

СЕКЦИЯ Е
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА,
ТОРГОВЛИ, РЕКЛАМЫ

УДК 539.23

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АТОМНО-СЛОЕВОГО
ОСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.И. Кащенко, студент гр.10505117 ФММП БНТУ,
научный руководитель – докт. техн. наук, доцент Н.М. Чигринова

Резюме – в статье приведены сведения о возможностях применения метода атомно-слоевого осаждения для защиты и улучшения характеристик изделий из металла.

Summary – the article provides information about the possibilities of using the method of atomic-layer deposition for the protection and improvement of the characteristics of metal products.

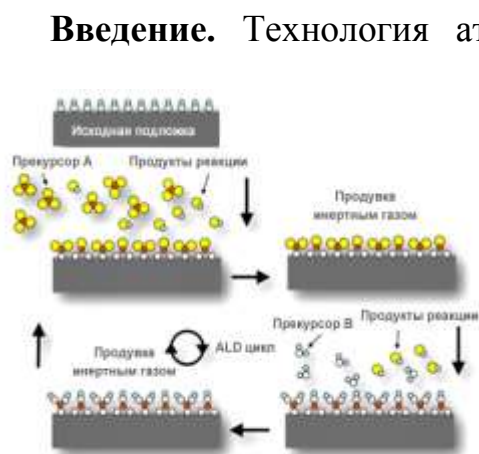


Рисунок 1 – Схема процесса ALD

Технология атомно-слоевого осаждения (ALD, Atomic Layer Deposition) происходит за счет последовательных самоограниченных газофазных химических реакций на поверхности изделия, что дает возможность наносить и осуществлять контроль роста очень ультратонких, высокооднородных и конформных слоев различных материалов на образцах разной формы. Схема процесса представлена на рисунке 1.

В отличие от традиционного метода CVD, прекурсоры не смешиваются и не взаимодействуют между собой до попадания на подложку, температуры осаждения лежат в более низком диапазоне (обычно 150-400°C) [1].

Основная часть. Отличительной особенностью ALD от методов химического и физического осаждения из газовой фазы является то, что контроль осаждения осуществляется не за счет источников (рисунок 2, а), а поверхностно - контролируемый методом (рисунок 2, б) [2]. Данная особенность позволяет получить следующие преимущества: конформность покрытия, высокую адгезию, контроль толщины, однородность покрытия, одно - или многокомпонентные слои.

Методом атомно-слоевого осаждения можно получать пленки из чистых материалов (Al, C, Si, Ti, Fe, Co, Ni, Ge и других), оксиды, нитриды и иные соединения. Широкое распространение описываемых метод получил в оптике, в полупроводниковой микроэлектронике, нанотехнологиях [3,4]. ALD часто используется для получения антикоррозионных, антифрикци-

онных и декоративных покрытий для металлических деталей. Исследования показали, что технология атомно-слоевого осаждения позволяет защищать от коррозии не только плоские пластины, но и порошки металлов, а также 3D модели [5].

Сверхтонкие износостойкие пленки Al_2O_3 или Al_2O_3/TiO_2 (20-200 нм), нанесенные методом ALD, используются, как покрытия различной толщины на шарикоподшипниках (рисунок 3).

Однородность покрытия на 3D моделях препятствует возникновению царапин, а также улучшает износостойкость. В качестве антикоррозионных покрытий различных металлов применяют следующие покрытия: Al_2O_3 , TiO_2 , Ta_2O_5 и $Al_2O_3-TiO_2$ и другие [1,6].

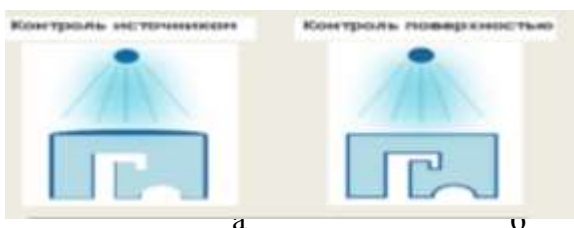


Рисунок 2 - Качество покрытия

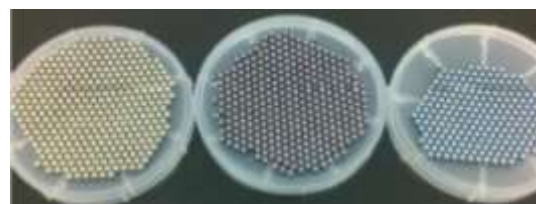


Рисунок 3– ALD покрытия

В результате исследований в рамках проекта ЕС "CORRAL" были получены следующие результаты: антикоррозионные свойства стали 100Cr6 в тестах с солевым туманом с покрытием PVD+ALD были существенно выше по сравнению со свойствами стали с покрытием, полученным методом PVD (рисунок 4).

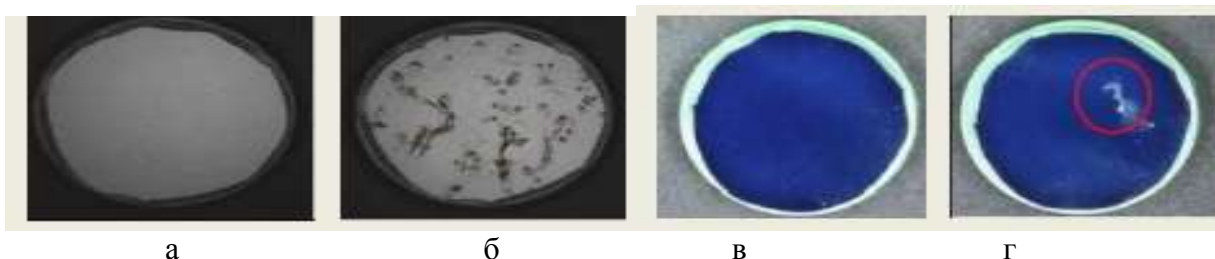


Рисунок 4 - Сталь 100Cr6 в тестах с солевым туманом, NSS: а - пластина со слоем PVD до NSS теста; б - пластина со слоем PVD после 2х часов NSS теста; в - покрытие PVD+ALD до NSS теста; г - покрытие PVD+ALD после 670 часов NSS теста [2]

В результате исследований в рамках проекта ЕС "CORRAL" были получены следующие результаты: антикоррозионные свойства стали 100Cr6 в тестах с солевым туманом с покрытием PVD+ALD были существенно выше по сравнению со свойствами стали с покрытием, полученным методом PVD (рисунок 4).

Метод ALD позволяет наносить абсолютно прозрачные тонкие пленки Al_2O_3 и TiO_2 , которые препятствуют потускнению серебряных изделий. Также метод позволяет, в зависимости от цели, подбирать оптимальную толщину пленки и количество слоев в ней. Ускоренный коррозионный тест

двух серебряных монет (48 часов пребывания в тиоацетамиде), показал, что монета без покрытия (рисунок 5, б) потемнела намного сильнее, чем монета с покрытием методом ALD (рисунок 5,а) [2].

В ювелирной промышленности данную успешно технологию использует бренда Kalevala, кулоны данного



а б
Рисунок 5 – Серебряные



бренда представлены на рисунке.

Рисунок 6 – Серебряные кулоны Kalevala

Для производства часов важны показатели однородности, конформности, возможность создавать различные цвета для изделий из металла. Метод атомно-слоевого осаждения позволяет достигать данных целей. На рисунке 7 представлены элементы часов с различными покрытиями полученными методом ALD. Кроме того, метод атомно-слоевого осаждения позволяет снизить расход материала, так как достичь желаемого результата с использованием гораздо более тонких пленок.



Рисунок 7 – Элементы часов с покрытиями методом ALD [7]

Заключение. Метод атомно-слоевого осаждения позволяет создавать очень тонкие многослойные пленки различного состава, а также с высокой точностью контролировать их рост, что позволяет создавать покрытия с уникальными характеристиками. Однако, метод атомно-слоевого осаждения имеет низкую скорость осаждения и толщину получаемых пленок. Данные ограничения создают необходимость нанесения большого количества слоев на защищаемый металл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Atomic layer deposited thin films for corrosion protection / R. Matero [et al.] // Journal de Physique IV (Proceedings). – France, 1999. – 493-499 p.
2. Атомно-слоевое осаждение (Atomic Layer Deposition, ALD) для научных и промышленных применений [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.dgu.ru/Content/files/ALD%20-.pdf>.
3. Амбарцумов М.Г. Влияние условий плазмоактивированного атомно-слоевого осаждения на микроструктуру, состав и свойства пленок нитрида

алюминия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.27.06 / М.Г. Амбарцумов; Северо-Кавказский федеральный университет – Ставрополь, 2020.

4. Атомно-слоевое осаждение - метод модификации оптических поверхностей / В.В. Азарова [и др.] – Красногорск, 2020.

5. Corrosion protection of Cu by atomic layer deposition / V. Cremers [et al.] // Journal of Vacuum Science & Technology A. – 2019. – 2 p.

6. Salmi E. Atomic Layer Deposited Coatings for Corrosion Protection of Metals: academic dissertation / E. Salmi. – Helsinki, 2015. – 9-74 p.

7. Atomic Layer Deposition: Protection for Coins and Watches [electronic resource]. – Access mode: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=11424>.

УДК 339.

АКТУАЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ

*А.П. Касинич, студентка группы 10504218 ФММП БНТУ,
научный руководитель – старший преподаватель С.А. Харитонович*

Резюме – в статье излагается видение необходимости высшего образования для развития потенциала человеческого капитала в стране на стадии постиндустриального развития и продолжение образования, и адаптация индивида в течении жизни.

Summary – the article outlines the vision of the need for higher education for the development of the potential of human capital in the country at the stage of post-industrial development and continuation of education, and adaptation of the individual throughout life.

Введение. По данным переписи населения 2019 г., удельный вес людей с высшим образованием в трудоспособном населении составлял 20,5%. Увеличение интереса к получению высшего образования в последние годы оказало положительное воздействие на качественные характеристики рынка труда – четверть всего занятого населения страны имеет законченное высшее образование. С другой стороны, широкое распространение высшего образования привело к девальвации концепции подготовки специалистов высшей квалификации, поскольку происходило на фоне отсутствия соответствующих механизмов обеспечения качества. Постепенно наличие высшего образования у работника стало рассматриваться работодателем не как профессионально – квалификационная характеристика, а как социальный императив, обязательное требование для приема на работу для большинства рабочих мест. Высшее образование стало выполнять не столько функцию подготовки уникальных кадров высшей квалификации, сколько функцию общей социализации.

Основная часть. Интенсивное развитие высшего образования привело к снижению качества профессиональной подготовки на базе вузов,