

ОБЗОР УСТАНОВОК ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

**Марусич К.В., канд. техн. наук,
Антонцева И.В., Шинкоренко Т.В.
Оренбургский государственный университет**

На предприятиях оборонно-промышленного комплекса широко применяются титановые, жаропрочные сплавы и нержавеющие стали. Они обеспечивают отличную прочность и стойкость деталей к коррозии, но эти преимущества вызывают появление серьезных проблем при механической обработке.

Для обработки указанных материалов обычно применяют твердосплавный монолитный инструмент, изготавливаемый из покупных шлифованных заготовок (столбиков) различных диаметров [1]. Стойкость таких инструментов во многом зависит от качества заготовок, применяемых для изготовления инструмента. В таблице 1 приведены результаты стойкостных испытаний фрез Ø12 и Ø20, изготовленных из столбиков разных фирм.

Таблица 1 - Стойкость твердосплавных фрез Ø12 и Ø20, час

Ø, мм	«SANDVIK», 6WH10F	«Кировоградский завод твёрдых сплавов», АО4	«GUHRING», DK460UF	«Легато», RX10
Ø12	15 часов	1 час 40 мин	3 часа	7 часов 25 минут
Ø20	5 часов	40 мин	3 часа	1 час 20 мин

В настоящее время на рынке представлен довольно широкий спектр установок для нанесения на инструмент упрочняющих покрытий. Это установки «УФПУ-111», «INGENIA», «UniCoat 700», «Ceme-Con» и т. д.

Установка для финишного плазменного упрочнения УФПУ-111 (рисунок 1) предназначена для безвакуумного нанесения износостойкого нанопокрытия на инструмент, технологическую оснастку, детали машин (без изменения шероховатости поверхности, при нагреве изделия не более 100°C). Стойкость фрез с таким покрытием приблизительно 5 часов.

Компания ООО «Оерликон Бальцерс Рус» предлагает установку для нанокompозитных покрытий – «INGENIA» (рисунок 2). «INGENIA» - новая компактная система для нанесения покрытий. Превосходит предшествующие системы по скорости, точности и универсальности, она отличается простотой в обращении и компактной конструкцией [2].

Система «INGENIA» позволяет использовать технологию S3pTM (Технологию ускоренной импульсной эмиссии электронов), которая является технологией магнетронного распыления импульсами высокой мощности. Высокая ионизация достигается при фактическом отсутствии капельной фазы.



Рисунок 1 – Установка для финишного плазменного упрочнения УФПУ-111

Результат - чрезвычайно гладкие и высокоплотные покрытия для высоко-го диапазона применения. Технология позволяет получать плотности изменяе-мой мощности, что увеличивает использование широкого диапазона материа-лов покрытий, обеспечивает высокие показатели однородности покрытия по толщине. Точность толщины покрытия имеет погрешность всего $\pm 5 \%$.

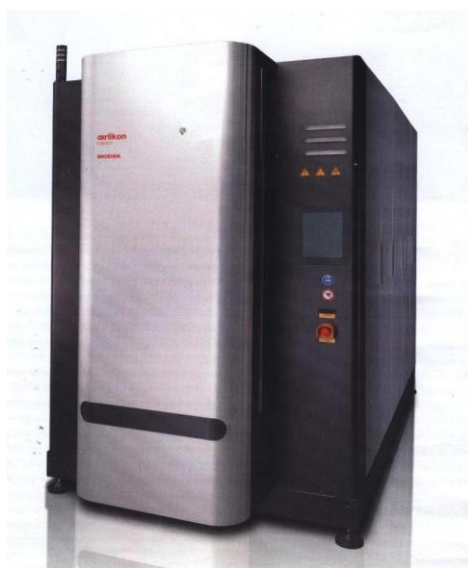


Рисунок 2 – Установка для нанесения покрытия «INGENIA»

Подготовка поверхности под покрытие за 20 минут, короткие циклы оса-док от 2 до 3 часов обеспечивают производительность до 8 партий в день, быстрая загрузка. Возможность работы с восемью различными процессами, по-крытиями и/или продуктами в день.

Следующей была рассмотрена вакуумная установка нанесения нанокон-позитных покрытий UniCoat 700 НПФ «Элан практик», представленная на рисунке 3 [3].



Рисунок 3 – Установка нанесения покрытий «UniCoaT 700»

Возможности установки:

- производство всех типов нанокompозитных покрытий различного назначения (упрочняющих, защитных, трибологических, многофункциональных и др.) для широкого спектра изделий;
- разработка технологии нанесения всех типов нанокompозитных покрытий на изделия, выполненные из различных материалов с использованием высокоэффективных магнетронных распылительных систем;
- возможность дооснащения установки дополнительными устройствами (ионным источником, магнетроном HIPIMS).

Следующая установка для нанесения покрытий - «Ceme-Con» представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 - Установка для нанесения покрытия «Ceme-Con»

Установки «Ceme-Con» используют технологию нанесения покрытия физическим осаждением из паровой среды по бескапельной технологии. При бескапельной технологии распыления производится обстрел катода ионами аргона, в этом случае атомарные частицы материала катода испаряются из твердого куска материала, минуя жидкую фазу, чрезвычайно гладкая поверхность.

Преимущества установки «Ceme-Con»:

- гладкая поверхность, идеальная режущая кромка (меньше трения, легкое удаление стружки);

- высокая гибкость (можно распылять почти любой металл). Поэтому покрытие можно адаптировать для конкретной области применения резки.

Бескапельная технология покрытия с использованием импульса высокой энергии позволяет существенно повысить ионизацию частиц плазмы, а ионизированные частицы лучше управляются при осаждении и получают необходимую энергию для лучшего проникновения в поверхность подложки и более плотной укладки слоя покрытия. Это улучшает адгезию покрытия и обеспечивает более плотную структуру покрытия. Основное преимущество установки «Ceme-Con» - это применение уникальных технологий, что позволяет производить многослойное покрытие.

Результаты проведенного обзора представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды установок для нанесения упрочняющего покрытия

№	Наименование установки	Методы нанесения, принципы действия	Толщина наносимого слоя	Основа покрытия
1	УФПУ- 111	плазменно – безвакуумное нанесение тонкопленочного алмазоподобного покрытия методом финишного плазменного упрочнения	0,1 до 2 мкм	оксикарбонитрид кремния
2	INGENIA	технология магнетронного распыления импульсами высокой мощности	2 - 4 мкм	покрытие на основе алюминий-хром-нитрида
3	UniCoat 700	вакуумная установка нанесения нанокompозитных покрытий	2 - 4 мкм	производство всех типов нанокompозитных покрытий различного назначения (упрочняющих, защитных, трибологических, многофункциональных и др.) для широкого спектра изделий
4	Ceme-Con	технология нанесения покрытия физическим осаждением из паровой среды по бескапельной технологии	2 - 4 мкм	многослойное покрытие: связующий слой для идеальной адгезии; высокая ударная вязкость слоя AlTiN; супертвердый слой TiSiN

В дальнейшем в рамках магистерской диссертации планируется провести анализ стойкости твёрдосплавного режущего инструмента после нанесения

упрочняющего покрытия с помощью рассмотренных установок.

Список литературы

1. Антонцева, И. В. Обзор процесса изготовления режущего инструмента на машиностроительном предприятии / И.В. Антонцева, К.В. Марусич // Компьютерная интеграция производства и ИППИ-технологии: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2017. – С. 583-586.
2. OERLIKON [Электронный ресурс]: Сайт фирмы ООО «Оерликон Бальцерс Рус». – Режим доступа: <http://www.oerlikon.com/balzers/ru> (дата обращения: 26.12.2017 г.)
3. UNICOAT 700 [Электронный ресурс]: Сайт фирмы НПФ «Элан практик». – Режим доступа: <http://www.elanpraktik.ru/> (дата обращения: 26.12.2017 г.)