



Нанесение покрытий и производство инструментов



www.stanberg.ru

Сотрудничество с университетами

Университет им. Коменского, Факультет
Математики, Физики и Информатики, Кафедра
Экспериментальной Физики, Братислава,
Словацкая Республика



Словацкая Академия Наук, Институт
Материаловедения
Кошице, Словацкая Республика



Технический Университет Кошице, Факультет
Аэронавтики, Кафедра Авиационно-
Технических Исследований
Кошице, Словацкая Республика



**Словацкий Технологический Университет в
Братиславе**, Факультет Материаловедения и
Технологии в Трнаве
Трнава, Словацкая Республика



Университет Жилины, Машиностроительный
Факультет, Кафедра Дизайна и Механических
Элементов
Жилина, Словацкая Республика



Карлов университет, Факультет Математики и
Физики, Кафедра Макромолекулярной Физики
Прага, Чешская Республика



Масариков университет, Научный Факультет,
Кафедра Физической Электроники
Брно, Чехия



Выполненные проекты

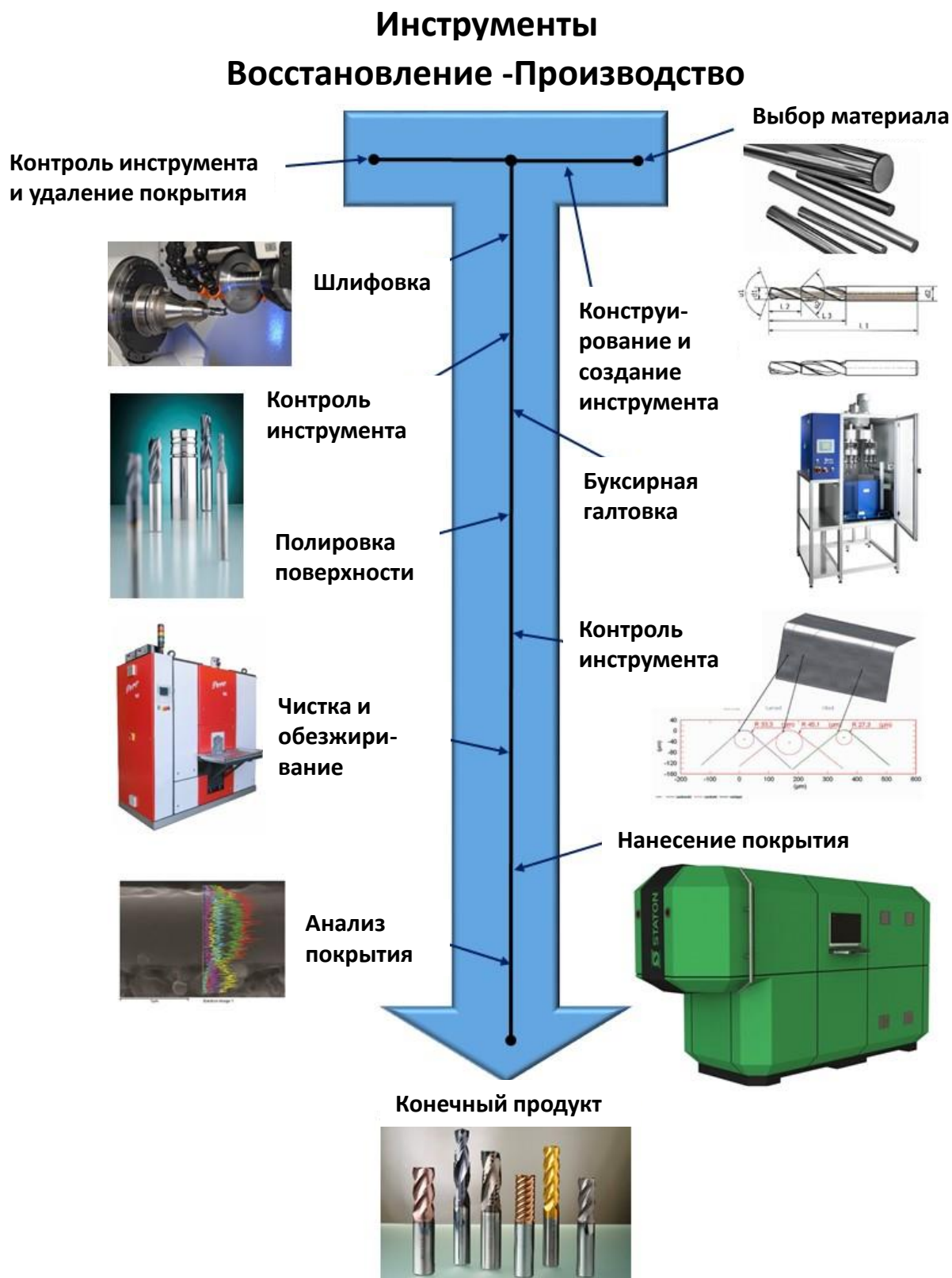


Сертификация

Наша компания обладает многолетним опытом в сфере промышленного производства и выполнения сложных европейских проектов. Мы знаем, что качество всегда находится на вершине списка требований. Мы уделяем большое внимание качеству наших продуктов, услуг и других мероприятий. Данный подход позволил компании Staton получить несколько сертификатов системы менеджмента качества:

- ISO 9001:2008 – номера области:
 - 17 – Изготовление, шлифование и покрытие режущих инструментов
 - 34 – Сварные конструкции
 - 35 – Исследования и разработки в области естественных и технических наук
- EN ISO 3834-2:2005 – Сварочные системы
- STN EN 15085-2:2008 – уровень сертификации CL 2 – Сварка железнодорожного транспорта и комплектующих

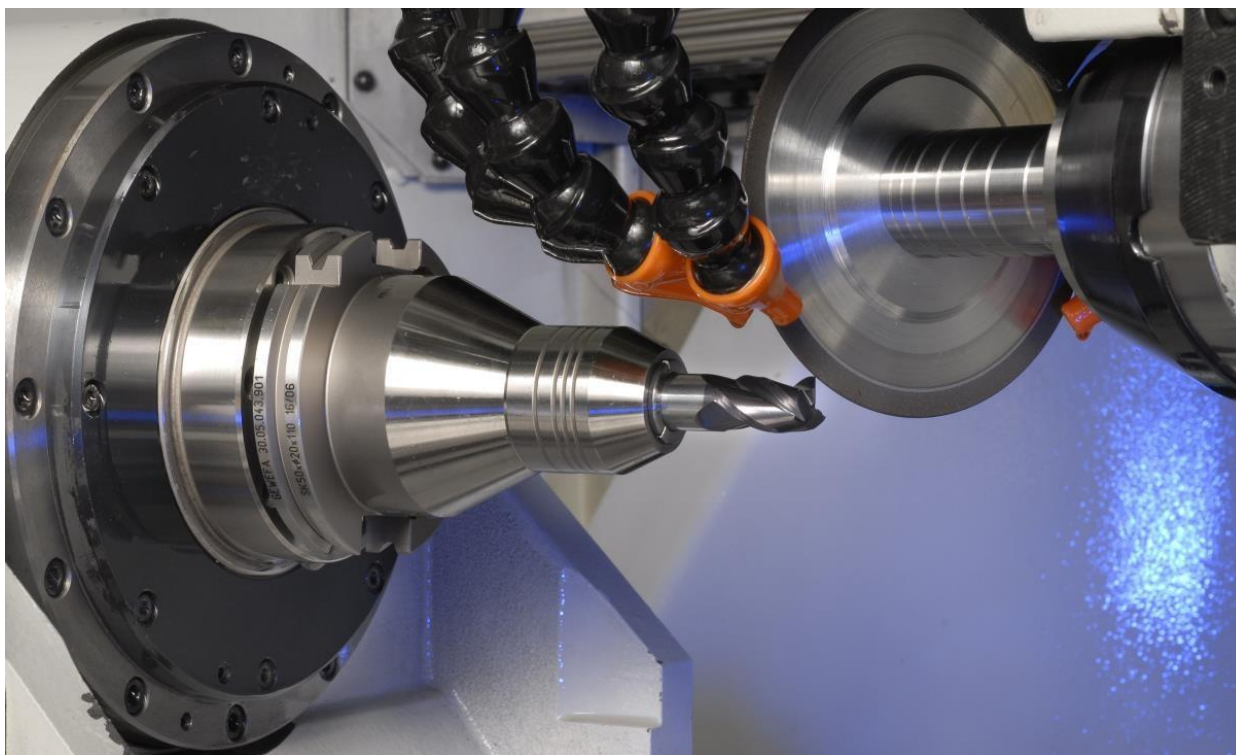




Комплексные услуги в Staton – нанесение покрытий и изготовление инструментов

- Восстановление режущих инструментов с использованием шлифовальных станков с ЧПУ до состояния полного восстановления.
- Разработка и производство стандартных и специализированных режущих инструментов.
- Нанесение на инструмент покрытия с высокими характеристиками, что увеличивает производительность и срок службы инструмента.
- Наши специалисты проконсультируют вас по любым вопросам и требованиям и подберут для вас оптимальное решение.

Производство и восстановление режущего инструмента



На нашем предприятии мы производим режущие инструменты из сверхтвердого сплава и быстрорежущей стали (HSS). Заточка инструмента осуществляется с помощью шлифовальных 5-ти осевых станков с ЧПУ, производства немецкой компании ISO G.

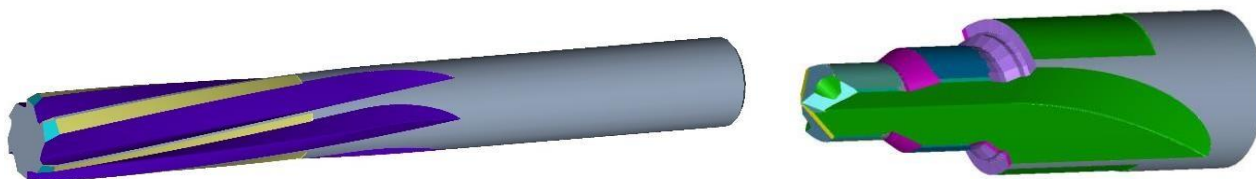
Мы производим заточку следующих типов инструментов:

- Сверла с 2 и 3 режущими кромками любой геометрии
- Оружейные сверла
- Центровочные сверла
- Фрезы
 - Черновая или чистовая обработка
 - Конические
 - Сферические и тороидальные
 - Копировально-гравировальные
 - Торцевые и дисковые
 - Червячные фрезы
- Сверла и развертки
- Цилиндрические и конические метчики
- Фреза для скоростной обработки кромок

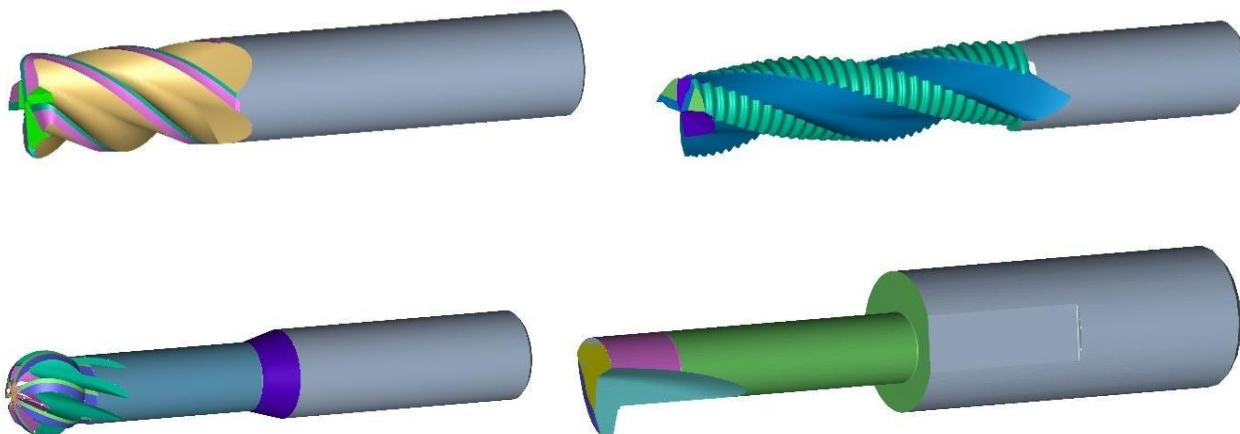


Шлифовка режущего и специального инструмента

Компания Staton предлагает производство стандартных фрез и режущих инструментов. Мы производим специализированные твердосплавные фрезы в соответствии с конкретными требованиями наших клиентов:



Помимо стандартных инструментов компания Staton производит специализированные фрезерно-сверлильные инструменты с геометрией профиля в соответствии с формой отдельных обрабатываемых деталей. Конструкция новых инструментов подготовлена в программах трехмерного моделирования Cyber Grinding и Tool Studio.



Восстановление режущих инструментов

Восстановление изношенных режущих инструментов включает в себя контроль качества инструментов и удаление старых покрытий. Далее происходит восстановление геометрии, рабочих характеристик и надежности инструмента до состояния полного восстановления. Это приводит к улучшению режущих свойств, адгезии покрытия, а также к улучшению внешнего вида инструмента.



Измерение и контроль режущих инструментов

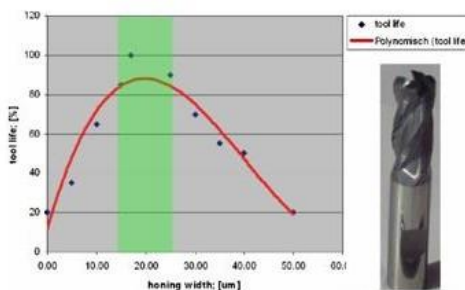
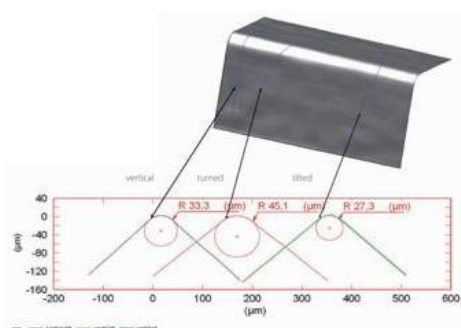


Процесс заточки инструментов на шлифовальных станках с ЧПУ контролируется с помощью системы FANUC с высокой динамикой и точностью. Автоматическое измерение инструмента осуществляется с помощью измерительной головки RENISHAW, которая измеряет все важные параметры инструмента.

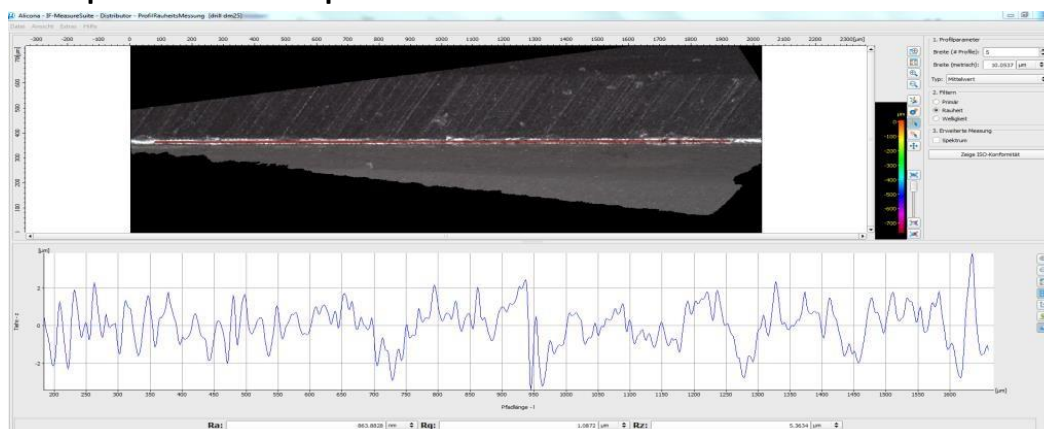
Качество контролируется 3D-оптическим устройством с ЧПУ. На каждый заточенный инструмент составляется карта замеров, которая предоставляется нашим клиентам по запросу.



Измерение радиуса режущей кромки



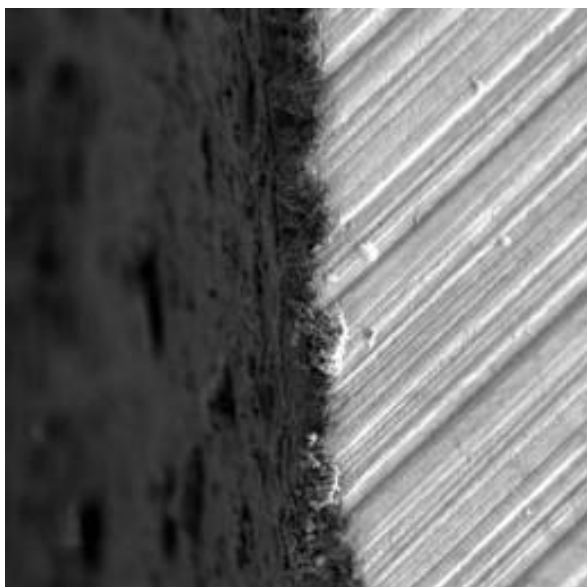
Измерение шероховатости поверхности



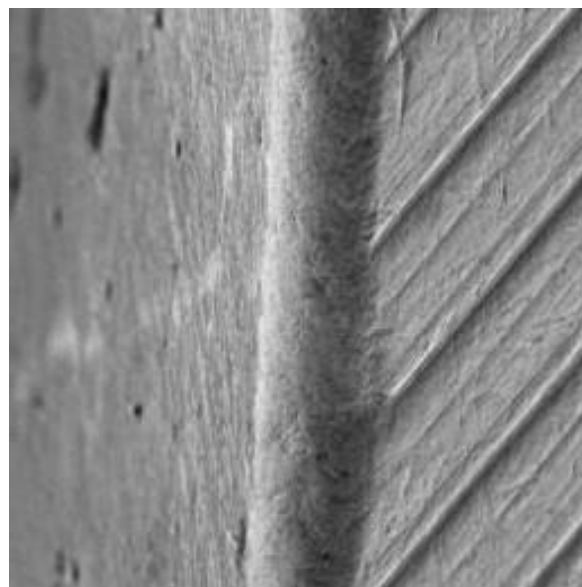
Применение буксирной галтовки для улучшения адгезии покрытия



Буксирная галтовка – это специальная обработка режущей кромки и поверхности инструмента в специальных полировальных средах (абразивах). Буксирная галтовка применяется после заточки инструмента и перед нанесением покрытия. После заточки на режущих кромках часто можно найти такие явления, как заусенцы и следы алмазной пыли, оставшиеся после шлифования



Режущая кромка после заточки.



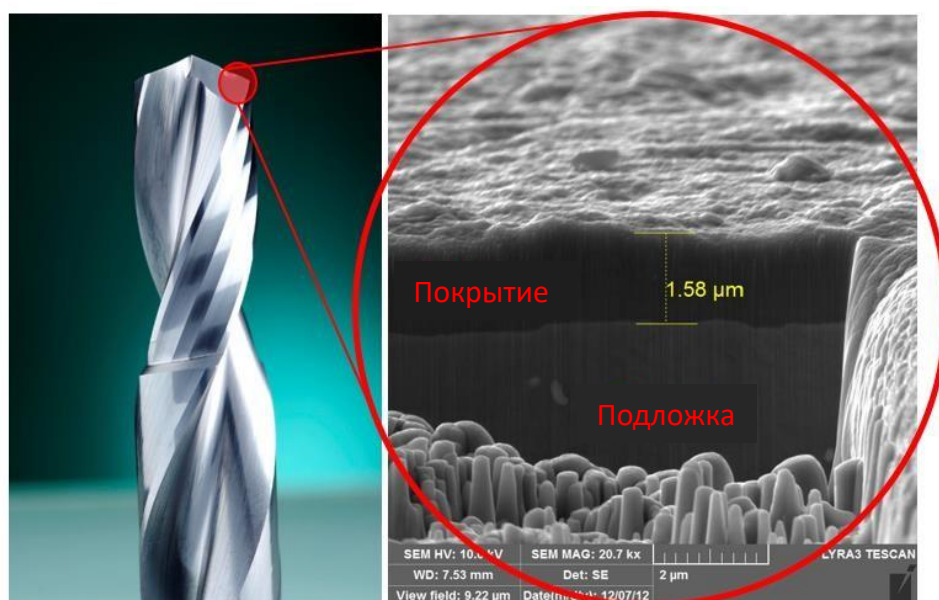
Режущая кромка после буксирной галтовки.

Контролируемое снятие заусенцев и полировка в процессе буксирной галтовки приводят к устранению шероховатости и закруглению режущих кромок. В результате обработки существенно улучшается качество поверхности инструмента перед процессом нанесения покрытия, что улучшает адгезию покрытия и повышает рабочие характеристики инструмента. Поверхность заточенного инструмента можно отполировать до зеркального блеска.

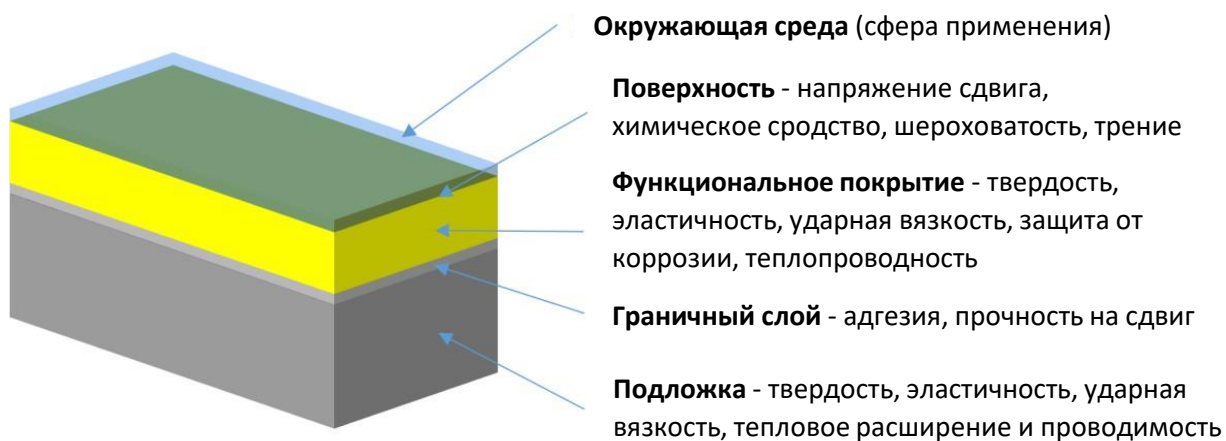
Передовой метод нанесения твердых покрытий

Покрывтие - это дополнительный защитный слой из определенного материала, который наносится на поверхность объекта (подложку). Цель нанесения покрывтия может быть функциональной, декоративной или и той и другой вместе. Функциональные покрывтия обычно наносятся для защиты материала подложки (твердые покрывтия) или для улучшения его механических, износостойких или других физических или химических свойств. Толщина покрывтия является важным параметром, который в значительной степени влияет на свойства покрывтия. Толщина твердых защитных и износостойких покрывтий, производимых компанией Staton, составляет от 1 до 5 микрометров.

Толщина покрывтия ~ 0,002мм



Покрывтия наносятся методами с использованием плазмы в вакуумных камерах, что гарантирует чистоту процессов без присутствия каких-либо примесей из окружающей атмосферы, которые могут нанести ущерб качеству покрывтия. Более того, вакуумные технологии являются экологически чистыми, так как не образуются токсичные отходы. Свойства покрывтия также зависят от структуры и состава покрывтия. Они могут быть адаптированы в соответствии с требованиями любого конкретного приложения.

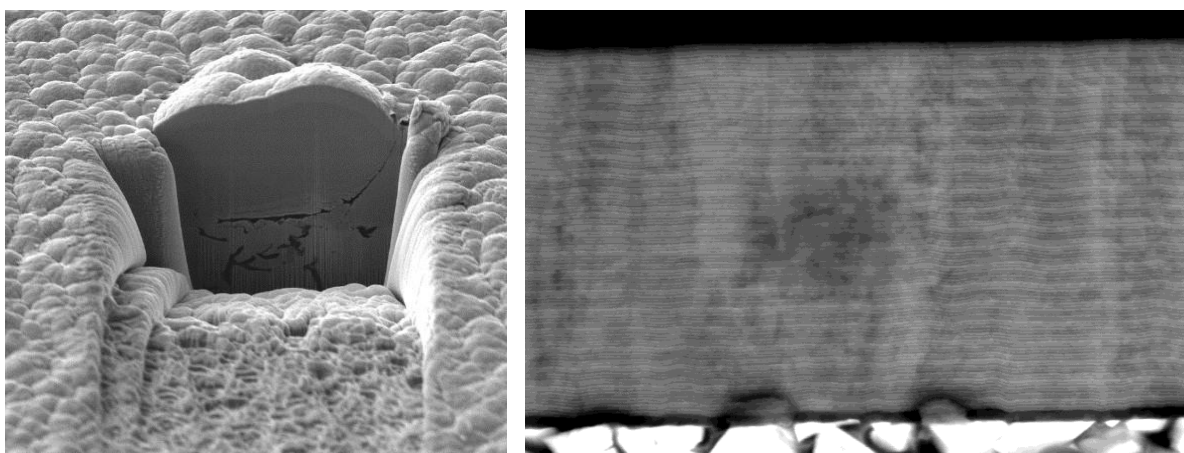


Отдел исследований и разработок с прогрессивным анализом покрытий

Наш научно-исследовательский центр Staton имеет 20-летний опыт нанесения износостойких твердых покрытий на инструменты и износостойких защитных покрытий.

Отдел исследований и разработок оснащен установками **ARC** испарения катодной дуги, несбалансированного магнетронного напыления с постоянным током, **HiPIMS** (магнетронное напыление импульсами высокой мощности) и **HITUS** (напыление с высоким коэффициентом использования мишени) для нанесения покрытий нового поколения.

Мы постоянно стремимся повысить производительность и срок службы доступных на рынке покрытий, а также соответствовать потребностям наших клиентов. Наши покрытия и параметры осаждения специально разработаны под конкретные сферы применения и заданную геометрию режущих инструментов и деталей.

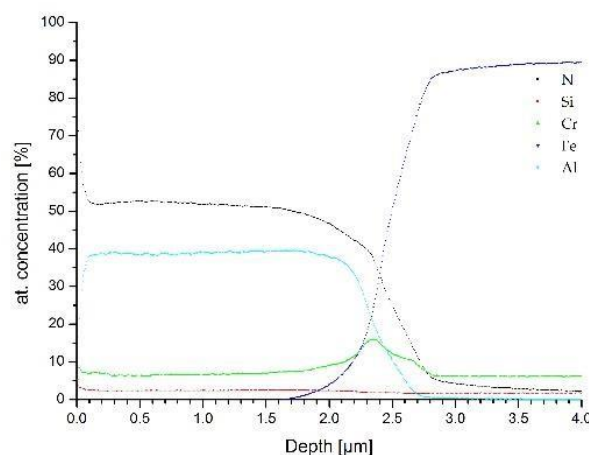


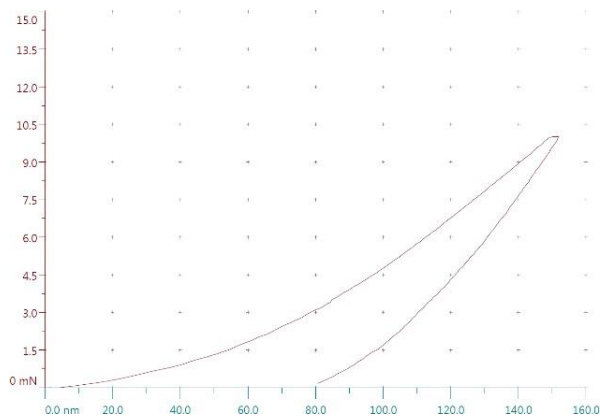
В разрезе: покрытие CrNx (слева), нано- многослойное покрытие (справа) с двуслойным нанесением <20 нм

Мы уделяем особое внимание точности и качеству наших покрытий, проводя анализ после каждого нанесения. Когда найдено правильное сочетание структуры и химического состава исследуемого покрытия, мы корректируем остальные свойства покрытия, изменяя параметры осаждения, чтобы получить максимум от наших покрытий и удовлетворить потребности клиента.

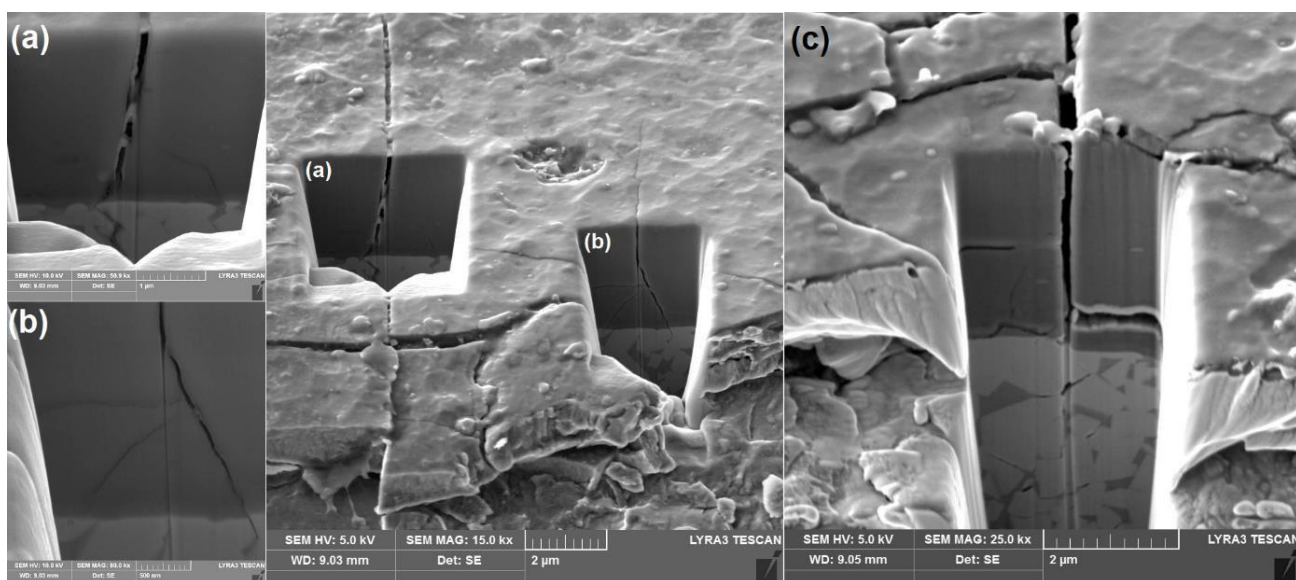
Анализ и измерение покрытий:

- Химический состав (EDS/WDS, GDOES, XPS)
- Морфология покрытий и визуализация поперечного сечения (SEM/FIB)
- Структура и фазовая эволюция (ТЕМ, Высокотемпературный XRD до 1100 °C)
- Толщина (Calotest)
- Адгезия (Нормальная сила до 200 N)
- Твердость и модуль упругости Юнга (наноиндентирование)
- Коэффициент трения и износостойкости (трибометр до 1000 °C)
- Шероховатость поверхности (бесконтактный интерференционный профилометр)
- Термостойкость (печь - до 1600 °C для инертной/воздушной среды, 1500 °C в вакууме)

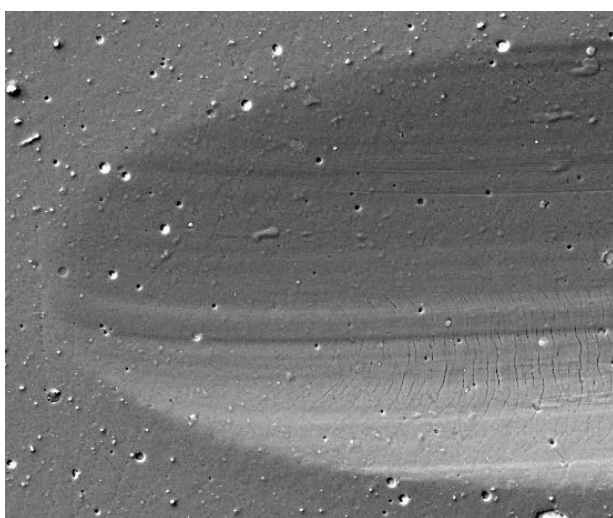




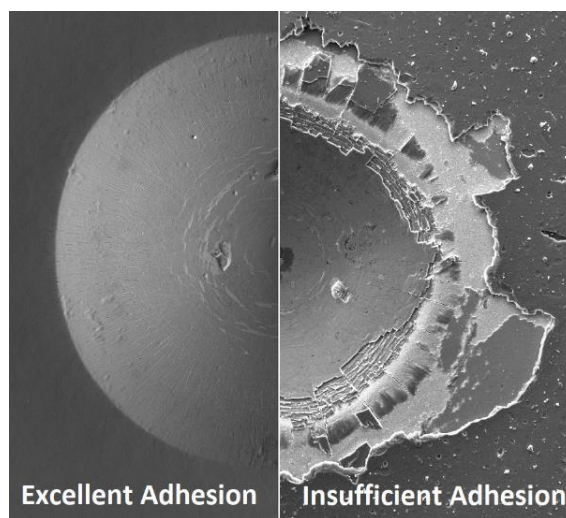
Пример измерения нанотвердости на штампе для чеканки монет с использованием наноиндентора NHT2 (слева). Кривая измерения нагрузки-смещения (справа)



Сфокусированный ионный луч (FIB), трещины в ARC покрытии после испытания Mercedes. Изображения показывают различное распространение трещин по покрытию (a, b), а также отклонение трещины на границе подложка-покрытие (c).



Испытание нанесением царапин скретч тестер с критической нагрузкой $L_{c2} > 120 \text{ N}$

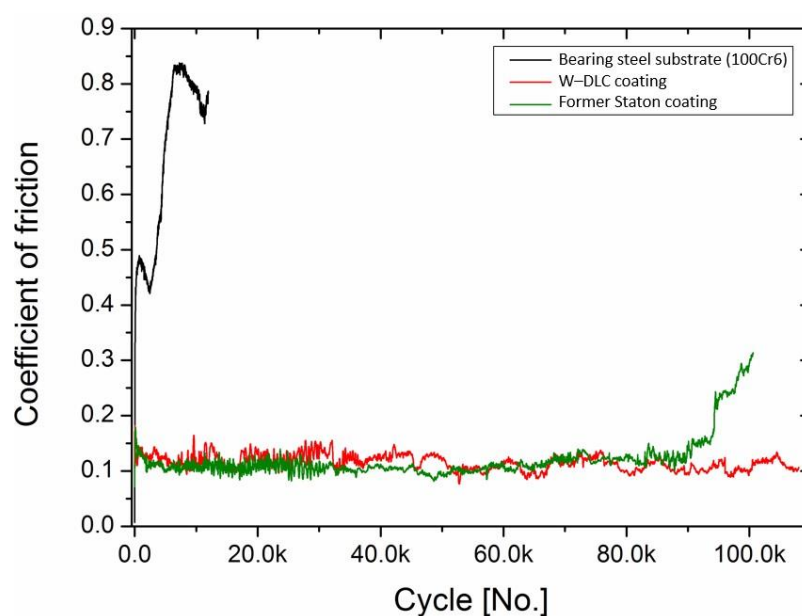


Вмятина после HRC с различной степенью адгезии (твёрдомер по методу Роквелла)

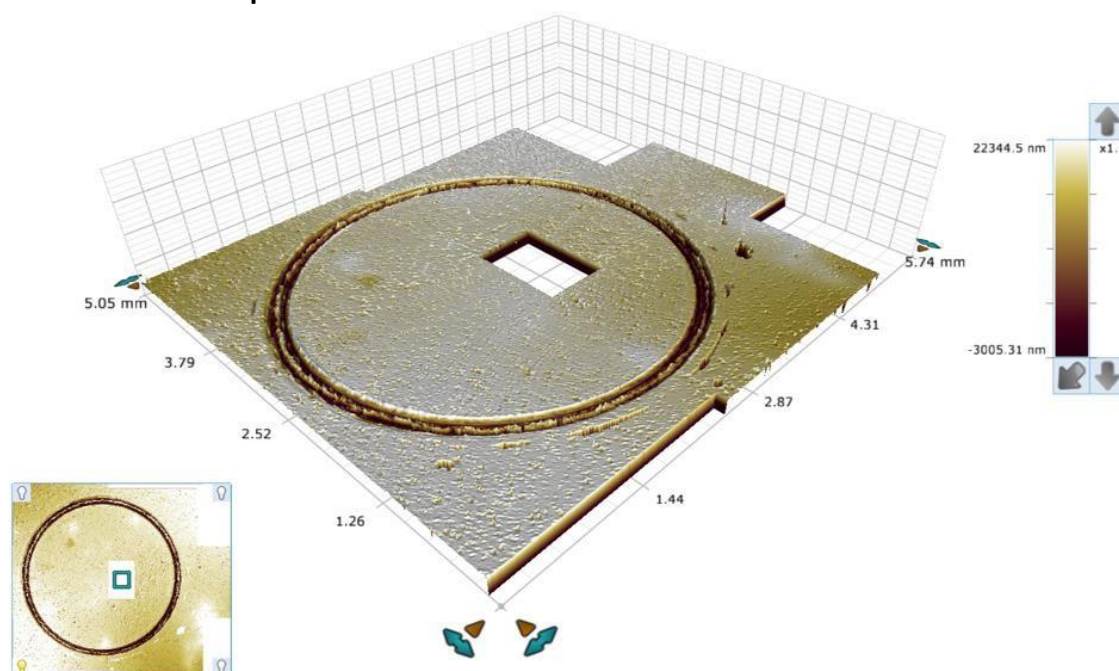
Измерение коэффициента трения и скорости износа

Свойства и рабочие характеристики покрытий сильно зависят от структуры, состава и метода нанесения. Наши лаборатории оснащены самыми современными приборами для измерения механических свойств, свойств поверхности, износостойкости, а также для измерения адгезии, коэффициента трения и скорости износа. Более глубокие анализы, такие как сканирующая электронная микроскопия (SEM) с фокусированным ионным пучком (FIB), просвечивающая электронная микроскопия (TEM), рентгеноструктурный анализ (XRD), осуществляются при содействии наших университетов-партнеров.

Долгосрочная оценка коэффициента трения - более 100 000 циклов на подложках 100Cr6 с использованием шара на диске Brucker.



Испытания на износ покрытия



Типы покрытий, производства Staton

Мы производим различные виды современных покрытий, которые различаются в зависимости от характера их применения. Покрытия обладают различными свойствами и могут быть дополнительно изменены в соответствии с конкретными требованиями клиентов.

Области применение покрытий

- режущие инструменты – износостойкие твердые покрытия (например, нитриды, карбиды, бориды)
- подшипники - износостойкие защитные покрытия (например, W–DLC, MoS₂)
- Штампы для чеканки
- антикоррозионные покрытия
- стальные поршневые кольца
- пресс-формы небольших размеров

Материалы для нанесения покрытий

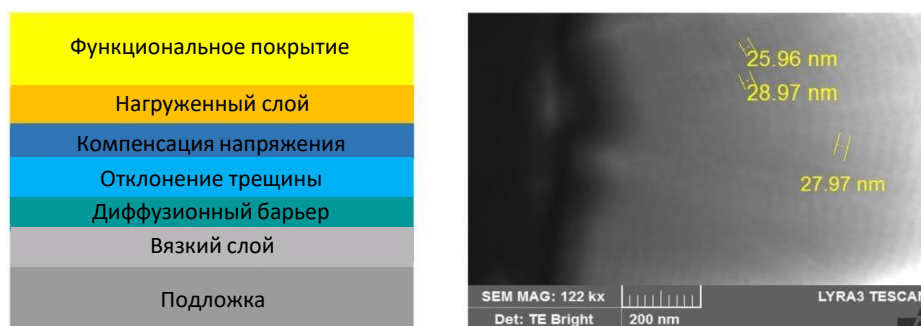
- мишени для ARC дугового испарения: Ti, Al, Cr, TiAl, CrAl, TiSi, Nb
- распыляемые мишени: Ti, Al, Cr, Mo, Nb, V, WC, Si, TiAl, TiSi, TiB₂
- газы: Ar, N₂, C₂H₂, O₂

Структуры покрытия

- однослойная структура
- многослойная или нано-многослойная структура с двухслойным периодом менее 20 нм
- градиентная структура с непрерывным изменением параметров осаждения
- нанокompозитная структура с зернами нитрида твердого металла, внедренными в аморфную матрицу
- комбинация вышеупомянутых структур для формирования одного сложного покрытия

Методы осаждения

- Катодно-дуговое испарение
- магнетронное распыление при постоянном токе
- Комбинация ARC испарения и магнетронного распыления
- магнетронное распыление импульсами высокой мощности (HIPIMS)
- Фильтрованное катодно-дуговое испарение



Наноструктурированные многослойные покрытия: структурная схема многослойного покрытия со слоями, нанесенными для различных целей (слева) и изображение многослойного покрытия с повторяющейся двухслойной структурой, полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM)

Руководство по нанесению покрытий

Покрывтие*					Материал заготовки						Область применения									
Тип	Твердость [ГПа]	Твердость [HV0.05]	Козффициент трения[-]	Термо-стойкость [°C]	Закалённая сталь	Упроч. сталь	Цемент. сталь	Чугун	Al сплавы	Цветные металлы	Сверление	Фрезеровка	Точение	Торцовка	Резка	Формовка	Нарезание резьбы	Износостой кие покрытия	Чеканка монет	
Универсальные покрытия(температура осаждения ~300–500° C)																				
TiN	23	2350	0.40	500	●●						●●	●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●		●●	
TiCN	27	2750	0.20	450	●●					●●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●●	●●		
Покрывтия для режущего инструмента и износостойкие покрытия (температура осаждения ~300–500° C)																				
CrN	21	2100	0.60	700					●●●		●●	●●	●●							
CronNix**	24	2450	0.35	600					●●●		●●	●●	●●					●●●		
TiAlN	32	3250	0.50	600	●●●			●●			●●	●●	●●		●●●					
AlTiN	33	3350	0.60	700	●●●			●●●			●●	●●	●●		●●●					
TiAlCN	29	2960	0.40	600	●●●			●●●			●●	●●	●●		●●●					
KTRN I	34	3470	0.50	900	●●●	●●					●●●	●●●	●●●							
KTRN II	34	3450	0.40	1100	●●●	●●●					●●●	●●●	●●●		●●●					
AlTiCrN-SL	34	3470	0.50	950	●●●	●●●					●●●	●●●	●●●		●●●					
CRONAL	30	3050	0.50	1000	●●●	●●●					●●●	●●●	●●●		●●●					
SICRAL	37	3800	0.30	1000	●●●	●●●					●●●	●●●	●●●		●●●					
CALCRONIS	37	3800	0.45	1100	●●●	●●●					●●●	●●●	●●●		●●●					
TiSiN	38	3900	0.50	1100	●●●	●●●	●●●				●●●	●●●	●●●		●●●					
Специальные покрытия (температура осаждения < 200° C)																				
CrN – L	20	2050	0.60	750	●●		●●●												●●●	
CrCN – L	22	2250	0.30	600	●●		●●●												●●●	
CrN/TiN – L	20	2050	0.50	650	●●		●●●												●●●	
CrTiCN – L	22	2250	0.35	500	●●		●●●												●●●	
TiN – L	23	2350	0.40	500	●●		●●●									●●			●●	
TiCN – L	25	2550	0.20	450	●●		●●●									●●		●●	●●●	
TiN/CrN SL	35	3600	0.40	600	●●●	●●●	●●●				●●	●●	●●						●●●	
W-DLC	18-25	1850	0.10	600					●●		●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●		

* Стандартная толщина покрытия 1 – 4 мкм

** Покрытие до 22 мкм

••• Отлично подходит •• Хорошо подходит

Нанесение покрытия на инструменты

Отдел работы с покрытиями компании Staton уже почти 20 лет занимается нанесением износостойких твердых покрытий на режущие инструменты (сверла, фрезы, резцы, метчики, развертки и др.) и формовочные инструменты (пресс-формы, матрицы, ножницы, гибочные инструменты и др.). Покрытие наносится с использованием передовых технологий дугового испарения и магнетронного распыления. Тонкие пленки, такие как TiN, TiCN, TiAlN, CrAlSiN, TiBN, наноккомпозиты и многослойные покрытия, существенно влияют на свойства и рабочие характеристики инструмента. Размеры инструментов с покрытием ограничены по размерам: длина (диаметр) = 600 мм, масса = 50 кг.

Влияние покрытий на свойства инструмента

- длительный срок службы инструмента
- сокращение времени простоя
- снижение расходов на оснастку
- уменьшение коэффициента трения
- увеличение твердости поверхности
- повышение температурной стабильности наконечника инструмента
- увеличение окислительной и химической стойкости
- возможность обрабатывать труднообрабатываемые материалы
- увеличение скорости подачи и числа оборотов
- уменьшение усилия резания
- уменьшение шероховатости обработанных поверхностей
- уменьшение прилипания материала
- минимизация количества используемой охлаждающей жидкости и возможность сухой металлообработки



➤ **Существенное снижение затрат**



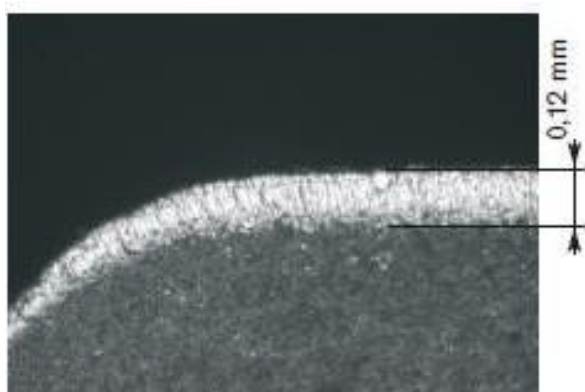
Нанесение покрытия на режущие инструменты – Композитные термостойкие нитридные покрытия – KTRN

Компания Staton разработала новый тип твердых износостойких композитных покрытий, наносимых с использованием новой дуговой ARC технологии. Термостойкость и стойкость к окислению KTRN покрытий сохраняется при температуре до 1000 °С, а их твердость достигает 3500HV, а адгезия превышает 100Н. KTRN покрытия специально разработаны для использования на режущих инструментах (сверлах, фрезах, резцах и др.), изготовленных из цементированных карбидов, и используемых в условиях высокой скорости резания. Оценка срока службы инструментов с покрытиями KTRN была проведена с помощью обрабатывающего центра с ЧПУ Cincinnati Milacron. Для теста использовался инструмент Sandvik Coromant. На результатах показан износ режущей кромки в зависимости от длины реза.

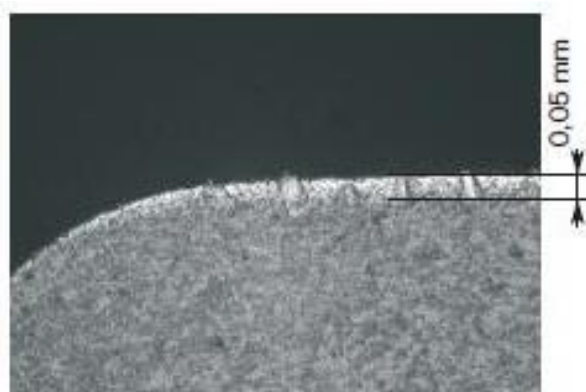
Тест характеристик и срока службы режущих инструментов с покрытием KTRN

Условия резания:

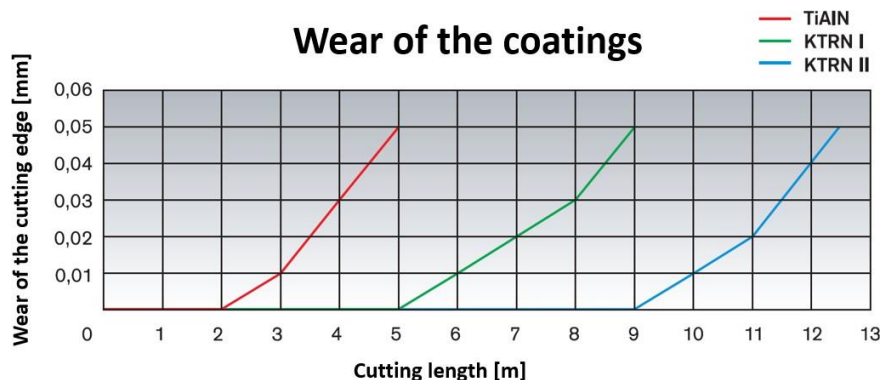
- обрабатываемый материал – инструментальная легированная сталь X210Cr12, твердость 30 HRC
- скорость резания – 100 м/мин
- глубина – 2 мм
- подача – 0.2 мм



Режущая кромка– покрытие TiAlN после реза 3 м , ширина стружки 0.12 мм (увеличение 100х)



Режущая кромка– покрытие KTRN после реза 8 м, ширина стружки 0.05 мм (увеличение 100х)



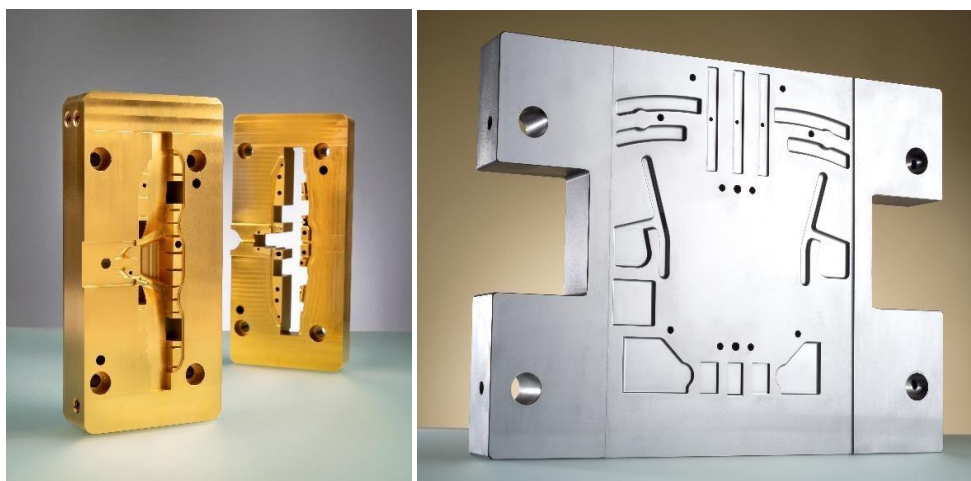
Нанесение покрытий на формообразующие инструменты



Модификация поверхностей формообразующих инструментов (пресс-формы, матрицы, устройства для высечки, пробойники и гибочные инструменты) с помощью PVD покрытий с низким коэффициентом трения и высокой твердостью улучшает их рабочие характеристики и производительность и увеличивает срок службы. Покрытие защищает инструмент от прилипания отрезаемого материала к устройству для высечки, облегчает удаление отрезанного материала во время высвобождения устройства для высечки и предотвращает заклинивание инструмента. PVD технология может быть использована для нанесения покрытий на различные типы инструментов, используемых для формования металлических, пластиковых и композиционных материалов.

Основные преимущества при покрытии формообразующих инструментов:

- повышенная твердость и ударная вязкость и, следовательно, повышенная износостойкость
- уменьшенный коэффициент трения и тем самым уменьшенное использование смазки
- повышенная коррозионная стойкость и, следовательно, увеличенный срок службы инструмента
- улучшение качества инструмента и, следовательно, сокращение времени простоя и обслуживания инструмента
- широкий спектр возможных применений



Процедура осаждения PVD происходит при температурах 200-300 °С, что позволяет наносить покрытия на формообразующие инструменты и компоненты пресс-формы, изготовленные из инструментальных сталей, которые обычно подвергаются отпуску при 200-300 °С, не теряя своей внутренней твердости (58 - 62 HRC).

Износостойкие покрытия W-DLC (Diamond-Like Carbon-алмазоподобные углеродные покрытия, легированные вольфрамом)

технология плазменного импульсного распыления графита в вакуумной камере и осаждение ионов углерода с большой энергией на изделия.

Свойства покрытия:

- Высокая износостойкость
- Низкий коэффициент трения (COF ~0.1)
- Низкая шероховатость ($R_a \sim 10 \text{ nm}$)
- Средне высокая твердость (15 - 23 ГПа) до 600 °C
- Стойкость к коррозии
- Низкий уровень внутренних напряжений – очень хорошая адгезия ($L_c \sim 120 \text{ N}$)



Механические детали из сталей с низкой температурой отпуска (ниже 200°C)

- подшипниковые и цементированные стали
- снижение трения и тепловой нагрузки
- уменьшение заедания между скользящими компонентами
- снижение уровня шума
- снижение энергопотребления
- увеличение срока службы



Механическая обработка Al, Al-сплавов и других цветных металлов

- полированные поверхности инструментов (шероховатость $R_a = 10 - 20 \text{ nm}$)
- снижение шероховатости обрабатываемой поверхности
- помогает сохранить острые кромки на инструментах
- устранение прилипания Al к режущей кромке
- увеличение срока службы инструмента

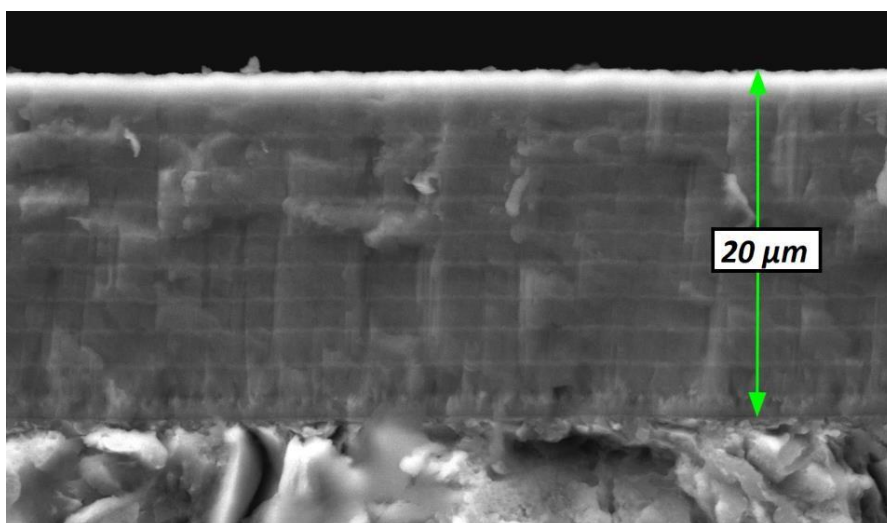


Трибологическое покрытие на основе хрома для поршневых колец

- Толщина до 22 мкм для стальных колец
- Низкий коэффициент трения, COF ~0.35
- Низкая шероховатость поверхности, Ra ~10 нм
- Средне высокая твердость, H до 24 ГПа
- Высокая износостойкость
- Стойкость к коррозии
- Низкий внутренний уровень напряжения – отличная адгезия, HF1, Lc ~100 N



Покрывтие CronNix представляет собой очень гладкое напыленное покрытие из нитрида хрома (CrN). Благодаря низкому уровню внутреннего напряжений покрытие может быть изготовлено с большой толщиной до 22 мкм. Данное покрытие в основном используется для скользящих элементов, таких как стальные поршневые кольца. Благодаря высокой пластичности, гладкости и высокой износостойкости CronNix является идеальным выбором в качестве альтернативы твердому хромированию.



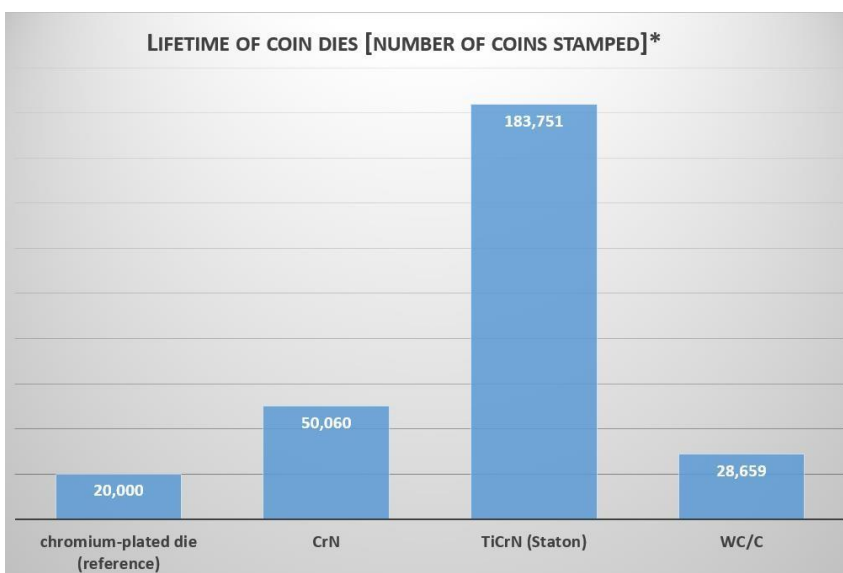
Поперечное сечение покрытия CronNix

Нанесение покрытий на штампы для чеканки

Качество и надежность штампа для чеканки на выбранном материале, термическая обработка при изготовлении штампа и окончательная доработка рабочих поверхностей. В процессе штамповки происходит давление на внутренние слои материала штампа, в результате чего, происходит деградация (разрушение штампа). Нанесение покрытия на рабочие поверхности штампа с использованием подходящего твердого PVD покрытия может существенно повысить качество и срок службы штампа. Это является необходимостью в случае штамповки монет с качеством PROOF. Компания Staton разработала специальные покрытия для нанесения на чеканочные штампы, что в значительной степени улучшает их качество и надежность.

Влияние нанесения покрытия на срок службы чеканочного штампа

Срок службы штампа для производства обычных монет может быть увеличен более чем вдвое при использовании PVD покрытия из твердого нитрида хрома по сравнению с обычным хромированным штампом. Компания Staton разработала высокоспециализированное покрытие TiCrN PVD для модификации поверхности штампов, используемых для штамповки тиражных монет. В независимом тесте было доказано, что штамп с покрытием Staton TiCrN более чем в 9 раз более эффективен, чем обычный штамп.



*Независимый тест Института Материаловедения Словацкой Академии Наук; опубликовано в журнале «MM Industrial Spectrum», ноябрь 2014.

Чеканочные штампы PROOF



Помимо тиражных монет, Staton также занимается разработкой специализированных PVD покрытий для модификации поверхностей штампов, предназначенных для чеканки серебряных, золотых монет и медалей.



Декоративные покрытия

Изделия из обычных сталей, сплавов и даже пластмасс могут тоже иметь ярко-золотистый вид. Декоративные покрытия могут быть нанесены на изделия и детали с целью значительно улучшить их внешний вид и, таким образом, повысить эстетическую ценность. Более того, твердые PVD-покрытия устойчивы к царапинам и износу и, таким образом, обеспечивают идеальный внешний вид даже после длительного и интенсивного использования. Качество покрытия также выражается в однородности пленки.

Декоративные покрытия с различными металлическими цветами можно использовать во многих областях, таких как автомобили, архитектура, предметы домашнего обихода и предметы роскоши (ювелирные изделия, часы, очки и др.).



Другие специализированные применения функциональных покрытий, разработанных компанией STATON

Существует множество других сфер применения для высококачественных функциональных PVD покрытий. Устойчивость к коррозии и окислению в суровых условиях является большим преимуществом нашего специально разработанного покрытия CRONAL. Например, он был успешно использован для покрытия элементов легкого огнестрельного оружия. Независимые испытания показали, что покрытие CRONAL лучше, чем обычное покрытие из гальванического никеля.





ООО «СТАНБЕРГ»

117218, г. Москва, ул.
Кржижановского, д.15, корп.5,
этаж 5, офис 510Б

8 (800) 775-06-67

8 (495) 055-01-01

www.stanberg.ru

info@stanberg.ru