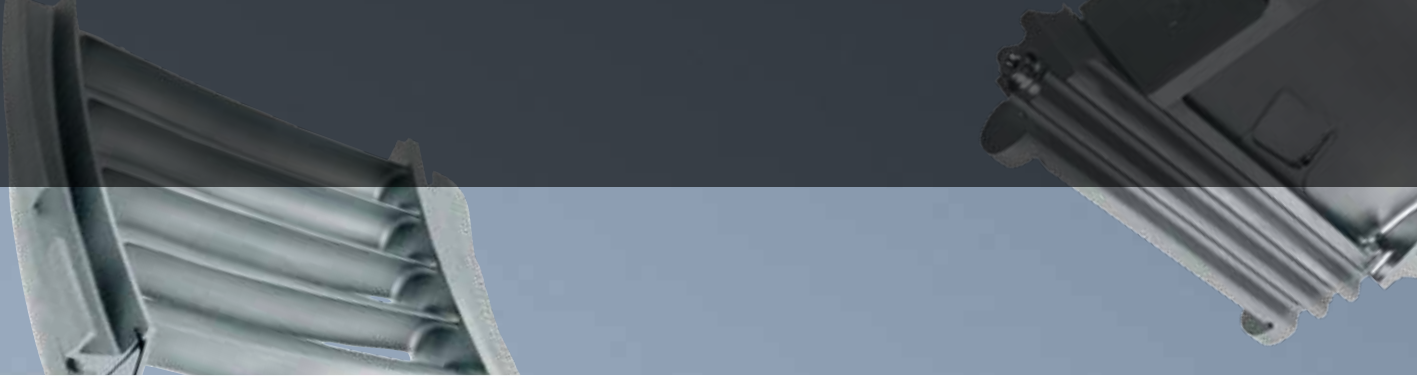




## ВАШ ПАРТНЁР В ТУРБИНОСТРОЕНИИ

Инструменты и усовершенствования в технологии шлифования:

- ┌ Турбинных узлов в самолётостроении
- ┌ Узлов промышленных газовых турбин



## ТИРОЛИТ

### ЛИДЕР В ПОСТАВКАХ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТУРБИН

Компания „ТИРОЛИТ“, являясь мировым лидером в технологиях шлифования турбинных узлов, разрабатывает и поставляет шлифовальный и правящий инструмент, отвечающий специфичным требованиям заказчика. Также компания „ТИРОЛИТ“ предлагает набор производственных решений и программу широкой поддержки в соответствии с индивидуальными требованиями предприятий.

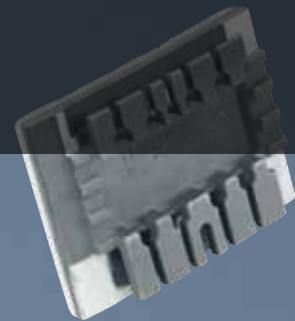
### ЛИДЕР И ПАРТНЁР В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Благодаря фундаментальным исследованиям в оптимизации производственных процессов и сотрудничеству с главными производителями производственного оборудования, университетами и заказчиками, компания „ТИРОЛИТ“ обладает движущей силой в прогрессивных разработках шлифовального инструмента для производства турбин.

Результаты исследований новых абразивных материалов и шлифовальных операций непосредственно применяются на практике специалистами компании „ТИРОЛИТ“, что высоко оценивается нашими заказчиками.

#### Технологические усовершенствования компании „ТИРОЛИТ“ в области шлифования

Шлифовальная операция Характеристика	Глубинное шлифование с высокоскоростной непрерывной правкой	Шлифование „ВАЙПЕР“	Prokos	Глубинное шлифование с непрерывной правкой	Шлифование без непрерывной правки	Глубинное шлифование эльборовыми кругами (CBN)
Макс. съём материала (ммЗ/мм)	300	100	80	50	25	15
Характеристика	Максимальная стойкость профиля Высокая мощность станка	Высокая стойкость профиля Максимальный диаметр круга - 300мм СОЖ 70-100 бар	Высокая стойкость профиля «Холодное шлифование» Низкая мощность станка Высокая рабочая скорость круга	Максимальная стойкость профиля	Низкая стойкость профиля	Высокая стойкость профиля Без правки
Рабочая скорость (м/с)	80	40–60	80	20–35	20–35	50–80
Скорость стола (м/мин.) [rpm]	5	1,5	120	1,2	1,2	0,2
Подача (мм)	3	2	<0,05	2	2	2
Непрерывная правка, подача (µм/об.)	2–2,5	Без непрерывной правки	Без непрерывной правки	0,6–1,2	Без непрерывной правки	Без правки
Обрабатываемая деталь	Лопатки газовых турбин	Лопатки авиационных турбин, элементы конструкции авиационных турбин	Лопатки авиационных турбин	Лопатки авиационных и газовых турбин, сопловые лопатки	Лопатки авиационных турбин, сопловые лопатки, элементы конструкции авиационных турбин	Сопловые лопатки, элементы конструкции авиационных турбин
<b>TYROLIT инструмент</b>	<b>STRATO Ultra</b>	<b>VIPER Ultra</b>	<b>STRATO Pro</b>	<b>STRATO Ultra</b>	<b>STRATO Ultra</b>	<b>Эльборовый круг (CBN) «TYROLIT»</b>



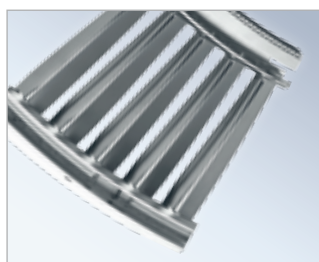
## КОМПАНИЯ „ТИРОЛИТ“ И ТУРБИНОСТРОЕНИЕ

### Авиационные турбины

Компания „ТИРОЛИТ“ является лидирующим поставщиком современного инструмента и конкретных производственных решений для моторостроительных заводов и их подрядчиков. Продукция поставляется как заказчикам-производителям реактивных двигателей, так и производителям двигателей для турбовинтовых самолётов в коммерческом и военном секторе.



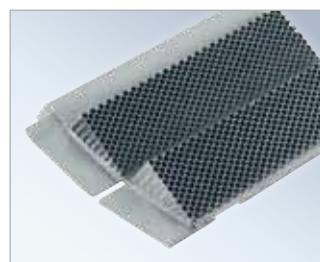
Лопатка авиационной турбины



Сопловая лопатка



Элементы конструкции турбины



Сотовая структура заполнителей

### Промышленные газовые турбины

В настоящее время мощность самых больших турбин достигает 375 мегаватт с коэффициентом полезного действия более чем 60%, что является новой отметкой на пути экологического и эффективного производства электроэнергии.



Одним из направлений обработки элементов конструкций турбин, в котором компания „ТИРОЛИТ“ имеет значительный опыт, является шлифование деталей и заготовок крупных размеров по длине и глубине профиля.

## „STRATO ULTRA“

### ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В ГЛУБИННОМ ШЛИФОВАНИИ

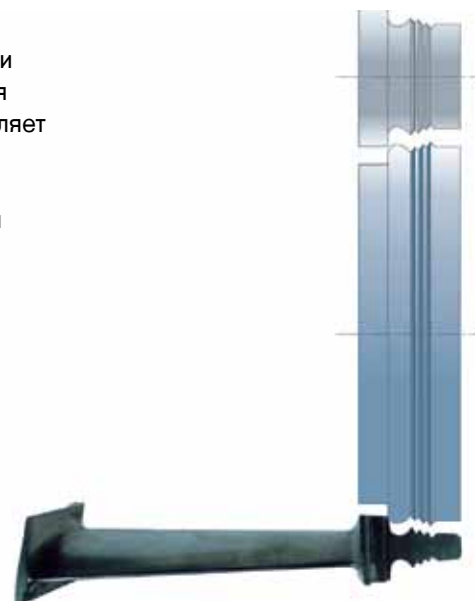
#### НЕПРЕРЫВНАЯ ПРАВКА И ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Непрерывная правка инструмента в процессе глубинного шлифования детали - это заточка и очистка рабочей поверхности шлифовального круга благодаря постоянному контакту с правящим роликом. Настоящий метод правки позволяет поддерживать высокоточные размеры профиля шлифовального круга. Применение кругов на керамической связке серии „STRATO ULTRA“ даёт наилучшие показатели обработки при глубинном шлифовании с непрерывной правкой.

Настоящий метод шлифования применяется преимущественно на станках: Blohm, Danobat и Mägerle.

#### Преимущества

- Рабочая геометрия круга постоянно поддерживается непрерывной правкой
- Сокращение времени шлифования благодаря увеличению подачи
- Отличная стойкость профиля, „холодное шлифование“



Шлифовальный процесс с непрерывной правкой



#### ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ПРАВКА И ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ (HSCD)

Шлифовальный процесс с высокоскоростной непрерывной правкой (HSCD - метод запатентованный компанией „ТИРОЛИТ“) - это комбинация непрерывной правки и высокой скорости стола. Настоящий метод шлифования деталей возможен благодаря высокой скорости подачи правящего ролика на глубину с целью увеличения съёма материала.

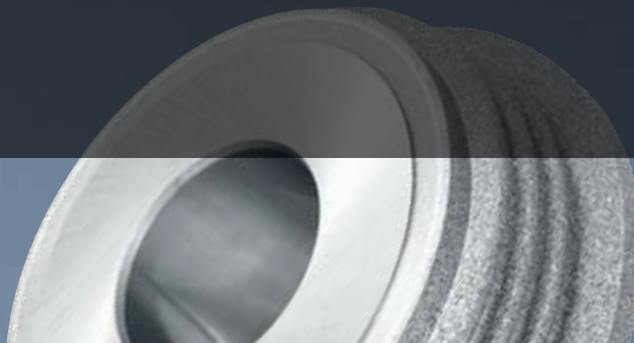
#### Преимущества

- Высокий коэффициент съёма материала
- Высокая стойкость профиля
- Возможность применения метода „ВАЙПЕР“ шлифования

Шлифовальный процесс с высокоскоростной непрерывной правкой (HSCD) применяется в основном при черновой обработке с высоким съёмом материала за короткий период времени.

Рекомендации: станки Blohm, Mägerle и Makino.



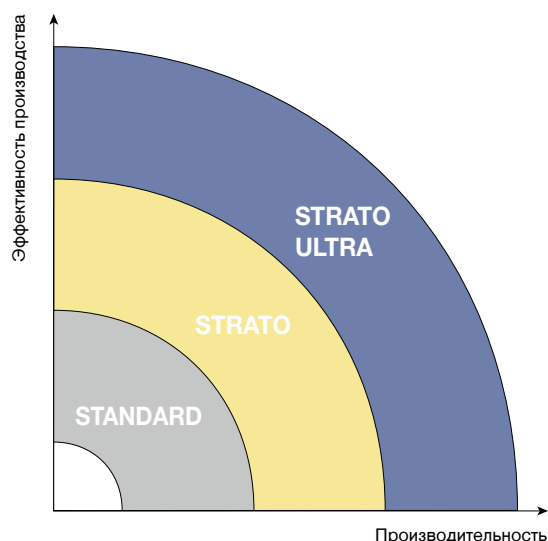


## ПРОДУКТОВАЯ ЛИНИЯ „STRATO“ ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В ГЛУБИННОМ ШЛИФОВАНИИ

Компания „ТИРОЛИТ“ предлагает широкую продуктовую линию в зависимости от различных требований заказчиков-производителей турбин.

Синяя продуктовая линия „STRATO ULTRA“ представляет собой новую генерацию инструмента в глубинном шлифовании. Высокая пористость связки „ULTRA“ позволят улучшить абсорбцию охлаждающей жидкости, повысить стойкость профиля и снизить зонную температуру шлифования. Вследствие чего повышается съём материала и улучшаются остальные экономические показатели шлифовального процесса.

Далее шкалу шлифовального инструмента для обработки турбин пополняет жёлтая линия инструмента „STRATO“ и стандартная производственная программа компании „ТИРОЛИТ“.



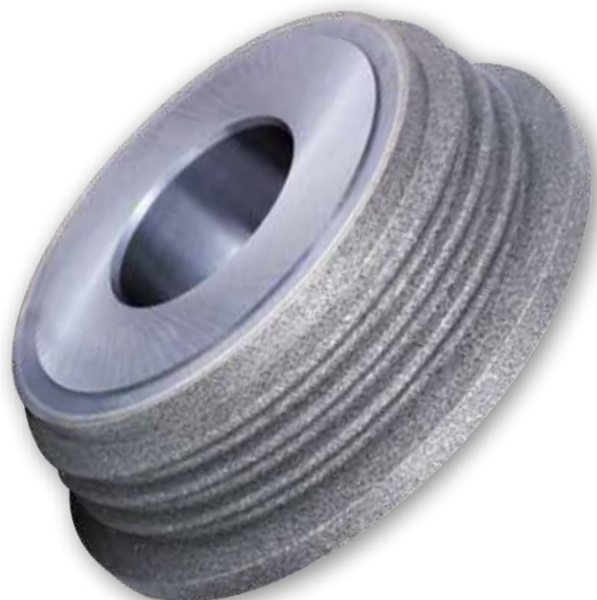
## АЛМАЗНЫЙ ПРАВЯЩИЙ РОЛИК МАКСИМАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ ПРОФИЛЯ

Высокий класс точности профиля детали при производстве турбин является основным технологическим требованием. Высокоточные алмазные правящие ролики марки „TYROLIT“ изготавливаются методом обратной гальванизации.

Применение указанных правящих роликов и шлифовальных кругов „STRATO ULTRA“ обеспечивает непрерывное сохранение необходимой высокоточной геометрии круга и, как результат шлифовального процесса, минимальную погрешность размеров детали и уменьшение теплового напряжения материала.

### Преимущества

- Высокая точность профиля
- Снижение расходов, связанных с правкой инструмента
- Высокая стойкость
- Уменьшение теплового напряжения обрабатываемой детали





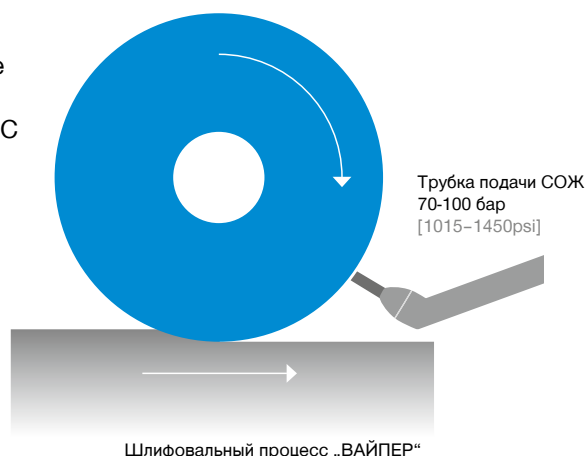
## „VIPER ULTRA“

### НАИЛУЧШИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ „ВАЙПЕР“ ШЛИФОВАНИЯ

„ВАЙПЕР“ шлифование является специальным видом глубинного шлифования, разработанным для обработки деталей из сплавов на базе никеля, широко применяемых в авиационных двигателях. Настоящий метод был разработан в сотрудничестве компаний „ТИРОЛИТ“, „РОЛЛС РОЙС“ и проектно-конструкторским бюро „РЭЙСАН“. Шлифовальный процесс „ВАЙПЕР“ эффективен только в случае применения всех системных принадлежностей „ВАЙПЕР“.

#### ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ „ВАЙПЕР“

- Специальные шлифовальные круги серии „VIPER“
- Специальный правящий ролик марки „TYROLIT“
- Высокое давление подачи охлаждающей жидкости
- Трубки подачи охлаждающей жидкости со специальной наводкой
- Многоцелевая роботизированная система



#### „ВАЙПЕР“ ШЛИФОВАНИЕ

Система шлифования „ВАЙПЕР“ даёт возможность обрабатывать детали путём „холодного шлифования“ и сохранить высокую стойкость профиля. „Холодное шлифование“ имеет высокое значение при обработке деталей, изготовленных из материалов на базе никеля. Настоящий метод разработан для шлифования таких деталей авиационных двигателей, как: лопатки турбин, лопатки ротора, сопловые лопатки, где главной задачей является предотвращение температурного повреждения поверхности деталей.

Специально спроектированные трубки подают охлаждающую жидкость под давлением от 70 до 100 Бар под прямым углом к рабочей поверхности круга и отводкой вне рабочей зоны. Преимуществом настоящего метода шлифования является сокращение времени обработки детали, высокая точность профиля и отличное качество поверхности.

#### Преимущества „ВАЙПЕР“ шлифования

- Применение на многоцелевых роботизированных системах
- Высокая степень предотвращения температурного повреждения поверхности детали благодаря специальной охлаждающей системе
- Возможность применения метода с высокоскоростной непрерывной правкой (MAKINO A99)

Применение системы шлифования „ВАЙПЕР“ лицензировано для станков Bridgeport-Hardinge и Makino.



MAKINO iGrinder G5



BRIDGEPORT FGC2



TYROLIT  
VIPER ULTRA

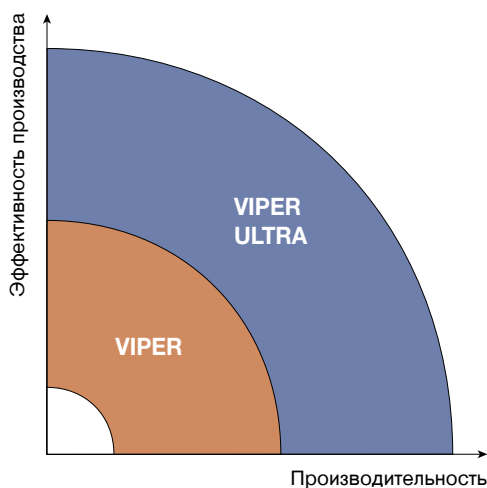
## ПРОДУКТОВЫЕ ЛИНИИ „ВАЙПЕР“ НАИЛУЧШИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ „ВАЙПЕР“ ШЛИФОВАНИЯ

Продуктовая линия „VIPER ULTRA“ компании „ТИРОЛИТ“, недавно представленная на рынке шлифовального инструмента, является следующим шагом в развитии системы шлифования „ВАЙПЕР“.

Производственные свойства настоящего высокопористого инструмента уникальны:

- охлаждающая жидкость поглощается и переносится в шлифовальную зону;
- шлифовальная стружка и другой отходный материал эффективно удаляется благодаря открытой высокопористой структуре, таким образом повышая стойкость профиля инструмента.

Шлифовальные круги „VIPER ULTRA“, применяемые в системе шлифования „ВАЙПЕР“, являются оптимальным решением эффективного использования абразивного инструмента в условиях „холодного шлифования“ с высоким коэффициентом съема материала.



Шлифовальные круги оранжевой продуктовой линии „VIPER STANDARD“ дополняют производственную программу компании „ТИРОЛИТ“ для обработки турбин.

Уникальные свойства специальной связки шлифовальных кругов позволяют достичь высокой производительности сопоставимой с производительностью инструмента из синтеркорунда.

Альтернативный к шлифовальным кругам „VIPER ULTRA“ инструмент из синтеркорунда, отличаясь высокой стоимостью, также сильно изнашивает алмазный правящий инструмент, что чувствительно отображается на производственных расходах!





## „STRATO PRO“

### СКОНСТРУИРОВАНО ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Новая философия высокоскоростного шлифования, разработанная производителем станков, компанией „BLOHM“, объединяет в себе достижения в возвратно-поступательном шлифовании с линейным приводом и преимущества технологии высокоскоростного шлифования компании „ТИРОЛИТ“. Настоящий метод шлифования позволяет предотвратить перегрев обрабатываемой детали благодаря небольшой контактной поверхности и короткому времени обработки.

Применение кругов „STRATO PRO“ позволяет, кроме снижения вероятности появления прижогов на шлифуемой поверхности, снизить и энергозатраты.

Метод „холодного шлифования“ является важным фактором при обработке деталей авиационных двигателей, таких как: лопатки турбин, лопатки ротора, сопловые лопатки, изготовленных из сплавов на базе никеля.



BLOHM PROKOS

#### Преимущества

- Возможность „холодного шлифования“ благодаря высокой рабочей скорости
- Многоцелевая роботизированная система
- Повышение рабочей скорости шлифовального круга до 80м/с

Круги „STRATO PRO“ разработаны специально для высокоскоростного возвратно-поступательного шлифования.

Круги „STRATO PRO“ позволяют использовать шлифовальный станок в максимально динамичном режиме с оптимальным использованием свойств абразивного материала шлифовального круга без повреждения его структуры. Значительным преимуществом настоящей шлифовальной технологии является рабочая скорость круга до 80м/с.







## ЭЛЬБОРОВЫЕ (CBN) КРУГИ МАРКИ „ТИРОЛИТ“ ДЛЯ ГЛУБИННОГО ШЛИФОВАНИЯ

Эльборовые шлифовальные круги „ТИРОЛИТ“ полностью отвечают требованиям глубинного шлифования радиальных пазов сопловых лопаток а также являются более производительной альтернативой классическим шлифовальным кругам при шлифовании труднообрабатываемых элементов турбин.



Эльборовые (CBN) шлифовальные круги „ТИРОЛИТ“ состоят из высокоточного металлического корпуса с высокой стойкостью материала и слоя из специального эльборового зерна. Эльборовое зерно обладает повышенной режущей способностью, снижающей температурное напряжение обрабатываемой детали. Являясь вторым по твёрдости зерном после зерна алмазного, применение эльбора при производстве шлифовальных кругов увеличивает их стойкость по сравнению с классическими абразивными кругами. Данные качества позволяют снизить время простоя шлифовальных станков и увеличить производительность оборудования.

После израсходования эльборового слоя, круг возможно многократно восстанавливать повторным нанесением нового шлифовального слоя на стальной корпус. Метод многократного восстановления эльборовых кругов снижает производственные расходы, связанные с их применением.

### Преимущества

- Возможность изготовления кругов со сложной профильной геометрией
- Отсутствует необходимость правки
- Снижение температурного напряжения детали
- Возможность восстановления израсходованного шлифовального слоя
- Высокая режущая способность
- Высокая рабочая скорость

Низкая степень изнашивания слоя специального эльборового зерна позволяет шлифовать сложные профили с высокой точностью в течении всего срока применения круга.



## МОНИТОРИНГ ШЛИФОВАНИЯ ПРОГРЕССИВНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Монитор шлифования разработан в помощь специалистам компании „ТИРОЛИТ“ с целью улучшения условий их работы по повышению производительности шлифовального процесса.

### Функции шлифовального монитора

- Мониторинг вибраций
- Мониторинг потребления энергии
- Мониторинг акустических сигналов

Специалисты компании „ТИРОЛИТ“ по применению шлифовального инструмента имеют подробную информацию о шлифовальном оборудовании, шлифовальных кругах и остальных параметрах процесса обработки детали. Шлифовальный монитор, предоставляет дополнительный набор данных о скрытых элементах шлифовального процесса.

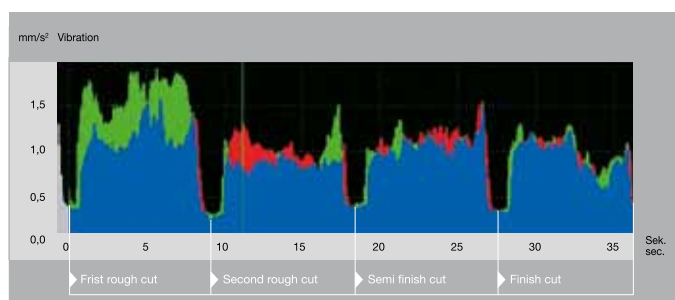
Благодаря данному устройству, измеренные величины позволяют структурально установить приоритеты для последующей настройки оборудования с целью улучшения контроля процесса обработки.

### Преимущества

- Мобильность оборудования
- Отслеживание параметров шлифовального процесса непосредственно у заказчика
- Возможность глубокого анализа критических моментов шлифовального процесса
- Наличие данных, ведущих к улучшению качества обработки и производительности
- Документальное обоснование параметров шлифовального процесса



Шлифовальный монитор



Образец графика из шлифовального монитора



## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ** ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКА

**Передовые предприятия ожидают от поставщиков не только высококачественный инструмент, но и дополнительную техническую поддержку при решении конкретных производственных задач.**

Специалисты компании „ТИРОЛИТ“, на основании требований заказчиков, способны предоставить полный набор инструкций и рекомендаций, позволяющий решить насущные технические и экономические сложности.



### **Цель проекта**

Первым шагом в процессе оптимизации производства является определение существующих недостатков и установление соответствующих требований. Специалисты компании „ТИРОЛИТ“, исходя из поставленной задачи, проанализируют технологические и экономические аспекты проекта вместе с заказчиком.



### **Концепт решения**

Далее специалисты в кооперации с остальными сотрудниками и работниками центра испытательных работ определяют последовательность необходимых шагов, ведущих к оптимальному решению задачи.



### **Реализация проекта**

Реализация конкретных задач в рамках проекта происходит непосредственно у заказчика на соответствующем оборудовании. В соответствии с правилами оптимизации наши специалисты установят необходимые режимы работы шлифовального инструмента и проведут настройку остальных параметров.



### **Информация и опыт**

Наработки фирмы „ТИРОЛИТ“ на поле технологии шлифования являются решающим фактором для успешного сотрудничества. Одноразовую оптимизацию процесса нельзя считать финальным решением для заказчика. Компания „ТИРОЛИТ“ предлагает услуги, связанные с обучением персонала и проведением семинаров с целью непрерывного улучшения результатов работы на производственных предприятиях.

**TYROLIT SCHLEIFMITTELWERKE SWAROVSKI K.G.**

Swarovskistraße 33 | 6130 Schwaz | Austria  
Tel +43 5242 606-0 | Fax +43 5242 63398

Our **worldwide subsidiary companies** can be found on  
our website at [www.tyrolit.com](http://www.tyrolit.com)

