

Инструмент для обработки деталей аэрокосмического назначения

В процессе изготовления деталей, используемых для производства летательных аппаратов, возникает немало задач, но самые сложные, как правило, связаны с обрабатываемостью материалов. Механическая обработка является одним из узких мест во всей технологической цепочке производства самолетов. Именно характер резания труднообрабатываемых материалов – титана, жаропрочных сталей и термостойких суперсплавов (HTSA) – используемых в аэрокосмической промышленности, определяет функциональность применяемого режущего инструмента и существующий уровень производительности.

По правде говоря, режущий инструмент в своем развитии отстает от станков, и это ограничивает возможности современного оборудования при обработке деталей для авиакосмической индустрии. Алюминиевые сплавы широко используются в авиастроении. Может показаться, что обработка алюминия проста, но только выбор правильного режущего инструмента позволяет эффективно изготавливать из него детали. Большинство компонентов авиационных двигателей имеют сложную форму, работают в высококоррозионной среде, поэтому для беспроблемной эксплуатации изготавливаются из труднообрабатываемых материалов, таких как титан и сплавы HTSA. Сочетание сложной формы, низкой обрабатываемости и высоких требований к точности вызывает наибольшую трудность при производстве таких изделий. Многоосевые обрабатывающие центры позволяют использовать различные стратегии удаления стружки для более эффективной обработки деталей аэрокосмического назначения. Но режущий инструмент, который находится в прямом контакте с деталью, оказывает определяющее влияние на успешное решение задачи,

поскольку его интенсивный износ влияет на точность поверхности, а его непредсказуемая поломка может привести к браку всей детали.

Усовершенствованные многофункциональные станки, токарные станки швейцарского типа и токарные станки с приводным инструментом коренным образом изменили принципы производства малогабаритных деталей, предназначенных для различных гидравлических и пневматических систем, приводов и компонентов, используемых в летательных аппаратах. При этом аэрокосмическая промышленность требует всё большего разнообразия режущего инструмента, разработанного специально для данного оборудования и позволяющего максимально эффективно обрабатывать детали.

Режущий инструмент – самый маленький элемент производственной системы – становится ключевым звеном в вопросе значительного повышения производительности. Поэтому, как авиастроители, так и станкостроители ждут от его разработчиков инновационных решений.

Цели очевидны: повышение производительности и увеличение срока службы инструмента. Обработка стандартных деталей сложной формы для аэрокосмической техники и крупногабаритных элементов фюзеляжа требует предсказуемого срока службы инструмента для планирования технологических процессов и его своевременной замены.

Производитель режущего инструмента имеет ограниченный выбор решений для его совершенствования и может только: выбирать материал, изменять конструкцию и форму. Однако, несмотря на такой ограниченный выбор, разработчики продолжают прилагать все усилия для создания нового поколения инструментов, отвечающих растущим требованиям аэрокосмической промышленности. COVID-19 серьезно замедлил развитие отрасли, но от этого актуальность задач не снижается.

Новейшие разработки инструмента являются убедительным свидетельством того, что его производитель откликается на запросы авиакосмической отрасли.

ПОДАЧА СОЖ

При обработке титана, HTSA и жаропрочной стали охлаждение под высоким давлением (HPC) является эффективным способом повышения производительности. Точечная подача СОЖ по технологии HPC значительно снижает температуру на режущей кромке, обеспечивая лучшее стружкообразование и формируя мелкую сегментированную стружку.

Это способствует более высоким режимам резания и увеличению срока службы инструмента по сравнению с традиционными методами охлаждения.

Более интенсивное использование высокопроизводительного резания труднообрабатываемых материалов является явной тенденцией при изготовлении компонентов для аэрокосмической промышленности. Понятно, что высокопроизводительная обработка является важнейшим направлением развития инструментальной промышленности.

ISCAR, как один из лидеров в производстве режущего инструмента, предлагает широкий ассортимент продукции для обработки с использованием HPC. В прошлом году компания расширила ассортимент своей продукции, представив новые фрезы: HELI200 и HELIMILL, оснащенные сменными пластинами с двумя режущими кромками (рис. 1). Этот шаг открывает новую страницу истории ISCAR.

В 1990-х годах компания ISCAR представила специалистам HELIMILL – семейство фрезерных инструментов, оснащенных сменными пластинами со спиральной режущей кромкой. Благодаря постоянным переднему и заднему углам на режущей кромке фреза плавно и легко врезается в материал, способствуя значительному снижению энергопотребления. Конструкция HELIMILL



Рис. 1. Фрезы ISCAR HELI200 и HELIMILL, оснащенные сменными пластинами с двумя режущими кромками



Рис. 2. Внутренняя подача охлаждающей жидкости непосредственно к режущей кромке

стала общепринятой для фрез со сменными пластинами, предназначенными для обработки под углом 90°.

Со временем фрезы HELIMILL были модифицированы, их конструкция претерпела изменение, появились новые семейства фрез и пластин с большим количеством режущих кромок. Превосходная производительность и близкие к оригинальным модификации инструмента обеспечили им феноменальную популярность у металлообработчиков. Таким образом, расширение проверенного семейства фрез HELIMILL, позволяющего повысить производительность, стало прямым ответом на потребности клиентов и очередной серией инструмента, которую необходимо было разработать.

Компания ISCAR значительно расширила линейку предназначенного для токарной обработки сборного модульного инструмента, состоящего из стержней, сменных головок и сменных пластин. Благодаря шлицевому соединению его можно комбинировать, используя широкий диапазон головок с пластинами различной формы, включая резьбовые и стандартные токарные пластины ISO для разных областей применения и большей гибкости.

Стержни имеют как традиционную, так и антивибрационную конструкцию и могут иметь цилиндрический или многоугольный конический хвостовик.

Общей особенностью инструмента является внутренняя подача охлаждающей жидкости непосредственно к режущей кромке пластины (рис. 2). В зависимости от диаметра инструмента с цилиндрическим хвостовиком охлаждающая жидкость подается под давлением от 30 до 70 бар, в то время как через инструмент с многоугольным коническим хвостовиком – под давлением до 300 бар. Эффективное распределение охлаждающей жидкости увеличивает срок службы пластин благодаря снижению температуры и улучшению дробления и удаления стружки, существенно расширяя область их применения в аэрокосмической промышленности.

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ В КОМПОЗИТАХ

Обработка композитов содержит различные ловушки и подводные камни. Высокая абразивность этих материалов сокращает срок службы инструмента и снижает его производительность. Сверление является наиболее распространенной операцией обработки композитов, поэтому даже небольшое улучшение функциональности инструмента имеет ключевое значение.

Компания ISCAR разработала ряд новых сверл, специально предназначенных для композитных материалов. Для повышения стойкости их режущая часть изготовлена из сверхтвердого поликристаллического алмаза (PCD) или с нанесением алмазного покрытия. В зависимости от диаметра сверла режущая кромка в обоих случаях может перетачиваться до пяти раз.

Твердосплавные сверла с алмазным CVD-покрытием привлекательны оригинальной формой своей режущей поверхности.

При обработке композиционных материалов инструмент сильно вибриру-

ет, что ухудшает качество и скорость резания. Режущая кромка волнистой формы не рас-слаивает материал и не образует заусенец, особенно при сверлении пластмасс, армированных углеродным волокном (CFRP), и углеродных ламинатов.

Помимо композитных материалов, сверла с алмазным покрытием подходят для обработки и других высокоабразивных материалов. При необходимости они могут поставляться со специальными отверстиями под СОЖ.

Сверление глубоких отверстий малого диаметра – стандартная операция при производстве изделий, предназначенных для аэрокосмической промышленности. Новые твердосплавные сверла ISCAR диаметром от 3 до 10 мм (рис. 3) используются именно для этого.

Сочетание геометрии точки разделения полированных канавок при вершине сверла, многослойного покрытия и отверстий для подачи СОЖ позволяет эффективно сверлить отверстия глубиной до 50 диаметров за один проход в жаропрочных аустенитных сталях и сплавах на основе железа. При этом обработка возможна даже в труднодоступных местах.

ДЛЯ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ

Поверхность рабочих колес и роторов с неразъемным соединением лопаток (*integrally bladed rotors – IBR*) с дисками турбин и компрессоров авиационных двигателей имеют сложную форму, которая определяется аэродинамическими требованиями. Новые конструкции, предназначенные для повышения эффективности авиационных двигателей, еще больше усложняют ситуацию. Развитие технологий привело к появлению новых методов производства деталей, в частности 3D-печати. Однако механическая обработка пока остается



Рис. 3. Твердосплавные сверла ISCAR диаметром от 3 до 10 мм

ся наиболее распространенным методом окончательного формообразования при производстве геометрически сложных компонентов летательных аппаратов. Прогресс в области 5-осевой обработки и систем проектирования CAD/CAM обогатил портфель решений производителя для преодоления трудностей при производстве изделий.

Бочкообразные фрезы перспективны при 5-осевой обработке деталей аэрокосмической отрасли со сложной поверхностью, поэтому компания ISCAR разработала новую серию данного инструмента диаметром от 8 до 16 мм в двух вариантах: твердосплавные концевые фрезы и сменные головки с резьбовым соединением MULTI-MASTER.

Внедрение этой разработки в технологические процессы дает большой импульс для интенсификации производства.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ МНОГОЗАДАЧНОСТЬ

Эффективность удаления стружки на компактных многофункциональных станках и токарных станках швейцарского типа во многом зависит от правильного выбора инструмента. Повышение производительности требует максимальной жесткости крепления инструмента и его минимального вылета.

Недавно компания ISCAR представила новое семейство держателей для линейки инструмента NEOCOLLET, которые являются альтернативой пружинным цангам.

Конический хвостовик одного из типичных держателей этого семейства позволяет установить его непосредственно в цанговый патрон (рис. 4), обеспечивая жесткое и надежное соединение для повышения производительности.

Новое семейство держателей предназначено для сменных твердосплавных пазовых и торцевых фрезерных головок ISCAR T-SLOT.

Как уже упоминалось, охлаждение под высоким давлением может существенно изменить результаты обработки, особенно когда речь идет о титане, HTSA и трудно-обрабатываемой нержавеющей стали – основных материалов, используемых для производства гидравлических и пневматических систем самолетов и небольших деталей. Новый токарный инструмент с хвостовиком квадратного сечения и надежным винтовым зажимным механизмом для пластины ромбической формы с углом в плане 55° упрощает выполнение высокопроизводительных операций продольного, торцевого и профильного точения деталей малого диаметра (рис. 5).

Приведенные примеры демонстрируют эффективные решения произво-



Рис. 5. Державка ISCAR с надежным винтовым зажимом пластины ромбической формы

дителя инструмента, отвечающие новым требованиям аэрокосмической промышленности. Замедление развития отрасли и сокращение производства самолетов из-за COVID-19 не уменьшило внимание производителей инструмента к потребностям своих клиентов. Напротив, был разработан новый прогрессивный режущий инструмент, и ISCAR успешно найдет свое новое и модернизированное применение в восстановленном производстве самолетов завтрашнего дня.

Андрей Петрилин,

Главный инженер
компании ISCAR



Рис. 4. Новые цанги Solid ER с отверстиями для охлаждающей жидкости в диапазоне размеров ER16, ER20, ER25, ER32 и ER40. Позволяют устанавливать твердосплавные фрезерные головки T-SLOT, T-FACE и T-GEAR