

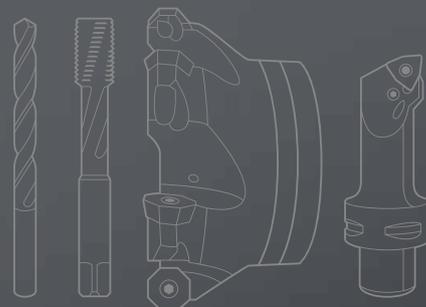
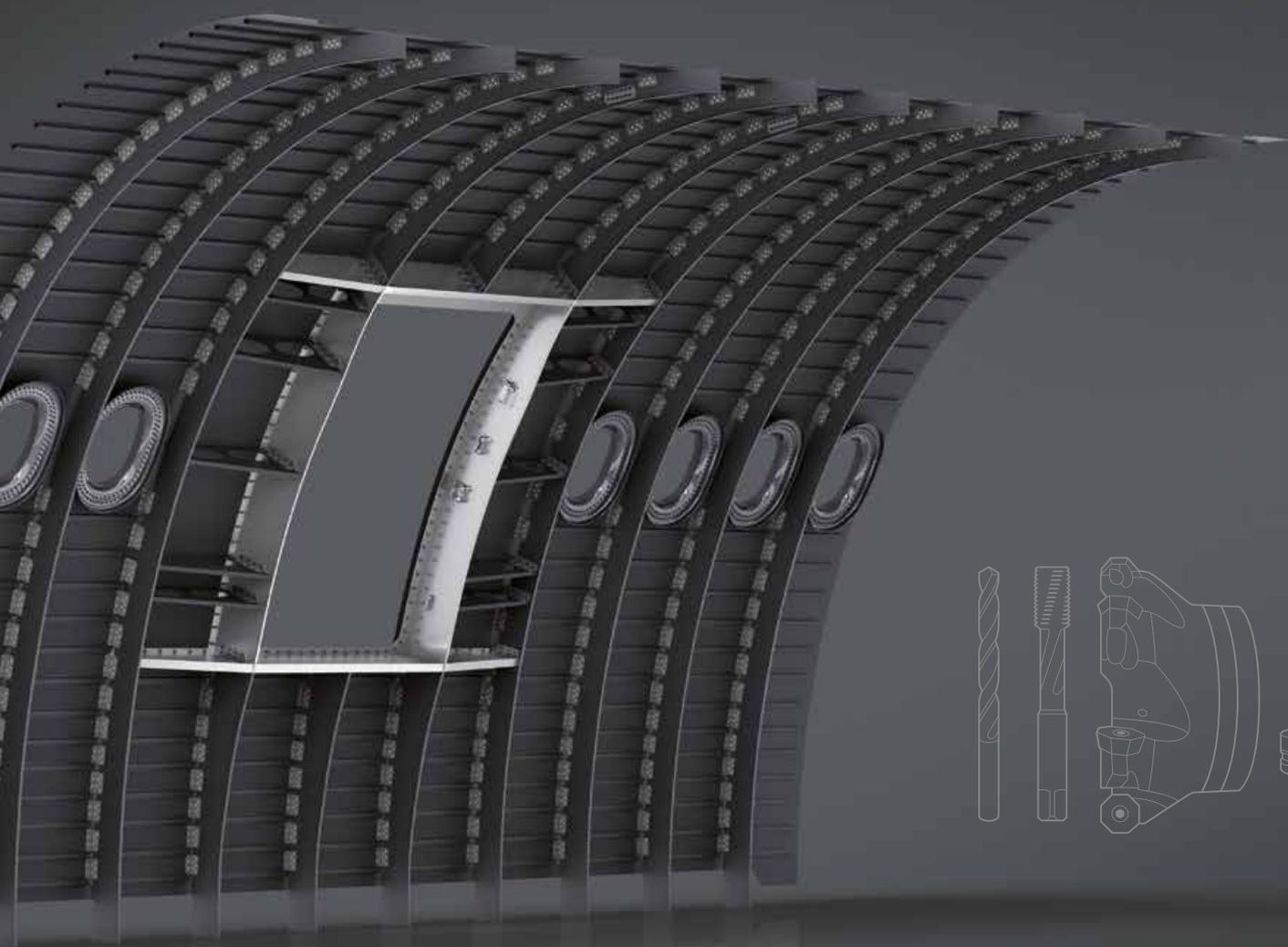


— КОМПЕТЕНЦИЯ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

Знание и опыт при обработке композитов

Специальные решения

Композитные материалы



ВЫСОКО- ТЕХНОЛОГИЧНАЯ ОБРАБОТКА.

Среди композитных материалов самым распространённым является пластик, армированный углеродными волокнами (CFRP). CFRP стал очень важным конструкционным материалом, когда требуется высокий предел прочности на разрыв и твёрдость, например, в автомобилестроении, при изготовлении спортивного оборудования или в аэрокосмической промышленности. Особые свойства CFRP, позволяющие совершать перелеты на более длинные дистанции и сокращающие потребление топлива, делают этот материал широко востребованным и в самолётостроении. Благодаря большой прочности композиты подходят для деталей фюзеляжа, работающих в условиях высокого давления. Превосходная коррозионная стойкость CFRP допускает повышенную влажность воздуха в салоне, что по достоинству отметят пассажиры прежде всего дальних рейсов. Кроме того, CFRP не требует особого обслуживания и ухода.

Однако обработка композитных материалов достаточно сложна. Здесь важно не допускать деламинации (расслоения), ворсистости (разорванные волокна) и образования заусенцев. Абразивные волокна исключают возможность обработки композитов обычными инструментами. Противоположные свойства материалов, входящих в состав композитов, таких как CFRP и титан, усложняют процесс обработки вследствие своих противоречивых свойств.

Как поставщик комплексных услуг с многолетним опытом работы мы предлагаем подходящие решения для обработки CFRP и материалов, подобных ему. Мы представляем ассортимент высокотехнологичных инструментов для обработки отверстий в композитах, используемых в аэрокосмической промышленности. Наши специалисты будут рады помочь Вам. Пожалуйста, свяжитесь с Вашим региональным представителем для получения подробной информации!



ТЕХНОЛОГИЯ PCD VEIN

Инструменты PCD Vein от Walter обеспечивают высокую скорость резания при обработке отверстий в углепластике и титане, а также отличаются исключительно точным

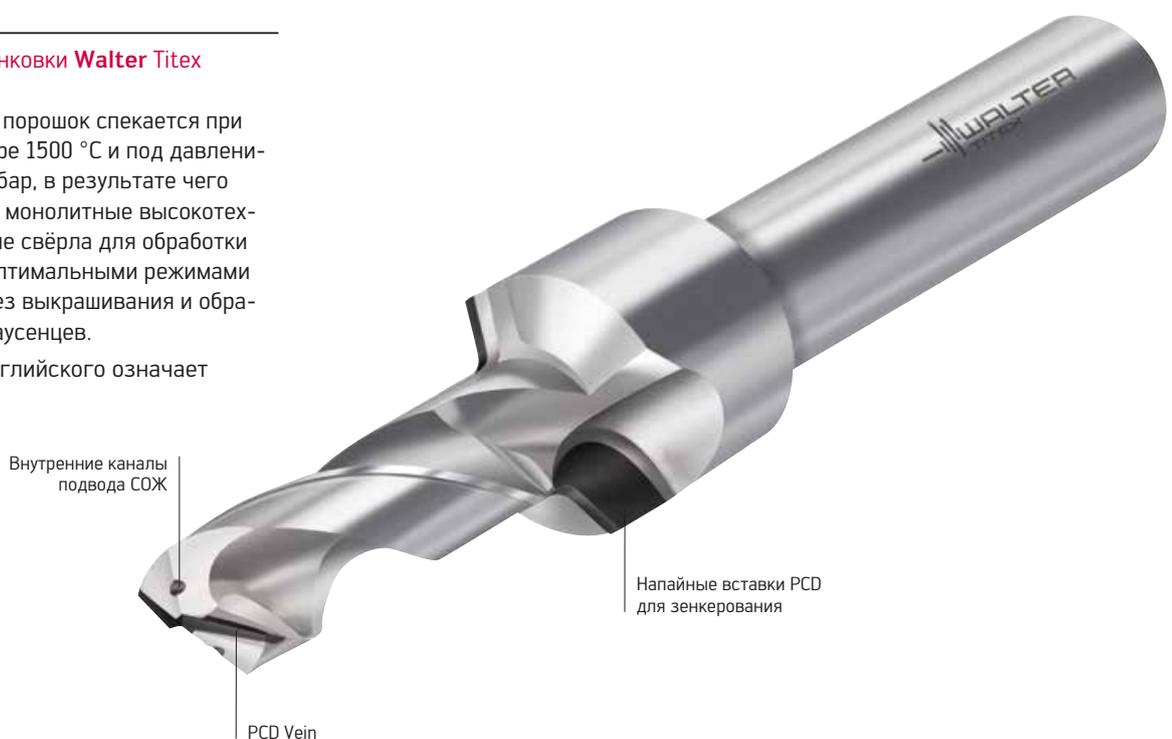
соблюдением заданных размеров наряду с минимальным износом. Твёрдосплавная вершина этих инструментов усилена вставкой PCD Vein, режущая геометрия которой

получается электроэрозионной обработкой с последующей финишной доводкой. Вот так изготавливают высокотехнологичные инструменты для сложных задач.

Сверла-зенковки Walter Titex PCD Vein*

Алмазный порошок спекается при температуре 1500 °С и под давлением 60 000 бар, в результате чего создаются монокристаллические высокотехнологичные сверла для обработки титана с оптимальными режимами резания без выкрашивания и образования заусенцев.

* Vein с английского означает «вена».



Угол при вершине AFT1P 130°

Геометрия для обработки пакетов из композитных материалов и металла. Исполнение для обработки титана дополнено каналами для внутреннего подвода СОЖ и охлаждения масляным туманом.

Переточка: 2–3 раза



Угол при вершине AF3P 125°/90°

Специальная геометрия для обработки материалов с однонаправленными волокнами и других композитных материалов с высокой тенденцией к расслаиванию. Может применяться для материалов с разнонаправленными или плетеными волокнами.

Переточка: 2–4 раза



AFE1P, форма E

Геометрия для обработки деталей из CFRP с криволинейной поверхностью, тонких заготовок и материалов из арамидного волокна. Может использоваться как альтернатива сверлу AF3P.

Переточка: 1–2 раза

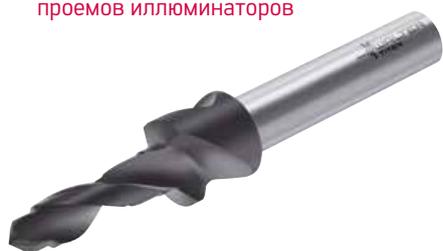
CFRP – ФЮЗЕЛЯЖ

Для обработки деталей фюзеляжа из CFRP используются сверлильно-клепальные автоматы ЧПУ, установки с гибкой портативной рельсовой системой позиционирования

(Flextrack) и промышленные роботы, а также сверлильные установки с постоянной подачей и ручные дрели. Для каждого вида подвода СОЖ: с охлаждением масляным

туманом, без охлаждения или с охлаждением СОЖ – Walter предлагает подходящий инструмент. Для обработки CFRP мы используем твёрдосплавные инструменты с

Сверло-зенковка **Walter Titex AF1D** с цилиндрической подточкой для обработки отверстий вокруг проемов иллюминаторов



Цилиндрическая подточка обеспечивает точное позиционирование сверлильной установки с С-образной скобой. Зенкерование и сверление выполняется за одну операцию, что позволяет сэкономить время. Алмазное покрытие значительно повышает стойкость инструмента.



Сверло-зенковка **Walter Titex PCD Vein AF3P** для обработки отверстий вдоль стыковочных швов



Технология Walter PCD Vein – это высокая стойкость и возможность многократного 100-процентного восстановления инструмента при неизменно высоком качестве обработки отверстий. Преимущества PCD как инструментального материала заключаются в его медленном и равномерном износе.



Сверло-зенковка **Walter Titex AF1D** для обработки отверстий вдоль стыковочных швов



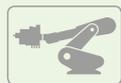
Сверло Walter Titex AF1D с алмазным покрытием без цилиндрической подточки обеспечивает те же преимущества, что и при обработке сверлом с цилиндрической подточкой, но сокращает время обработки за счёт исключения дополнительных операций.



Ручная дрель
Ручное сверление



Сверлильная установка с постоянной подачей
Сверление с постоянными режимами резания



Робот
Сверление с ЧПУ при средней жёсткости станка, закреплении инструмента и заготовке



Сверлильно-клепальный автомат
Сверление с ЧПУ

PCD/алмазным покрытием. Такие инструменты обеспечивают высокую стойкость и очень хорошее качество обработки. Твёрдосплавная основа и алмазное покрытие

идеально подходят друг другу, обеспечивая оптимальную адгезию. Высокая стойкость и, прежде всего, эксплуатационная надёжность в данном случае – самое важное.

Соотношение между качеством обработки отверстий, скоростью обработки и экономической эффективностью определяется в каждом отдельном случае индивидуально.

Сверло **Walter Titex AF1D**



Геометрия AF1D с алмазным покрытием подходит для обработки отверстий в CFRP с одно- и разнонаправленными волокнами. В комбинации со сверильной установкой эта геометрия также обеспечивает превосходную круглость отверстий и точное соблюдение размеров благодаря способности к самоцентрированию.



Сверло **Walter Titex AFF1D** для многоосевых сверильных установок



Сверло Walter Titex AFF1D с 4 режущими кромками и алмазным покрытием специально разработано для многоосевых сверильных установок и оптимально подходит для использования в роботах. Несмотря на высокую стойкость не требуется доводочных работ на выходе из отверстия, если присутствует молния защиты (медная сетка).



Сверло **Walter Titex MFF1** для ручного сверления



Это сверло Titex с криволинейной геометрией режущих кромок обеспечивает чистые отверстия без заусенцев. Благодаря самоцентрирующейся геометрии гарантируется точное позиционирование инструмента. Идеальный инструмент для ручных дрелей.



Зенкер **Walter Titex MFA1** для ручного растачивания



MFA1 с тремя режущими кромками оптимально подходит именно для ручного растачивания. Благодаря трём оптимально распределённым направляющим ленточкам зенкер даже в сложных условиях обеспечивает точное соблюдение размеров отверстий.



ПАКЕТЫ: ФЮЗЕЛЯЖ

Пакеты состоят как минимум из двух материалов, которые могут иметь различные свойства. Часто используются пакеты композит-металл в комбинациях: CFRP – титан или CFRP – алюминий. Несмотря на

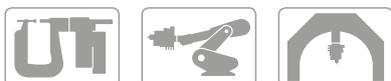
различные свойства материала необходимо гарантировать точное соблюдение размеров на протяжении всего срока службы инструмента. Это предъявляет особые требования к его конструкции. CFRP

является высокоабразивным материалом, что приводит к быстрому износу режущих кромок. Титан, напротив, является вязким материалом с очень низкой теплопроводностью. Таким образом, при сверлении

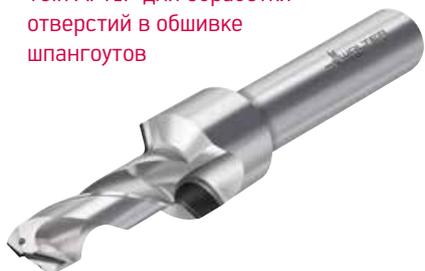
Сверло **Walter Titex AFT4A** с цилиндрической подточкой для отверстий в шпангоутах



Это сверло было специально разработано для сверлильных установок. Шлифованные стружечные канавки и гладкое, теплостойкое покрытие ACN (нитрид алюминий хрома) обеспечивают оптимальный отвод стружки.



Сверло-зенковка **Walter Titex PCD Vein AFT1P** для обработки отверстий в обшивке шпангоутов



Внутренние каналы для СОЖ и режущая кромка PCD с защитной фаской гарантируют оптимальные режимы резания при обработке CFRP с титаном. Высокая скорость резания, практически полное исключение повреждений отверстий в CFRP и минимальное образование заусенцев в титане делают этот инструмент первым выбором.



Зенкер **Walter Titex MFT2** для обработки отверстий в CFRP-Ti



Этот зенкер с левой спиралью направляет стружку вперед, в предварительно обработанное отверстие. Если последовательно обрабатываются CFR и титан, то титановая стружка не повреждает CFRP. При обратной последовательности обработки рекомендуется использовать этот же инструмент, но с правой спиралью.



Сверло **Walter Titex MFA4** для отверстий в CFRP-Al



Инструмент можно использовать для ручного сверления или растачивания. Четыре направляющие ленточки стабилизируют инструмент, а дополнительные канавки препятствуют наростообразованию при сверлении алюминия без СОЖ.



CFRP-Ti скругление режущей кромки отрицательно сказывается на CFRP, вызывая его расслаивание и образование заусенцев, а при обработке титана инструментом с такой кромкой увеличивается температура в

зоне резания. Поэтому Walter, в зависимости от области применения, предлагает износостойкие инструменты PCD Vein, монокристаллические инструменты или инструменты с износостойким

покрытием. Кроме того, мы постоянно оптимизируем режущую геометрию для достижения идеальных результатов.

Сверло **Walter Titex AFT3A** для обработки отверстий в пакетах



Проверенная геометрия сверла Walter Titex A3366 с внутренним подводом СОЖ, шлифованными стружечными канавками и покрытием ACN оптимально подходит для обработки пакетов и рассчитана на большие подачи.



Сверло **Walter Titex AFT1N** с цилиндрической подточкой



Покрытие NHC (с углеродным слоем ta-C) твёрдостью 5000 HV эффективно замедляет износ инструмента. Гладкий слой уменьшает наростообразование. Кроме того, 4 режущие кромки сверла заметно повышают стойкость.



Сверло **Walter Titex MFT1** для ручного засверливания



Надёжный инструмент Walter для засверливания в пакеты с использованием ручной дрели. Подходит для сверления отверстий малого диаметра в пакетах CFRP-Ti и CFRP-Al.



ПАКЕТЫ: КРЫЛО

Крылья самолётов состоят из CFRP, титана, алюминия и нержавеющей стали, а также из сотовых композитов. Кроме того, здесь имеет место значительное варьирование толщи-

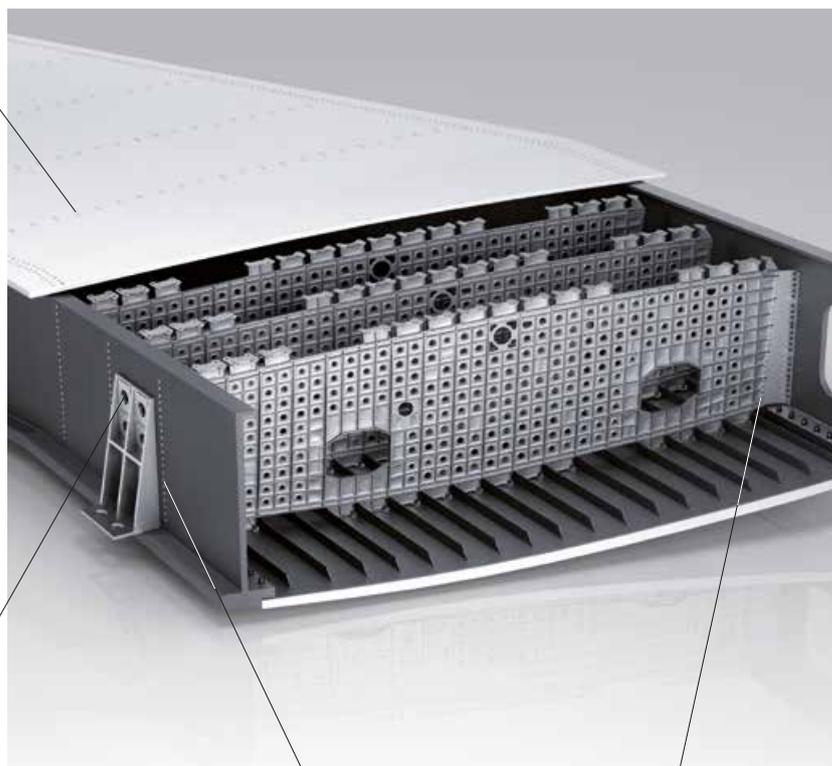
ны композитных материалов: от нескольких миллиметров в наружной обшивке закрылка до отверстий глубиной $15 \times d$ в средней части каркаса крыла.

Также здесь значительно варьируются и диаметры отверстий, достигая значений более 30 мм.

Сверло-зенковка **Walter Titex PCD Vein AFA1P** для рёбер жёсткости обшивки крыла



Режущая геометрия AFA1P специально адаптирована для обработки пакетов CFRP/Al. Острая режущая кромка и внутренние каналы для подвода СОЖ или охлаждения масляным туманом сводят образование заусенцев к минимуму даже при обработке пакетов с алюминием.



Walter B4017 Point Drill для сверления



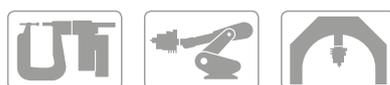
Оптимально подходит для обработки пакета CFRP/Al за одну операцию. Экономичное решение для обработки отверстий диаметром 12–38 мм. Максимальная эксплуатационная надёжность благодаря пластинам с оптимизированной геометрией в проверенном корпусе Xtra-tec® Point Drill и высокой точности отверстий благодаря дополнительным направляющим ленточкам.



Сверло **Walter Titex AFA1N** для обработки рёбер жёсткости лонжерона крыла



4 режущие кромки AFA1N обеспечивают высокую стойкость при обработке пакетов CFRP/металл, а также минимизируют образование заусенцев. Кроме того, неметаллическое покрытие NHC (углеродный слой ta-C) уменьшает наростообразование.



Сверло **Walter Titex MFA5** с цилиндрической подточкой



Walter Titex MFA5 предназначено для ручной обработки пакетов CFRP/Al и Al/Al. Небольшой угол подъёма стружечных канавок сверла уменьшает его скорость на выходе.



ПАКЕТЫ: ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОПЕРЕНИЕ

Конструкция вертикального оперения схожа с конструкцией каркаса крыла как в отношении материалов, так и диаметра отверстий. Детали вертикального оперения и фюзеля-

жа подвержены воздействию динамических нагрузок и отвечают за безопасность, поэтому к отверстиям предъявляются повышенные требования по точности и качеству, в

отношении которых на первый план выходят строгие требования к их эксплуатационной надёжности и качеству.

Walter Titex AFT2: сверло 16 x D_C для обработки отверстий в CFRP/Ti



Titex AFT2 – это сверло 16 x D_C, которое предназначено для обработки глубоких отверстий. С помощью этого инструмента возможна обработка пакетов CFRP-титан, а также CFRP-нержавеющая сталь.



Сверло **Walter Titex AFT1A** с цилиндрической подточкой для пакетов CFRP-титан/сталь



Этот инструмент предназначен для использования в сверлильных установках. Шлифованные стружечные канавки и гладкое теплостойкое покрытие ACN обеспечивают оптимальный отвод стружки.



Зенковка **Walter Prototyp ConeFit***



Направляющая зенковки помогает позиционировать инструмент и центрировать его при переходе от сверления к зенкерования. Инструмент доступен в исполнении Z = 2 или Z = 3 и подходит для зенкерования от 10 мм, а также позволяет сократить издержки.

* подходит для любых державок ConeFit.



Сверло **Walter Titex MFA4** с цилиндрической подточкой для CFRP-Al



Инструмент можно использовать для ручного сверления или растачивания. Четыре направляющие ленточки стабилизируют инструмент, а дополнительные канавки препятствуют наростообразованию при сверлении алюминия без СОЖ.



РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ И ТОЧНОСТЬ

Таблица режимов резания содержит начальные значения для обработки композита. Многие применения являются индивидуальными и требуют отдельной адаптации режимов резания и инструментов. Для улуч-

шения качества обработки отверстий можно увеличить скорость резания и уменьшить подачу. Однако, малая подача и высокая скорость резания уменьшают стойкость инструмента. Рекомендуется выпол-

нять пошаговую приработку с целью определения оптимальных режимов резания, при которых будет обеспечен баланс между качеством обработки отверстий и стойкостью инструмента.

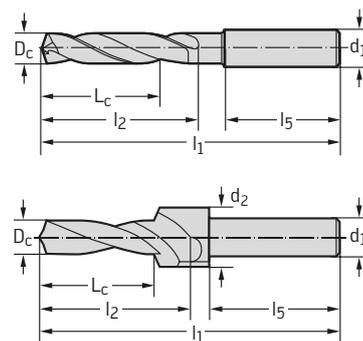
Геометрия	Материал	CFRP UD (однонаправленные волокна)	CFRP MD (разнонаправленные волокна)	Термопласт с углеволокном	CFRP/Al	CFRP/Ti Al/Ti	
	Вид обработки	без СОЖ	без СОЖ	без СОЖ	масляный туман	масляный туман	
PCD Vein	AF3P	Vc [м/мин] f [мм]	100 – 300 0,04 – 0,08	100 – 300 0,04 – 0,12	100 – 300 0,04 – 0,20	–	–
	AFE1P	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,10	80 – 200 0,04 – 0,15	–	–
	AFA1P	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,10	80 – 200 0,04 – 0,15	80 – 200 0,04 – 0,10	–
	AFT1P	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 180 0,04 – 0,08	80 – 180 0,04 – 0,10	80 – 180 0,04 – 0,15	–	10 – 25 0,05 – 0,06
Твёрдый сплав с покрытием и без	AF1D / AFF1D	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,12	80 – 200 0,04 – 0,20	–	–
	AFA1N	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 160 0,04 – 0,08	80 – 160 0,04 – 0,12	80 – 160 0,04 – 0,20	30 – 90 0,07	–
	B4017 с P6004 WSP	Vc [м/мин] f [мм]	60 – 100 0,03 – 0,05	60 – 100 0,03 – 0,06	60 – 100 0,04 – 0,10	10 – 100 0,04 – 0,30	–
	AFT1N / AFT1A	Vc [м/мин] f [мм]	60 – 140 0,04 – 0,08	60 – 140 0,04 – 0,10	60 – 140 0,04 – 0,20	–	10 – 20 0,07
	AFT2	Vc [м/мин] f [мм]	–	–	–	–	10 – 20 0,05 – 0,10
	AFT3A	Vc [м/мин] f [мм]	80 – 120 0,04 – 0,06	80 – 120 0,04 – 0,08	80 – 120 0,04 – 0,12	–	10 – 20 0,05 – 0,13
	AFT4A	Vc [м/мин] f [мм]	60 – 120 0,04 – 0,07	60 – 120 0,04 – 0,09	60 – 120 0,04 – 0,15	–	10 – 20 0,05 – 0,10
	Зенковка ConeFit	Vc [м/мин] f [мм]	–	–	–	20 – 100 0,08 – 0,20	20 – 60 0,08 – 0,10
	VFA1A / VFT1A	Vc [м/мин] f [мм]	30 – 60 0,03 – 0,075	30 – 60 0,03 – 0,075	30 – 60 0,03 – 0,075	30 0,075	15 0,075
	MFF1	Vc [м/мин]	15 – 60	15 – 60	15 – 60	–	–
	MFA1 / MFA4 / MFA5	Vc [м/мин]	–	–	–	5 – 45	–
	MFT1 / MFT2	Vc [м/мин]	–	–	–	5 – 45	5 – 15

Внимание: при сверлении пакетов для определения режимов резания выберите соответствующий столбец CFRP/Al или CFRP/Al, Al/Ti. Если режимы резания необходимо менять в зависимости от обрабатываемых материалов, то для обработки пакетов следует использовать режимы для CFRP, для обработки алюминия – значения для CFRP/Al, титана – значения для CFRP/Ti.

Тип		Dc [мм]	d1 [мм]	d2 [мм]	l1 [мм]	l2 [мм]
Твёрдосплавное сверло	без внутр. подвода СОЖ с внутр. подводом СОЖ	2,5 – 25 4,0 – 25	≤ 25 ≤ 25	– –	≤ 300 ≤ 300	≤ 15 x d / 150 ≤ 15 x d / 150
Сверло PCD Vein	без внутр. подвода СОЖ с внутр. подводом СОЖ	2,5 – 12,8 4,7 – 12,8	≤ 16 ≤ 16	– –	≤ 170 ≤ 170	≤ 10 x d / 100 ≤ 10 x d / 100
Твёрдосплавное сверло-зенковка	без внутр. подвода СОЖ с внутр. подводом СОЖ	2,5 – 21 4,0 – 21	≤ 25 ≤ 25	≤ 2,5 x d1* ≤ 2,5 x d1*	≤ 300 ≤ 300	≤ 15 x d / 250 ≤ 15 x d / 250
Сверло-зенковка PCD Vein	без внутр. подвода СОЖ с внутр. подводом СОЖ	4,0 – 10 4,7 – 10	≤ 16 ≤ 16	≤ 2,5 x d1 ≤ 2,5 x d1	≤ 170 ≤ 170	≤ 10 x d / 100 ≤ 10 x d / 100

* Отношение между диаметрами ступеней для инструментов с 3-мя режущими кромками только 1,4 x d1, для MFT2 и AFT2 ступенчатое исполнение невозможно.

l5 > 20 мм; Lc = l2 – 5 мм

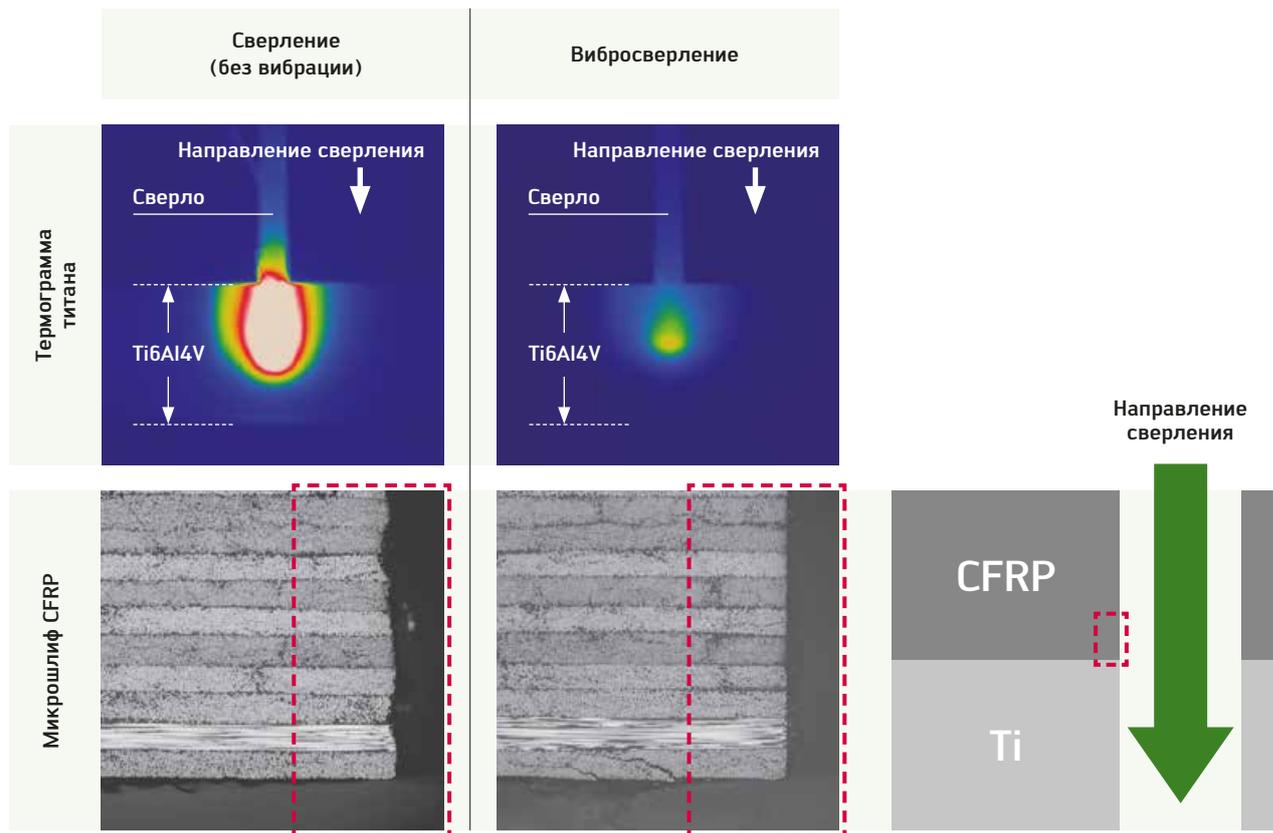


ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОСВЕРЛЕНИЯ

Для обработки пакетов, в частности CFRP/Ti, рекомендуется использовать вибросверление. При этом сверло дополнительно перемещается в направлении подачи. Перемещение происходит по синусои-

дальной волне, при этом режущие кромки инструмента постоянно находятся в состоянии резания. Во впадине синусоидальной волны при минимальной подаче происходит контролируемое стружколома-

ние. Благодаря образованию сегментной стружки снижается температура в зоне резания, оптимизируется качество обработки поверхности и повышается точность отверстия.



Вибросверло **Walter Titex VFA1A** с цилиндрической подточкой



Вибросверло с цилиндрической подточкой оптимально подходит для сверлильных установок с С-образной скобой. Режущая геометрия, а также дополнительное покрытие адаптированы к вибросверлению для достижения оптимальных результатов.



Вибросверло **Walter Titex VFT1A**



Вибросверло для обрабатывающих центров и сверлильно-клепальных автоматов отличается высокой эксплуатационной надёжностью. Этот инструмент подходит для обработки пакетов CFRP/Ti при большой толщине материала и жёстких допусках.



ООО «Вальтер»

191124, Россия, Санкт-Петербург,
Синопская наб., д 50А

www.walter-tools.com

