

Специалисты компании Walter делятся опытом в обработке титановых сплавов

Время обрабатывать титан!

Наступила эпоха титановых сплавов. Низкая плотность, высокая прочность и хорошая коррозионная стойкость – основные свойства, которые обуславливают их привлекательность. Эти выгоды потребителя напрямую связаны с проблемами для производителя. Но современные инструменты, адаптированные к сложным условиям обработки, справятся даже со «строптивыми» титановыми сплавами.

Специалисты авиастроительных компаний считают, что общий вес «летающего» титана в ближайшем будущем увеличится в два раза. Содержание титановых сплавов в новых пассажирских авиалайнерах, таких как Boeing Dreamliner или Airbus A350 XWB, составляет примерно 15–20 %, тогда как их доля в реактивных самолетах современного поколения не превышает 7 %. Впрочем, увеличение количества титановых деталей – это только одна сторона вопроса, другой является массовое распространение современных сплавов. Наряду с традиционным сплавом для авиастроения **Ti6Al4V**, все большее значение приобретает новый титановый сплав **Ti5553** (Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr). Основным преимуществом этого инновационного материала является его высокая жаропрочность. Первые детали из Титана «пять-пять-пять три», как его называют специалисты, уже обрабатываются, но потребуется некоторое время для расширения области применения в мире. В аэрокосмической промышленности внедрение любых нововведений требует времени, так как любому изменению предшествуют обширные лабораторные исследования и процедуры сертификации.

То, что дискуссия по применению титановых сплавов сразу же коснулась аэрокосмической промышленности, не удивительно, если вспомнить о том, что около 80 % титановой продукции находит применение именно в этой области. Для изготовления большинства деталей требуется выполнение большого объема работ по обработке резанием. Это связано с конструктивными требова-

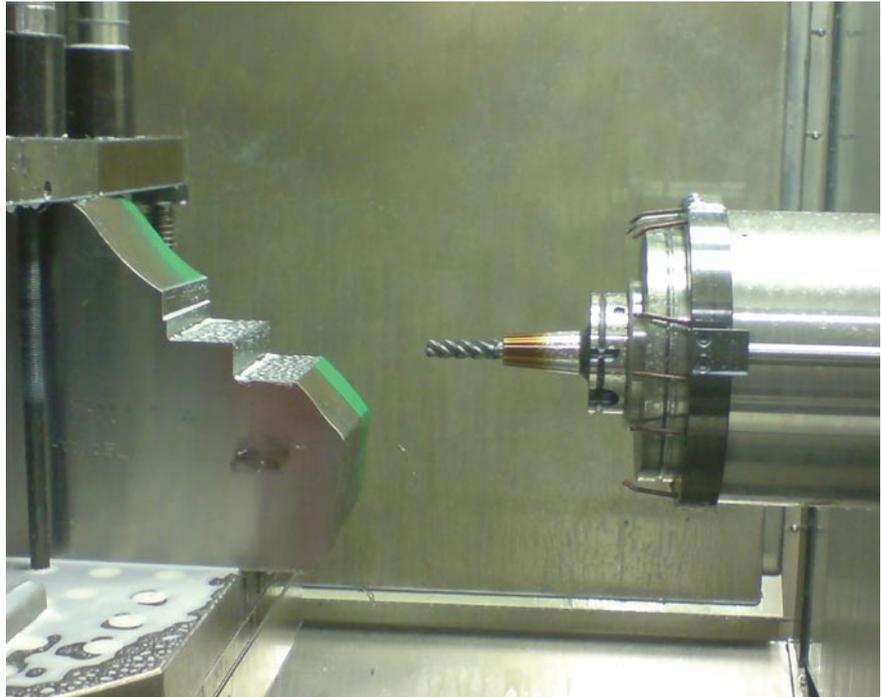


Рис. 1. Испытание: обработка детали из титанового сплава Ti5553 в Технологическом центре компании Walter, г. Тюбинген. Инструмент: твердосплавная фреза Protostar® Ti40 Walter Prototur диаметром D=16 мм с числом зубьев Z=4.

ниями к типовым деталям. Готовые детали отличаются чрезвычайно сложной формой; наиболее распространенной технологической операцией является фрезерование глубоких выемок или карманов. К числу отраслей, в которых широко применяется титан, относится также автомобилестроение, медицинская и химическая промышленность. В медицине для изготовления имплантатов суставов используется и традиционный для авиастроения сплав **Ti6Al4V**. Этот материал не только подходит для авиационного производства, но и обладает хорошей совместимостью с тканями организма человека.

Существуют три проблемы при обработке титановых сплавов резанием: крайне низкая теплопроводность (Ti6Al4V = 7,56 Вт/мК; сталь 45 = 51,9 Вт/мК), сравнительно малый

модуль упругости (Ti6Al4V = 110 кН/мм²; сталь 45 = 210 кН/мм²) и ярко выраженная тенденция к наростообразованию на передней поверхности инструмента. Тепло, выделяемое в процессе резания, в основном отводится в режущую кромку, а не в стружку, как при обработке стали. Поскольку припуск на обработку невелик, то высокие термические и механические нагрузки действуют на небольшой участок режущей кромки. Эти особенности делают необходимым применение смазочно-охлаждающей жидкости при обработке титановых сплавов. Малый модуль упругости способствует быстрому возникновению вибраций, а наростообразование на передней поверхности инструмента усугубляет этот эффект. В результате приходится значительно снижать скорость резания.

Ti5553: «Крепкий орешек»

Новый титановый сплав Ti5553 не решает, а добавляет новые проблемы технологам. Если Ti6Al4V является α - β -сплавом со сбалансированным соотношением микроструктур (α -гексагональная структура, β – объемноцентрированная кубическая структура), то Ti5553 отличается высокой долей β -структуры и считается близким к β -сплавам. Это и позволяет материалу выдерживать высокие температуры, однако снижает обрабатываемость резанием. При 430 градусах Цельсия прочность сплава Ti5553 составляет около 900 Н/мм². Тенденция к наростообразованию на передней поверхности инструмента усиливается содержание β -структуры.

Главный конструктор осевых инструментов компании Walter AG Йозеф Гисслер, отмечает: «Профессиональная обработка титановых сплавов резанием требует применения оптимизированных инструментов». Например, рекомендуется применять твердосплавные монолитные инструменты в диапазоне диаметров до 20–25 мм. Конструктор добавляет: «Конструкция инструментов должна быть разработана с учетом особенностей обработки и минимизировать вероятность возникновения вибраций, а также уменьшить тенденцию к наростообразованию. Становится актуальным, так называемый, «безвибрационный дизайн инструмента». Требуемые характеристики достигаются благодаря особым конструкторским решени-

ям, геометрии заточки и специальной обработки поверхностей инструмента. Свою эффективность доказали такие решения, как неравномерный шаг зубьев и узкие опорные фаски с нулевым задним углом на режущей кромке. Полированная передняя поверхность режущего инструмента обеспечивает оптимальный сход стружки. Вместо традиционных покрытий на основе нитрида титана для монолитных твердосплавных инструментов используются покрытия на базе AlCrN. Не менее важным решением является внутренний подвод смазочно-охлаждающей жидкости, обеспечивающий максимально эффективный отвод тепла от режущей кромки при выполнении черновых операций.

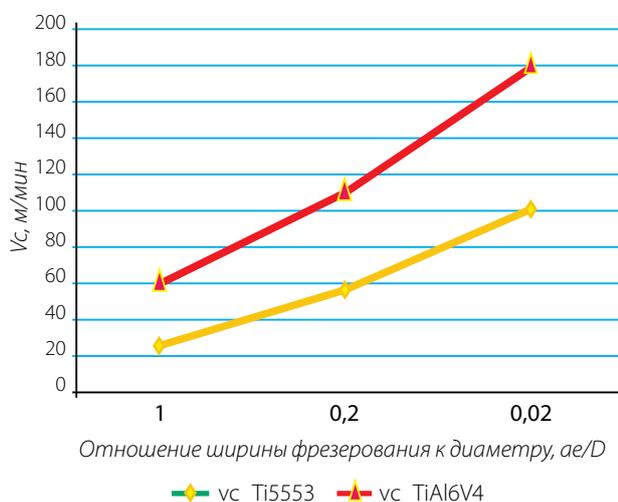
Всеми этими качествами обладают монолитные твердосплавные концевые фрезы Duo Protostar[®] Ti40/Ti45, выпускаемые под торговой маркой Walter Prototyp. Ti40 – это фреза для черновой обработки с каналами для СОЖ, Ti45 – фреза для чистовой обработки. С разработкой фрез Ti40 в 2007 году открылась новая эра в обработке титана резанием. Совместный проект, реализованный в сотрудничестве с концерном Airbus, продемонстрировал эффективность нового решения. При черновой обработке титанового сплава Ti6Al4V фрезой Ti40 был увеличен удельный съем материала почти в два раза: раньше максимальное значение показателя удельного съема материала составляло всего 80 см³/мин (скорость резания



Рис. 3. Йозеф Гисслер, главный конструктор осевых инструментов компании Walter: «Для профессиональной обработки титановых сплавов резанием требуются оптимизированные инструменты».

$V_c = 25$ м/мин) при обработке фрезами диаметром 32 мм из быстрорежущей стали HSS-E. Такого объема концерн Airbus достиг в середине 90-х годов, и с тех пор рост остановился - долгое время не удавалось сделать ни одного шага в сторону повышения производительности. Разработка нового поколения монолитных твердосплавных инструментов позволило совершить большой прорыв, увеличив удельный съем материала до 160–200 см³/мин (при скорости резания $V_c=50$ –60 м/мин) при обработке фрезами диаметром 25 мм. Стало очевидно, что предел достигнут возможностей концевых фрез из быстрорежущей стали HSS, поэтому для

Зависимость скорости резания от f (ae/D)



Процентное соотношение скоростей резания при обработке титановых сплавов Ti6Al4V и Ti5553

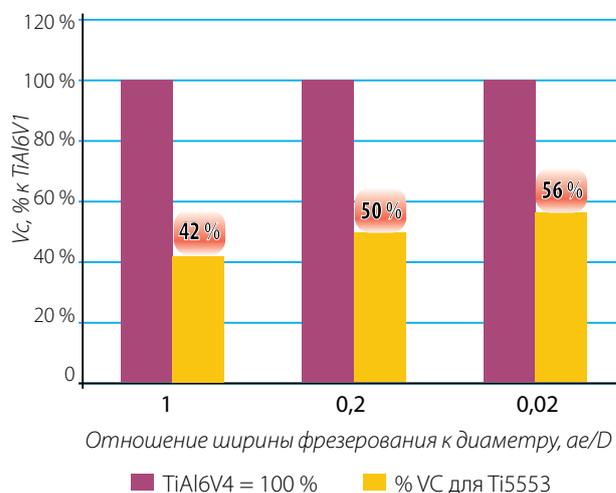


Рис. 2а, 2б. Сравнительный анализ скоростей резания при обработке титановых сплавов Ti6Al4V и Ti5553. Для обработки титанового сплава Ti5553 требуется уменьшить скорость резания на 50%.



Рис. 4. Зигфрид Бонет, специалист подразделения компании Walter, отвечающего за разработку инструментов со сменными пластинами: «Пластина TigerTec® WSP45 с покрытием PVD – это оптимальный инструмент для обработки титанового сплава Ti5553 благодаря высокому запасу прочности».

повышения показателей требуются абсолютно новые концепции. Совершить прорыв в этом направлении позволила разработка новых инструментов, пригодных для обработки титана. «Монолитные твердосплавные фрезы новейшего поколения – Ti40/Ti45 – изготавливаются из твердого сплава, обладающего высокой прочностью и низкой чувствительностью к вибрациям. Этот сплав появился несколько лет назад», – подчеркивает Йозеф Гисслер.

В ходе дальнейших испытаний в собственном Технологическом центре специалисты компании Walter продолжили изучение возможностей применения нового поколения монолитных твердосплавных инструментов. Теперь их целью стала обработка сплава Ti5553. Для проведения испытания использовались заготовки прочностью 1400 Н/мм² (с твердостью по Бринеллю HB430) и фреза Protostar® Ti40 диаметром 16 мм с числом зубьев z = 4. Как и ожидалось, режимы резания пришлось значительно

но снизить по сравнению с Ti6Al4V. Для различных операций при обработке фрезой диаметром 16 мм были получены следующие оптимальные значения:

1. Фрезерование пазов (ширина фрезерования $a_e = 16$ мм, глубина резания $a_p = 8$ мм): скорость резания $V_c = 25$ м/мин, подача на зуб $f_z = 0,06$ мм
2. Фрезерование прямоугольных уступов (черновое) (ширина фрезерования $a_e = 4$ мм, глубина резания $a_p = 8$ мм): скорость резания $V_c = 50$ м/мин, подача на зуб $f_z = 0,08$ мм
3. Фрезерование прямоугольных уступов (чистовое) (ширина фрезерования $a_e = 0,3$ мм, глубина резания $a_p = 50$ мм): скорость резания $V_c = 100$ м/мин, подача на зуб $f_z = 0,12$ мм.

Результаты испытаний представлены на диаграмме [рис. 2 а, б]. Значения скорости резания при обработке титановых сплавов Ti6Al4V и Ti5553 указаны над соотношением ширины фрезерования к диаметру (a_e/D). Для обработки титанового сплава Ti5553 необходимо уменьшить скорость резания примерно на 50 %. При этом наблюдается следующая тенденция: при черновой обработке необходимо более существенное снижение скорости, чем при чистовой.

Инструменты с пластинами для удаления больших объемов материала

Для обработки крупных деталей и удаления большого объема материала требуются фрезы больших диаметров со сменными режущими пластинами. Тенденции в разработке сменных пластин в последние годы аналогичны тенденциям в конструировании монолитных твердосплавных инструментов. Основное внимание направлено на обработку труднообрабатываемых материалов. К их числу (группа ISO S) относятся также и титановые сплавы. «Флагманс-

кой» продукцией компании Walter являются пластины Tiger-Tec® с покрытием PVD на основе оксида алюминия. Они изготавливаются из двух марок твердых сплавов: WSM35 с высокой износостойкостью для благоприятных условий обработки и WSP45 с высокой прочностью для сложных условий обработки. «Пластины Tiger-Tec® из твердого сплава WSP45 с покрытием PVD – это оптимальный инструментальный материал для обработки титанового сплава Ti5553, обладающий необходимым запасом прочности», поясняет Зигфрид Бонет, специалист подразделения компании Walter, отвечающего за разработку инструментов со сменными режущими пластинами.

Разработка пластин Tiger с покрытием PVD положила начало еще одному проекту, задачей которого стала оптимизация режущей геометрии инструментов под задачи аэрокосмической промышленности. В результате была создана новая геометрия G77, специально предназначенная для обработки титановых сплавов, отличающаяся большим передним углом в 20 градусов и особой микрогеометрией. Зигфрид Бонет подводит итоги проекта: «Конструкторам удалось найти решение, объединившее в себе несколько технологий: пластины Tiger-Tec®, покрытие PVD, оптимизированная геометрия и специальная форма режущей кромки». Первыми с данной геометрией изготовлены пластины формы ADGT (концевые и длиннокрючковые фрезы) и RO.X (фрезы с круглыми пластинами). Компании Walter в очередной раз удалось создать инновационное решение для аэрокосмической промышленности (обработки титановых сплавов), объединившее все уникальные характеристики и удовлетворяющее современному уровню развития техники.

Для получения более подробной информации обратитесь к представителю компании Walter в Вашем регионе.



Официальное представительство WALTER AG в России:

ООО «Вальтер»

191124, Россия, г. Санкт-Петербург, Синопская наб., 50 лит А

Тел.: +7 (812) 334 54 56, Факс: +7 (812) 334 54 92

E-mail: service.ru@walter-tools.com • www.walter-tools.com

04 / 2011 • Издательство: «ИТО» • e-mail: ito@ito-news.ru



Уважаемые читатели!

Предлагаем Вам подписаться
на «Комплект: ИТО»
на первое полугодие 2013 года

Подписаться можно в любом почтовом отделении

по объединенному каталогу

«ПРЕССА РОССИИ»

Цена на 6 месяцев – 2442 рублей!
(см. каталог <http://www.pressa-rf.ru/cat/1/indx/42049/>)

Цена на 12 месяцев – _____ рублей! (см. каталог)

индекс **42049**

Для оформления подписки в почтовом отделении можно вырезать и заполнить данную форму

Ф. СП-1		АБОНЕМЕНТ на газету 42049 журнал (индекс издания)									
«Комплект: ИТО»		Количество комплектов:									
на 2013 год по		месяц а м:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									
ПВ		место		ли-тер		ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА					
						на газету 42049 журнал (индекс издания)					
«Комплект: ИТО»											
Стои-мость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов							
	переадресовки	руб.	коп.								
на 2013 год по		месяц а м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									

ООО «Инструменты. Техно логия. Оборудование»
107023, РФ, Москва, ул. Б. Семеновская, д. 49, оф. 334
Тел./факс: +7 (095) 366-98-00, 369-57-08
e-mail: exp@ito-baza.ru; www.ito-news.ru

