режущих кромок эффективно улучшает режущие характеристики инструмента.
- Новый разработанный стружколом с изогнутой кромкой, учитывающий прочность кромки, жесткость инструмента и пространство для стружки.

## Спиральное сверло UD

- Он особенно подходит для сверления труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы и нержавеющая сталь.

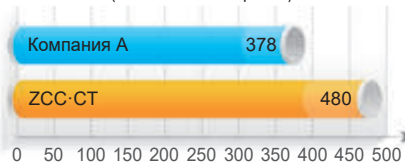
- Передовая технология обработки после нанесения покрытия, очевидно, повышает износостойкость инструментов.

### Пример применения



Спецификация инструмента: UD05-0310  
 Деталь: элементы конструкции из титанового сплава  
 Обрабатываемый материал: TC4  
 Режимы резания: S=4000r/min, F=200mm/min  
 Глубина отверстия: 3~5mm  
 Процесс: сверление сквозного отверстия диаметром 3-5 mm  
 Допуск по диаметру отверстия: D3.0 ± 0.2  
 СОЖ: внешнее охлаждение  
 Станок: Портальный станок

Количество обработанных тверстей  
(количество отверстий)



## Сверление отверстия



Острый стружколом, стабильный контроль вязкой стружки и в сочетании со специальными сплавами для достижения стабильной обработки труднообрабатываемых материалов.

▲ -EM



Общий стружколом для механической обработки доступен для достижения стабильной обработки с низким сопротивлением.

▲ -XM



### Сверла ZSD для неглубоких отверстий

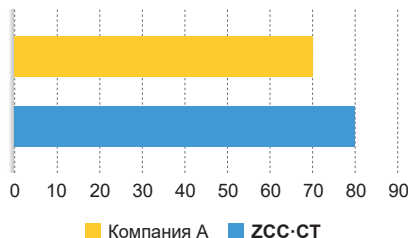
- **Уникальная структура кромки:** использование специальных пластин с волнистой кромкой обеспечивает стабильность резания и плавное удаление стружки.
- **Превосходные характеристики балансировки:** двойная радиальная балансировка может быть реализована на одной пластине или между пластинами и позволяет добиться высокой точности сверления.
- **Превосходная точность обработки и поверхность:** на пластинах зачистная кромка *wiper*, качество поверхности обработки отверстий хорошее, а повторяемость диаметров сверления хорошая.
- **Инструмент обладает хорошими режущими характеристиками:** инструмент обладает высокой виброустойчивостью и высокой жесткостью конструкции для обеспечения высокоскоростной, эффективной и высокостабильной обработки.

#### Пример применения



Обрабатываемая деталь: титановый сплав  
 Тип инструмента: ZSD03-220-XP25-SP06-02  
 YBS203/SPMX060204-XM  
 Режимы резания:  $V_c=60\text{m/min}$ ,  $f=0.08\text{mm/r}$   
 СОЖ: внутреннее охлаждение

Количество обработанных тверстей (количество отверстий)



## Черновое фрезерование полости

### EMPO9



- Инструмент режет резко, благодаря конструкции с двойным положительным передним углом, инструмент режет резко и эффективно снижено усилие резания.
- Обработка отличается высокой эффективностью, и может быть достигнута высококачественная и эффективная черновая обработка.
- Инструмент обладает хорошей жесткостью. Пластины собраны по касательной, что делает распределение усилий на пластины более рациональным.
- Корпус фрезы имеет большую стойкость. Он изготовлен из высокопрочных материалов. Поверхность специально покрыта для повышения износостойкости корпуса фрезы.

#### Пример применения



Обрабатываемая деталь: титановый сплав

Тип инструмента:

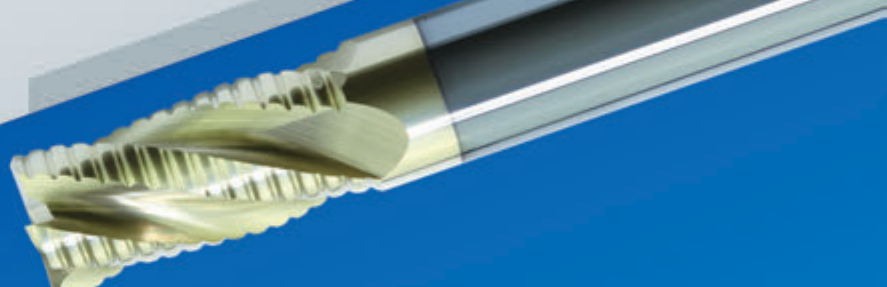
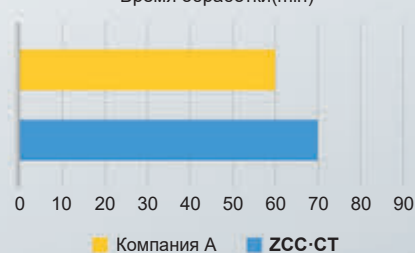
EMP09-050\*43-XP40-LN12-03

YBS203/LNKT120608PNR-GL

Режимы резания:  $V_c=40\text{m/min}$ ,  $f_z=0.08\text{mm/z}$ ,  
 $a_p=30\text{mm}$

СОЖ: Водяная Охлаждающая жидкость

Время обработки(min)



### PML-4W

Серия высокопроизводительных фрез с обратной волнистой кромкой, высокопрочной волнистой кромкой и неравномерным шагом между зубьями.

#### Пример применения



Тип инструмента: PML-4W-D12.0  
Обрабатываемый материал: TC11  
Режимы резания:  $S=800\text{r/min}$ ,  
 $F=120\text{mm/min}$ ,  $a_p=5\text{mm}$ ,  $a_e=8\text{mm}$   
СОЖ: эмульсия  
Станок: HARDINGE ER32

#### Вывод:

Черновой фрезерный инструмент PML-4W-D12.0 аналогичен инструментам конкурентов, позволяет обрабатывать 8шт заготовок, при этом стоимость значительно ниже, чем у импортных конкурентов.

- Эффективность обработки и стойкость эквивалентны другим продвинутым аналогичным инструментам, и их можно перетачивать несколько раз.
- Качество обработки намного выше, чем у черновых фрез со напайными конструкциями лезвий.
- Усилие резания меньше, чем у обычных фрез, а эффективность обработки примерно вдвое выше.

# Решение для двери кабины- алюминиевый сплав

## Фрезерование внутренней рамы

Фрезы PCD  
для обработки  
алюминиевых  
сплавов



## Чистовое фрезерование внутренней рамы

Концевые фрезы  
AL-2R-AIR  
Концевые фрезы  
AL-3R-AIR



## Черновое фрезерование внутренней рамы

Концевые фрезы AL-3W  
Фрезы серии EMP14



## Сверление установочного отверстия

Инструмент для  
сверления и  
развертывания



## Чистовое фрезерование внутренней рамы



### 2-зубые высокоскоростные фрезы

- Разработана с двумя режущими кромками к центру, симметричный дизайн, хороший эффект динамической балансировки.
- Большие передние и задние углы обеспечивают остроту инструмента и особенно подходят для высокоскоростного фрезерования алюминиевых сплавов.

# AL-2R-AIR

### Пример применения



Обрабатываемая деталь: Элементы конструкции фюзеляжа  
 Материал: алюминиевый сплав  
 Машина: Обрабатывающий центр Lamberti  
 Обработка: Высокоскоростное фрезерование полостей  
 Тип инструмента: Торцевые фрезы из твердого сплава, 20mm,  
 2 зубые, угол наклона спирали 30°  
 Режимы резания: S=9000r/min, Vc=565m/min,  
 f=0.3mm/r, ap=3mm

### Результаты:

Гладкость деталей хорошая, вертикальность боковых и нижних поверхностей хорошая, а стабильность размеров тонкостенных деталей высокая. Клиенты довольны.

## Чистовое фрезерование внутренней рамы



**Высокоскоростные концевые 3-зубые фрезы:** разработаны с учетом сверхвысокой скорости в качестве концепции, они наиболее подходят для высокоэффективной обработки крупных алюминиевых деталей.

- Превосходная структура канавок для стружки полностью обеспечивает плавное удаление стружки в условиях высокой скорости и большой подачи.
- Острая режущая кромка, инструмент имеет острые и большие передние углы режущих пластин в радиальном, осевом и дуговом направлениях, а дуга R плавно соединяется с периферийной кромкой и торцевой кромкой.
- Хороший динамический баланс и виброустойчивая конструкция обеспечивают стабильную обработку тонкостенных деталей даже в условиях высокоскоростной обработки.

### AL-3R-AIR

Отличная канавка для стружки

Острая режущая кромка

Хороший динамический баланс

#### Пример применения

Обрабатываемая деталь: Ребристые части полотна  
 Материал: алюминиевый сплав 7A09  
 Станок: 5-осевой обрабатывающий центр  
 Обработка: Высокоскоростное фрезерование полости  
 Тип инструмента: Ø12R1 Высокоскоростная 3-зубая концевая фреза для авиации  
 Режимы резания: S=19000r/min, Vc=715m/min,  
 f=0.37mm/r, ap=3~4mm

#### Результаты:

Процесс резания легкий и без вибрации, качество поверхности деталей хорошее; может быть обработана деталь целиком, а стабильность инструмента лучше, чем у компании А.



## Черновое фрезерование внутренней рамы

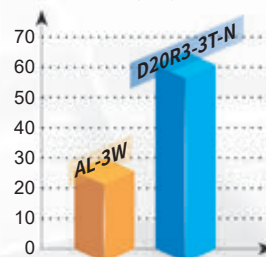
- Сверхострая режущая кромка, полный диапазон радиусов в углу пластины и противоскользкая структура на нижней поверхности обеспечивают надежное и безопасное позиционирование в условиях высокоскоростного резания, обеспечивая высокоскоростную и эффективную обработку деталей из алюминиевых сплавов с максимальной глубиной резания 18mm.

# EMR14

### Пример применения

Материал заготовки:  
алюминиевый сплав 7075  
Тип инструмента: AL-3W-D20.0  
Режимы резания: S=10000~12000r/min,  
F=5000~7000mm/min, ap=30mm  
Способ обработки: Фрезерование полости  
СОЖ: Охлаждение эмульсией

Время, необходимое для обработки одной детали(min)



Время обработки сокращается более чем наполовину.

Большие канавки для стружки

Синусоидальная волнообразная форма периферийной кромки

# AL-3W

- Синусоидальная волнообразная форма периферийной кромки позволяет снизить усилие резания на большой глубине резания, способствует ломанию и скручиванию стальной стружки и взаимодействует с большой канавкой для стружки для достижения высокоскоростной и эффективной обработки алюминиевых сплавов.

## Фрезерование внутренней рамы



Многозубые инструменты PCD отлично подходят для чистовой обработки алюминиевых сплавов. Они могут обеспечить высокую чистоту поверхности и точность размеров заготовки в условиях высокой скорости и высокой подачи, а также сверхвысокую стойкость инструмента.

### Фрезерные инструменты PCD для обработки алюминиевого сплава



#### Пример применения

Материал заготовки: алюминиевый сплав 6063  
 Тип инструмента: D16R3  
 Режимы резания: S=15000~20000r/min,  
 F=7000~8000mm/min, ap=3mm  
 Способ обработки: Фрезерование полости  
 СОЖ: Охлаждение эмульсией



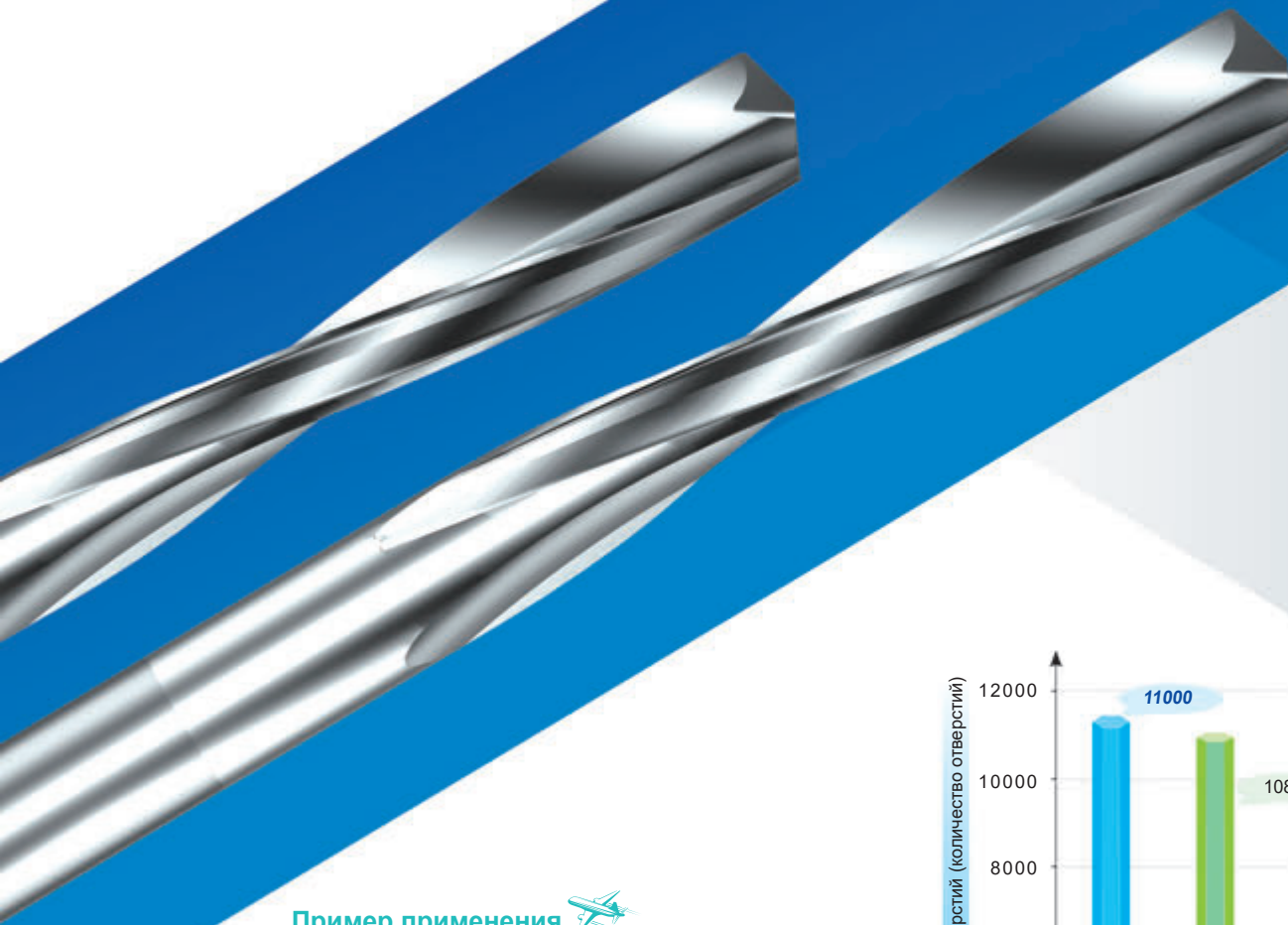
Шероховатость поверхности Ra<0,6µm,  
плоскостность в пределах 0.08mm

## Сверление контрольных отверстий



Конструкция с малым углом наклона спирали особенно подходит для удаления железной из алюминиевых сплавов; полировка передней и задней кромок вершины сверла и конструкция с двумя кромками позволяют легко обеспечить круглость, требуемые допуски и качество поверхности обрабатываемого отверстия.

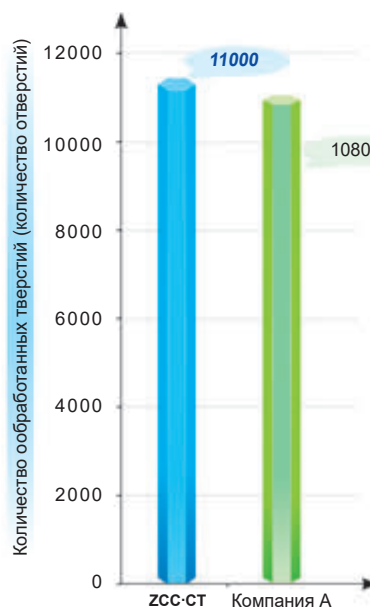
### сверло развертка



#### Пример применения



Тип инструмента: сверло развертка 2.5\*25\*30 ∠ 140  
 Деталь: обшивка гражданского самолета из алюминиевого сплава толщиной 2  
 Режимы резания: S=2000r/min, F=100mm/min  
 Обработка: 600 монтажных отверстий D2.5 (±0.2) на детали  
 СОЖ: Охлаждение газом  
 Машина: Портальный станок(FZ37)



# Решение для рамы самолета - углепластик CFRP

## Растачивание отверстия

Развертка сверло с направляющими



## устье отверстия с фаской

Зенкерование



## Сверление отверстия

Кинжальное сверло CP-SD

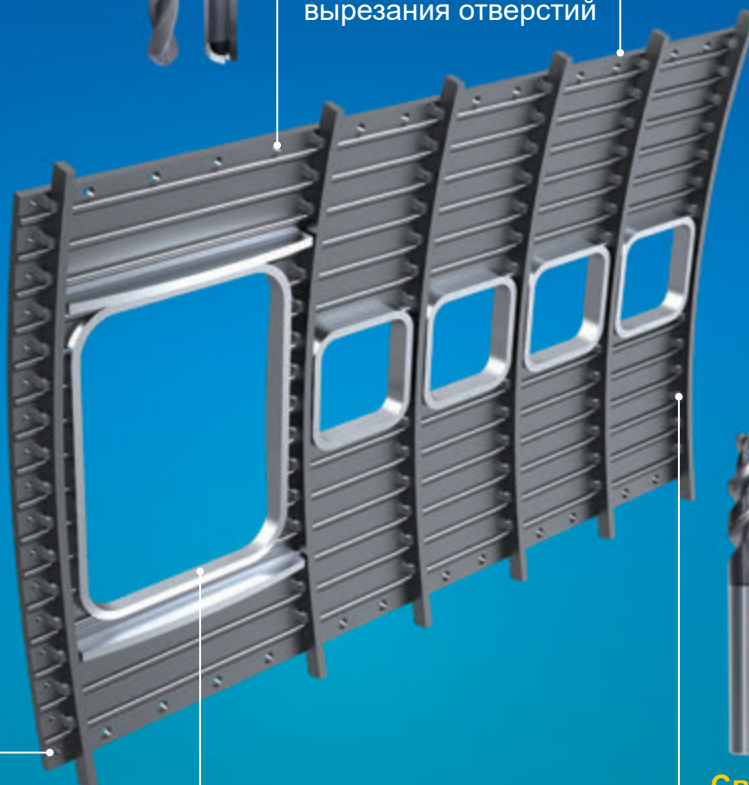


## Сверление отверстия с ЧПУ

Сверло с двойным углом при вершине CP-HD  
Сверло для вырезания отверстий

## Фрезерование профилей по контуру

Инструменты PCD



## Контурное фрезерование

Фрезы-роутеры  
Фрезы "шевронной" конструкции



## Сверление слоистых материалов

Инструмент для сверления и снятия фасок



## Контурное фрезерование



### Фрезы-роутеры

- Специальное распределение режущей кромки, улучшающее качество обрабатываемой поверхности
- Спиральная структура оптимально распределена, усилие резания невелико, а обработка более стабильная
- Конструкция заднего угла оптимизирована, а режущая кромка обладает хорошей износостойкостью
- Благодаря алмазному покрытию значительно повышается стойкость инструмента
- Уникальная спиральная конструкция кромки позволяет одновременно устранять заусенцы на верхней и нижней поверхностях, что обеспечивает хорошее качество поверхности
- Запатентованное распределение структуры кромок обеспечивает больший диапазон глубины резания и имеет более широкое применение
- Специальная геометрия и процесс обработки режущей кромки повышают эффективность удаления стружки и износостойкость режущей кромки
- Благодаря алмазному покрытию значительно повышается стойкость инструмента

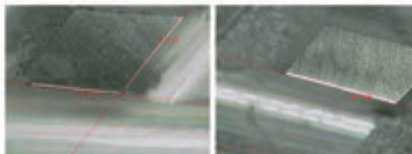
### Фрезы "шевронной" конструкции

#### Case Study



Обрабатываемый материал: CFRP  
 Спецификация инструмента: CP-RM-1000  
 Режимы резания: S=3820r/min, F=458mm/min,  
 СОЖ: Обработка без СОЖ

Сравнение условий износа концевых фрез-роутеров после 20 метров обработки



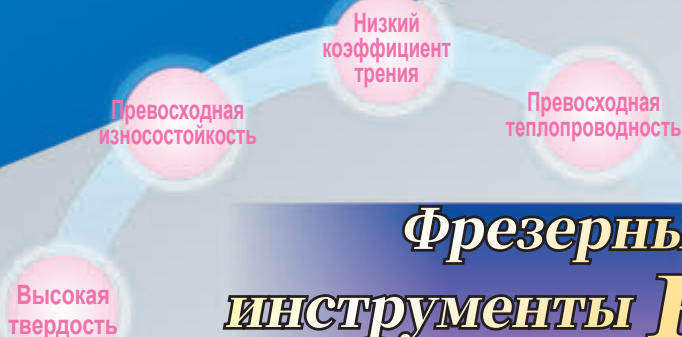
Износ концевой фрезы-роутера ZCC-ST 0.024mm      Аналогичные фрезы компании А износились на 0.039mm

Вывод: Износостойкость концевых фрез-роутеров серии CP значительно выше, чем у аналогичных фрез компании А.

## Контурное фрезерование

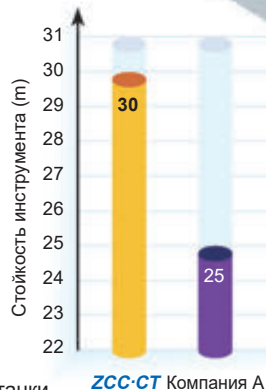


Инструментальный материал PCD обладает преимуществами высокой твердости, хорошей износостойкости, низкого коэффициента трения и хорошей теплопроводности. Он подходит для обработки цветных металлов и композитных материалов и может эффективно не допускать расслоение материала, возникающее в процессе сверления композитных материалов, разрывы, заусенцы и другие дефекты.



#### Пример применения

Спецификация инструмента:  
 Фрезерные инструменты PCD 8\*22\*22R0  
 Деталь: композитная поверхность  
 Обрабатываемый материал: композит  
 Режимы резания: S=19000r/min, F=3000mm/min,  
 ap=8mm, ae=5mm  
 Обработка: Фрезерование пазов, отрезка,  
 профильная обработка  
 СОЖ: Обработка без СОЖ  
 Машина: Итальянские портальные станки, вертикальные станки



## Инструмент для сверления и снятия фасок

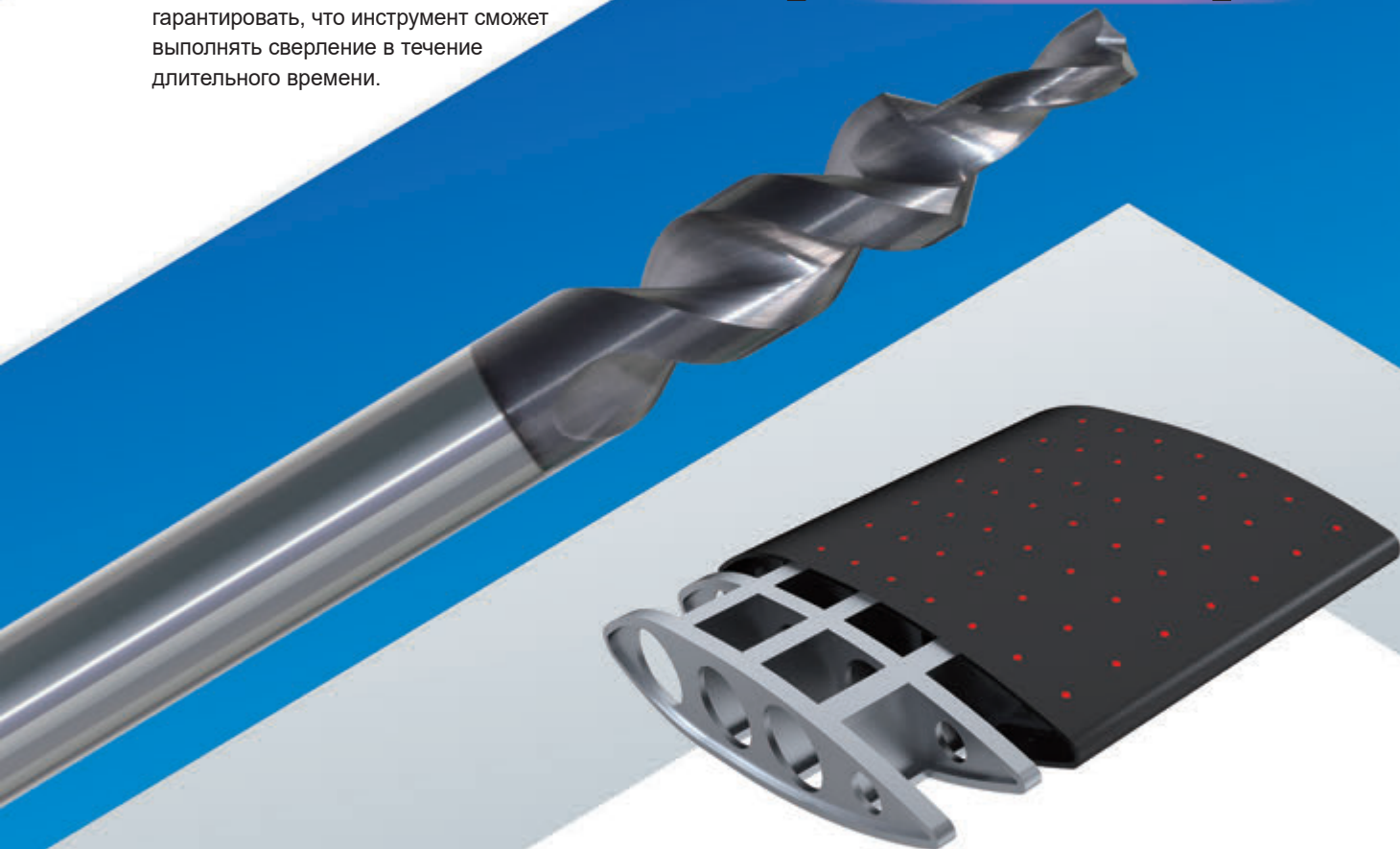


Самоцентрирующий наконечник сверла в форме свечи позволяет эффективно предотвращать такие дефекты, как расслоение материала, разрывы или заусенцы.

Усиленная конструкция ступенчатого заднего угла обеспечивает остроту режущей кромки и точность ступенчатого формирования контура.

Высокопрочная матрица может гарантировать, что инструмент сможет выполнять сверление в течение длительного времени.

## Инструмент для сверления и снятия фасок



### Пример применения



Материал заготовки:

композитный материал + алюминиевый сплав

Спецификация инструмента:  $\varnothing 4.12 \times 10^* \varnothing 8 \times 80$

Режимы резания:  $S=4000r/min$ ,  $F=600mm/min$

Способ обработки: Автоматический сверлильный станок

СОЖ: Охлаждение эмульсией

Требования к обработке: На выходе и входе зенковки нет заусенцев и отслоений.

Количество обработанных тверстей  
(количество отверстий)



## Сверление



- Новая конструкция вершины сверла в сочетании со стружколомом делает режущую кромку более острой, эффективно предотвращает образование заусенцев на выходе из отверстия и улучшает качество обрабатываемых отверстий.
- Задний угол оптимизирован для снижения трения и повышения износостойкости и стойкости режущей кромки к сколам.
- Специальная конструкция канавок обеспечивает жесткость инструмента и облегчает удаление порошкового волокна.
- Благодаря алмазному покрытию значительно повышается стойкость инструмента.

### Спиральное сверло с двойным углом при вершине







### Кинжальное сверло

- Оптимизированная режущая кромка снижает трение и обладает лучшим центрированием и износостойкостью.
- Специальная конструкция вершины сверла обеспечивает низкое усилие резания, эффективно предотвращает образование заусенцев на выходе из отверстия и улучшает качество обрабатываемых отверстий.
- Благодаря алмазному покрытию значительно повышается стойкость инструмента.

#### Пример применения

Обрабатываемый материал: CFRP  
 Глубина сверления: 10mm(Сквозное отверстие)  
 Спецификация инструмента: CP-HD-0600  
 Режимы резания: S=5300r/min, f=0.045mm/r  
 СОЖ: Обработка без СОЖ

Вывод: Износостойкость сверл серии CP эквивалентна аналогичным изделиям компании А, но заусенцев и дефектов отрыва на выходе из обработанных отверстий значительно меньше, чем у аналогичных инструментов компании А.

Тестируемый инструмент	Сравнение заусенцев на выходе из отверстия		Сравнение износа режущей кромки после обработки 960 отверстий	
	Обработка 640 отверстий	Обработка 960 отверстий	Износ	величина износа
CP-HD-0600				0.145mm
Аналогичные инструменты компании А				0.147mm



## Сверление



Сборка авиационных деталей играет важную роль в процессе производства самолетов. Соединение заклепками является наиболее часто используемым методом в процессе сборки самолетов, но существует много типов оборудования для обработки заклепок, таких как пятиосевые обрабатывающие центры, роботизированное оборудование для выполнения отверстий, автоматическое оборудование для выполнения отверстий и оборудование для сверления отверстий с автоматической подачей. Таким образом, существует два типа соединения: цилиндрический хвостовик и хвостовик с резьбой.

### Развертка сверло с направляющими

### Сверло с резьбовым хвостовиком



### Зенкерование



# Решения для шасси- Высоколегированная Сталь



## Фрезерование полостей



# VPM-4R

- Переменный угол наклона спирали значительно повышает виброустойчивость инструмента и эффективно уменьшает образование сколов инструмента.
- Использование сформованной структуры канавок не только обеспечивает жесткость инструмента, но и улучшает эффективность удаления стружки.
- Это позволяет реализовать разнообразие и универсальность методов обработки и особенно подходит для фрезерования высокопрочной стали.



### Пример применения



Спецификация инструмента: VPM-4R-D20.0R3.0  
 Станок: MIKRON UCP1000  
 Обрабатываемый материал: высоколегированная сталь  
 Режимы резания:  $S=1250r/min$ ,  $F=300\sim400mm/min$ ,  
 $ap=15\sim30mm$ ,  $ae=1\sim2mm$   
 СОЖ: охлаждение эмульсией  
 Технический результат обработки: Гарантия качества поверхности и точности размеров деталей, а также времени использования инструмента.

Время обработки (min)



## Фрезерование профильное

# PMX-4B

- Антивибрационная конструкция с неравномерным шагом между зубьями и переменными углами наклона спирали в сочетании с новой конструкцией "U-образной канавки" учитывает как жесткость, так и эффективность удаления стружки.

- Новая технология градиентного покрытия значительно повышает ударопрочность и очень подходит для бокового фрезерования, фрезерования пазов и профилей в деталях из высоколегированной стали.

### Пример применения

Обрабатываемый материал:  
высоколегированная сталь  
Способ обработки: Профильное фрезерование  
Спецификация инструмента: PMX-4B  
Режимы резания:  $S=2800\text{r/min}$ ,  $F=675\text{mm/min}$ ,  
 $ap=4\text{mm}$   
СОЖ: Охлаждение эмульсией

Вывод: торцевые фрезы PMX значительно лучше инструментов конкурентов того же типа, а стойкость выше более чем на 15%, чем у инструментов конкурентов.

Время обработки (min)



## Сверление глубоких отверстий



### Серия ZDD

- Конструкция с направляющими обеспечивает превосходную concentricity и прямолинейность.
- При хороших условиях обработки допуск по диаметру отверстия может достигать IT9-IT10, а диаметр отверстия имеет высокую повторяемость.
- Шероховатость поверхности может достигать Ra3.2.

## Фрезерование плоскостей



### Серия FMIR

- Многофункциональная фреза с круглыми пластинами в диапазоне диаметров  $\varnothing 25\text{mm}$  -  $\varnothing 160\text{mm}$ , может использоваться для различных методов обработки, таких как обработка плоскостей, полостей, профилей, с врезанием под углом и по спирали.

Пластины RC \* NM, геометрия которых сочетает остроту и прочность режущей кромки, а в сочетании с недавно разработанными сплавами YBS подходят для различных условий фрезерования труднообрабатываемых материалов.

**ZHUZHOU CEMENTED CARBIDE  
CUTTING TOOLS CO., LTD.**

Адрес: Южная дорога Хуанхэ, Зона Тяньюань, Чжучжоу, провинция Хунань, Китай  
Почтовый индекс: 412007

Тел.: 0731-22882430 22889474 22889477 22889468  
22887814 22880853 22882725 22882431 22889486

22889425 22889485 22884403 22889483

Факс: 0731-22882721 22885420 22887878

Веб-сайт: <http://www.zccct.com/en>

Электронная почта: [export@zccct.com](mailto:export@zccct.com)

