

# Технологии ISCAR – ответ на жесткие требования аэрокосмической промышленности

## НА ПРИМЕРЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

За последние несколько лет компания ISCAR немало инвестировала в исследования и проектирование инструмента, позволяющего оптимизировать процесс обработки титановых сплавов и сплавов на никелевой основе. В результате были получены специальные инструментальные материалы и созданы технологии подачи СОЖ под высоким давлением, позволяющие более эффективно отводить тепло при изготовлении деталей авиационных двигателей.

Основными конструктивными элементами турбореактивного двигателя являются: компрессор, камера сгорания и турбина. Компрессор втягивает в двигатель воздух, сжимает его и направляет в камеру сгорания, где он смешивается с топливом и воспламеняется, в результате чего — расширяется, вращая турбину, которая расположена на одном валу с компрессором. После чего газоздушная масса через сопло с огромной скоростью выбрасывается в окружающее пространство, создавая реактивную тягу.

Детали компрессора изготавливаются преимущественно из титановых сплавов, а компоненты камеры сгорания и турбины – из жаропрочных сплавов на никелевой основе, таких как Inconel 718.

Разработанные специалистами ISCAR керамические инструментальные материалы — отличное решение для высокопроизводительной обработки титановых сплавов и сплавов на основе никеля со скоростью резания 200–400 метров в минуту!

### IW7

армированная вискерная керамика повышенной прочности, используется для черновой и полувыводной безударной обработки со скоростью, в 8–10 раз превышающей скорость обработки твердосплавным инструментом.

### IS25

упрочненный композиционный сплав с покрытием SiAlON, превосходный вариант для легкого прерывистого резания или обработки жаропрочных сплавов на никелевой основе без удара.

### IS35

упрочненный композиционный сплав с покрытием SiAlON, отличное решение как для ненагруженного, так и для тяжелого прерывистого резания жаропрочных сплавов на никелевой основе, а также титановых сплавов, для которых он был специально разработан.

Заготовка	Жаропрочные сплавы
Материал	
Твердость	
Режимы резания	
Сплав	IS35
Пластина	RNGN 120700
Скорость резания (Vc)	220 м/мин
Подача (f)	0,12 мм/об
Глубина резания (ap)	2 мм

### СПЛАВЫ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

Механические свойства жаропрочных сплавов на никелевой основе соответствуют жестким требованиям, предъявляемым к материалам, из которых производятся детали для аэрокосмической промышленности. Высокие значения пределов прочности, текучести и усталости, а также превосходная стойкость к коррозии и окислению даже под действием высоких температур позволяют применять данные сплавы при высоких нагрузках и в очень широком температурном диапазоне.

В аэрокосмической промышленности более 80 % деталей и узлов изготавливается из жаропрочных сплавов. Это подвижные и неподвижные элементы реактивных двигателей: блиски, лопасти, обечайки корпуса, опоры подшип-



ников, топливные насосы и т. д. Жаропрочные сплавы на никелевой основе содержат 35–75% Ni и 15–22% Cr. На них приходится около 30 % от общей потребности в материалах, используемых при производстве двигателей самолетов и космических аппаратов.

Обработка сплавов данного типа достаточно сложна. В зоне резания развиваются чрезвычайно высокие усилия и существенно поднимается температура из-за большого напряжения сдвига и низкой теплопроводности жаропрочных сплавов. В результате молекулярного схватывания обрабатываемого сплава с материалом режущего инструмента происходит налипание стружки, вызывая быстрый износ его кромки, ограничение скорости резания и сокращение срока его эксплуатации. Данные нежелательные факторы приводят к снижению скорости съема металла и уменьшению срока службы инструмента, а в результате – к высоким затратам на выпуск единицы продукции.

### ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Детали из титановых сплавов широко используются в современных аэрокосмических летательных аппаратах благодаря исключительному соотношению его прочности и удельного веса, а также великолепной коррозионной стойкости.

Титановые сплавы, которые содержат 86–99,5% Ti и 5–8% Al, химически инертны в любой среде и характеризуются высокой удельной прочностью. Около 25–30% от общего веса реактивных двигателей приходится на детали из титана, которые в основном расположены в компрессоре. Высокая эффективность авиационных двигателей достигается за счет производства из титана таких

### IC806

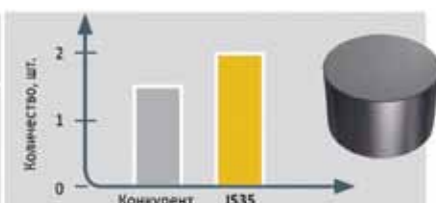
твердый сплав с прочной субмикронной основой и покрытием TiAlN PVD. Уникальное покрытие пластин повышает их характеристики, способствующие улучшению качества обработки деталей из титановых сплавов и сплавов на никелевой основе.

### IC804

твердый сплав с прочной субмикронной основой и покрытием TiAlN PVD, созданный специально для обработки твердых (40–47 HRC) и жаропрочных сплавов на никелевой основе, из которых изготавливаются детали реактивного двигателя

### IC20

твердый сплав без покрытия, который рекомендуется для обработки алюминия и титана. Он обеспечивает высокую производительность и используется в основном для прерывистого резания.



Команда ISCAR предлагает не только широкий выбор высокотехнологичных инструментальных сплавов, но и разрабатывает, постоянно совершенствуя, эффективную форму режущих кромок инструмента, предназначенного для использования в авиационной

компонентов, как лопатки, роторы, диски, ступицы, а также элементы воздухозаборника. Превосходные механические свойства и малый вес титана позволяют авиационным инженерам проектировать самолеты с более высокими летно-техническими характеристиками, противостоять экстремальным условиям окружающей среды. Но, в то же время, титан – чрезвычайно сложно и дорого обрабатывать методом резания.

Относительно высокая жаропрочность и низкая теплопроводность титана не позволяют вместе со стружкой отводить тепло из зоны резания, поэтому в результате перегрева режущей кромки происходит её деформация и быстрый износ.

Титановые сплавы сохраняют прочность даже при высокой температуре, в результате чего пластическая деформация инструмента приводит к образованию глубоких проточин на обрабаты-

мой поверхности. Молекулярное схватывание, которое происходит между титановым сплавом и материалом инструмента, приводит к наростообразованию на режущих кромках и проблемам со стружкодроблением.

За последние несколько лет компания ISCAR немало инвестировала в исследования и разработки, чтобы оптимизировать процесс обработки титановых сплавов и сплавов на никелевой основе. В результате этого команда разработчиков ISCAR представила на рынке металлорежущего инструмента специальные сплавы, хорошо справляющиеся с вышеописанными трудностями, а также технологии подачи СОЖ под высоким давлением, которые позволяют более эффективно отводить тепло.

Разработанные специалистами ISCAR керамические инструментальные материалы – отличное решение для высокопроизводительной обра-

ботки титановых сплавов и сплавов на основе никеля со скоростью резания 200–400 м/мин!

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ISCAR

Обработка диска лопаточного венца турбины также представляет собой серьезную техническую задачу. Лопаточный венец может быть отлит целиком или представлять собой сварную конструкцию из лопаток и диска. Любое исполнение требует особой технологии обработки.

Повышение температуры в зоне резания при обработке жаропрочных материалов рано или поздно приводит к повреждению пластин. Они деформируются или в них появляются проточины, теряется точность формы. Но даже если удастся подобрать оптимальный стружколом, а также сплав для режущей пластины и режим резания, без достаточного охлаждения всё же не удастся добиться раскрытия полного потенциала данной технологии.

Производство деталей и узлов для аэрокосмической промышленности постоянно нуждается в технических решениях, позволяющих снижать их трудоемкость и себестоимость. Но при этом качество и срок службы производимых деталей не может подвергаться риску и представляет собой серьезный вызов для всех участников рынка. Современный инструмент ISCAR позволяет производителям реактивных двигателей использовать наиболее эффективные материалы, минимизировать расходы и увеличивать прибыль.

### Инструмент с подводом охлаждающей жидкости под высоким давлением

Подача СОЖ под высоким давлением в зону резания способствует повышению производительности и улучшает стружкообразование, особенно при обработке титана и сплавов на никелевой основе.

Когда поток жидкости подается точно в зону резания, эвакуация стружки происходит более эффективно. ISCAR одним из первых разработал серию инструмента, оснащенного системой охлаждения зоны резания под высоким давлением, для понижения температуры во время обработки и улучшенного контроля над стружкообразованием.

