

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОПОКРЫТИЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С ПРОЦЕССОМ КОРРОЗИИ

*В.А. Евдокимова<sup>1)</sup>, О.П. Ровенская<sup>2)</sup>*

1) студент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [vika.yevdokimova.01@bk.ru](mailto:vika.yevdokimova.01@bk.ru)

2) к.вет.н., старший преподаватель Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [olhovic\\_1980@mail.ru](mailto:olhovic_1980@mail.ru)

**Аннотация:** Рост технологии нанопокровтий движется к внедрению их во многие сектора промышленности благодаря превосходным возможностям. Нанопокровтия обладают многочисленными преимуществами, в том числе твердостью поверхности, прочностью адгезии, долговременной и/или высокотемпературной коррозионной стойкостью, и т.д. Кроме того, нанопокровтия можно наносить более тонкой и гладкой толщиной, что обеспечивает гибкость оборудования, повышенную эффективность, экономию топлива, меньшие углеродные следы и более низкие затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию. Нанопокровтия эффективно используются для уменьшения воздействия агрессивной среды. Нанопокровтие - это покрытие, которое либо имеет составляющие в наномасштабе, либо состоит из слоев размером менее 100 нм. Мелкие размеры наноматериалов и высокая плотность их грантовых границ обеспечивают хорошую адгезию и превосходный физический охват поверхности с покрытием. Тем не менее, такие прекрасные свойства могут образовывать активные участки для коррозии. В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на коррозию этих материалов.

**Ключевые слова:** коррозия, нанопокровтие, факторы коррозии.

## THE FEATURES OF THE NANO-COATING TO COMBAT CORROSION PROCESS

*V. A. Evdokimova<sup>1)</sup>, O. P. Rovenskaya<sup>2)</sup>*

1) student of Armavir mechanics and technology Institute (branch) of Kuban state technological University, Armavir, Russia, [vika.yevdokimova.01@bk.ru](mailto:vika.yevdokimova.01@bk.ru)

2) К. vet.n., senior lecturer of Armavir mechanics-co-Institute of technology (branch) of the Kuban state technological University, Armavir, Russia, [olhovik\\_1980@mail.ru](mailto:olhovik_1980@mail.ru)

**Abstract:** The growth of nanocoating technology is moving towards their implementation in many industrial sectors due to their excellent capabilities. Nanocoats have numerous advantages, including surface hardness, adhesion strength, long-term and / or high-temperature corrosion resistance, etc. In addition, nanocoats can be applied with a thinner and smoother thickness, which provides equipment flexibility, increased efficiency, fuel economy, less carbon footprint, and lower maintenance and operation costs. Nanocoatings are used effectively to reduce the impact of aggressive environment. A nanocoat is a coating that either has components at the nanoscale or consists of layers less than 100 nm in size. The small size of nanomaterials and the high density of their ground boundaries ensure good adhesion and excellent physical coverage of the coated surface. However, such excellent properties can form active sites for corrosion. This article discusses the factors that affect the corrosion of these materials.

**Key words:** corrosion, nanocoating, corrosion factors.

Коррозия является одной из основных областей исследований, которая привлекает внимание исследователей на протяжении более 150 лет, поскольку она признана проблемой, вызывающей деградацию, отказ и серьезные аварии и опасности во многих промышленных процессах и бытовых системах. Коррозия - это разрушение металлов из-за их реакции с коррозионным элементом в окружающей среде, таким как хлор, фтор, диоксид углерода, кислород и т.д. Повреждения, вызванные коррозией с точки зрения экономических аспектов, включают затраты на ремонт и техническое обслуживание, потерю материалов, повреждение оборудования, снижение эффективности. Кроме того, коррозионные повреждения имеют другие социальные последствия, такие как воздействие на безопасность (причина пожара, взрывы, выброс токсичных продуктов), воздействие на здоровье (травмы персонала, загрязнение в результате загрязнения токсичными продуктами), истощение ресурсов и т.д.

Коррозия - это естественный процесс, который вызывает растворение материала в присутствии агрессивных сред. Наиболее важные факторы, влияющие на возникновение коррозии, зависят от материала и условий окружающей среды. Конкретные условия окружающей среды делают материал подверженным коррозии, такие как растворенные газы

(главным образом, кислород и диоксид углерода), температура, pH, растягивающие напряжения и циклические напряжения. Коррозия может происходить в разных формах, в зависимости от механизма.

Предотвращение коррозии выполняется с помощью различных методов, и выбор правильного должен быть сделан при оптимизации между стоимостью процесса, производительностью процесса и эффектами коррозии. Коррозия может быть предотвращена путем:

- выбора материала, когда материал является либо относительно неактивным в гальваническом ряду, либо может образовывать защитный оксидный слой (пассивировать) в конкретной среде;
- регулирование условий окружающей среды, таких как добавление ингибиторов, регулирование pH и температуры окружающей среды, уменьшение содержания серы, кислорода и хлоридов, снижение скорости потока, очистка от песка и отложений;
- модификация поверхности, которая достигается путем применения физических барьеров, таких как пленки и покрытия, для уменьшения трещин;
- катодная защита, когда ток коррозии подавляется и вынужден течь к защищаемому металлу. Это достигается использованием источника питания или присоединением более активного (анодного) материала к защищаемой конструкции

Каждый метод защиты имеет свои преимущества и недостатки, и выбор правильного зависит от требований условий эксплуатации рассматриваемой системы.

Покрытие является наиболее широко используемым методом предотвращения, минимизации или контроля коррозии благодаря доступному и возможному разнообразию материалов для покрытия и процессов нанесения его для различных условий и областей применения. Покрытие, как внутренней, так и внешней поверхности, может наноситься в различных температурных диапазонах. Нанесение покрытия может иметь высокую стоимость, но считается, что оно более выполнимо в долгосрочной перспективе и для крупномасштабных применений, поскольку оно обеспечивает огромную экономию с точки зрения затрат на обслуживание, природных ресурсов, безопасности, риска неисправностей оборудования, срок службы оборудования и т.д. В целом, покрытия уменьшают коррозию, обеспечивая пассивную или активную защиту. Пассивная защита достигается, когда покрытие образует физический барьер оксидов между подложкой и окружающей средой. Активная защита

достигается, когда химические вещества (ингибиторы) добавляются в агрессивные среды, чтобы предотвратить или минимизировать коррозию.

Недавно наноматериалы были введены в качестве эффективного метода снижения коррозии. Наноматериалы - это материалы, которые имеют по крайней мере одну из своих морфологических характеристик, таких как размер зерна, размер частиц, размер структуры и т.д. Они могут иметь нулевое измерение (наночастицы), одно измерение (нанотрубки, нанопроволоки и наностержни) или два измерения (наночастицы, нанопленки). Наноматериалы обладают улучшенными термическими, механическими, физическими, химическими, магнитными, электронными и оптическими свойствами. В первую очередь, это связано с их небольшими размерами, которые допускают более высокие объемные доли на поверхностях и, следовательно, более высокие области взаимодействия. Считается, что наноматериалы имеют перспективу в снижении скорости коррозии металлических подложек.

Нанопокрытие - это ультратонкая микроструктура, в которой все составляющие (границы, кристаллы, фазы и т.д.) имеют размер менее 100 нм. Они имеют высокую плотность границ зерен, межфазных границ, дислокаций и т. д. Где расстояние между ними приближается к межатомным расстояниям. Следовательно, наноструктурные покрытия проявляют свойства, отличные от более крупнозернистых, традиционных покрытий, что позволяет им преодолеть механические и коррозионные свойства своих аналогов. Нанопокрытия могут быть классифицированы в соответствии с составляющими материалами, такими как металлические и керамические нанопокрытия. Они также могут состоять из двух или более материалов.

Из-за исключительных свойств, которыми обладают нанопокрытия, они используются в повседневной практике, такой как одежда, компьютеры, мобильные телефоны, очки и т. д. В области строительства они используются в плитках, окнах, напольных покрытиях, стенах, красках, воздушных фильтрах и т.д. Нанопокрытия обладают значительным потенциалом для обеспечения улучшенных коррозионных характеристик поверхностей по сравнению с микроматериальными покрытиями. Нанокристаллические структуры превосходят микроструктуры по усилению коррозии благодаря мелким размерам зерен, которые обеспечивают лучшее заполнение пространства и более высокую целостность поверхности с покрытием.

Коррозионная стойкость материала определяет его стабильность и долговечность, поэтому важно определить его как часть оценки характеристик материала. Коррозионные исследования дают информацию о фундаментальной кинетике и механизмах процесса коррозии.

Нанопокрывание содержит ультрадисперсные компоненты, которые могут влиять на полученную поверхность в отношении аспектов структуры решетки, размера зерна, пористости, состояния поверхности и т.д. Эти компоненты имеют очень маленькие и плотные границы зерен, что затрудняет разработку новых теорий коррозии для их взаимодействия с поверхностью. Например, сглаживание поверхности повышает целостность, однородность и характеристики ультратонких покрытий, что уменьшает возможность образования ям на таких поверхностях. В то же время, наночастицы, покрывающие поверхность, обеспечивают чрезмерную гладкость, которая может ослабить адгезию покрытия и вызвать отслоение частей покрытия.

**Список использованных источников:**

1. Азаренков, Н.А. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения: Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Д.А. Колесников. - М.: КД Либроком, 2013. - 368 с.
2. Leyland A, Matthews A On the significance of the H/E ratio in wear control: a nanocomposite coating approach to optimised tribological behaviour//Wear. 2000. V. 246. P. 1-11.
3. Чепкасова, О. А. Коррозия металлов / О. А. Чепкасова, А. А. Селезнева, А. И. Садилов, С. В. Хмелев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 260-261.