

*Трунова М.В. магистрант
кафедры Технической кибернетики
ФГБОУ ВО " Уфимский Государственный
Авиационный Технический Университет "
Россия, г.Уфа*

*Trunova M.V. undergraduate
Department of Technical Cybernetics
FSBEI HE "Ufa State
Aviation Technical University "
Russia, Ufa*

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ В ХОДЕ
ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО
ОКСИДИРОВАНИЯ**

**METHOD FOR DETERMINING THE COATING THICKNESS DURING
THE PLASMA-ELECTROLYTIC OXIDATION PROCESS**

***Аннотация.** В статье рассматриваются особенности процесса плазменно-электролитического оксидирования, а также способ определения толщины покрытия в ходе процесса.*

***Annotation.** The article discusses the features of the process of plasma electrolytic oxidation, as well as a method for determining the thickness of the coating during the process.*

***Ключевые слова:** плазменно-электролитическое оксидирование, управление технологическими процессами, оксидирование, автоматизация.*

***Keywords:** plasma electrolytic oxidation, process control, oxidation, automation.*

Развитие современной промышленности требует разработки новых методов получения покрытий, которые позволяют существенно повысить спектр эксплуатационных свойств алюминиевых сплавов. В настоящее время большое внимание уделяется поверхностному модифицированию сплавов, так как свойства изделий в большинстве случаев определяются характеристиками поверхности и приповерхностного слоя. Значительный интерес вызывают технологии, которые позволяют получать твердую износостойкую оксидную керамику с хорошей адгезией. К их числу относится и метод плазменно-электролитического оксидирования, который является одним из эффективных и интенсивно развивающихся методов модификации поверхности металлов.

ПЭО-покрытия представляют собой керамику сложного состава. Покрытие при плазменно-электролитическом оксидировании образуется за счет окисления поверхности металла, при этом формируются оксидные и гидроксидные формы этого металла. С другой стороны, покрытие растет за счет включения в его состав элементов из электролита. Элементы электролита входят в покрытие в виде солей, оксидов и гидроксидов сложного состава. При необходимости технология ПЭО позволяет ввести в покрытие любой нужный химический элемент.

Металл считается наиболее популярным строительным материалом, который обладает массой преимуществ: дешевизна, прочность, долговечность и доступность. Но есть и недостатки: часто происходят окисления, коррозия, появляется ржавчина, и внешний вид металла портится в худшую сторону [1].

К покрытиям на металлических изделиях предъявляют высокие требования. Причем в зависимости от условий эксплуатации изделий спектр предъявляемых к покрытиям требований чрезвычайно разнообразен. Это и защита от коррозии, от воздействия агрессивных сред, ионизирующих излучений, защита от биологического обрастания, каталитическая или

биологическая активность, пористость, гидрофобность или гидрофильность, стойкость к механическому износу, отражательная способность, декоративные свойства [2].

Результатом действия плазменных микрозарядов является формирование слоя покрытия, состоящего из окисленных форм элементов металла основы и компонентов электролита. В зависимости от режима плазменного электролитического оксидирования и состава электролита можно получать керамические покрытия (антикоррозионные, антинакипные, противоизносные, биоактивные, биоинертные, антифрикционные) с уникальными характеристиками и широким спектром практического применения .

Широкое внедрение в производство плазменно-электролитических процессов неразрывно связано с их автоматизацией. При автоматизации необходимо учитывать, что процесс ПЭО проводится при высоких напряжениях, в ходе обработки необходимо контролировать заданный режим работы установки, осуществлять сбор и обработку информации о ходе процесса для регулирования времени. Необходимо решать задачу контроля толщины покрытия, решение которой затруднено из-за невозможности прямых измерений толщины поверхностного слоя детали в ходе обработки. Указанные особенности требуют проведения косвенных измерений для расчета текущей толщины покрытия для принятия решения о завершении системы управления технологическим процессом ПЭО.

В [3] разработан способ определения толщины покрытия в ходе процесса плазменно-электролитического оксидирования по оптическим характеристикам. Оптический спектр излучения микрозарядов демонстрирует снижение интенсивности линий материала подложки Al 396 нм и рост интенсивности линий компонентов электролита Na 589 нм. Физически это объясняется тем, что с увеличением времени обработки количество микрозарядов существенно уменьшается, но средний размер и

яркость отдельных вспышек увеличивается, а в связи с ростом толщины покрытия доля излучения, соответствующая материалу подложки, уменьшается [3].

В своей работе предлагаю способ измерения толщины покрытия в ходе процесса плазменно-электролитического оксидирования по оптическим характеристикам с применением нейронных сетей.

Физически сущность способа объясняется тем, что в начале процесса, когда микрозаряды многочисленны, но небольшие по размеру, в спектре преобладают линии материала подложки. Далее, с ростом оксидной пленки, число микрозарядов значительно снижается, но увеличивается их средний размер и мощность. Энергии этих микрозарядов становится достаточно для ионизации компонентов электролита, что проявляется в росте интенсивности соответствующих линий. При этом интенсивность ионизации подложки снижается в связи с ростом толщины покрытия.

После проведения оксидирования, были получены данные, которые обрабатываются в пакете Neural Networks Toolbox. Пакет Neural Networks Toolbox (нейронные сети) содержит средства для проектирования, моделирования, обучения и использования множества известных парадигм аппарата искусственных нейронных сетей, от базовых моделей перцептрона до самых современных ассоциативных и самоорганизующихся сетей. Входными параметрами являются спектральные линии излучения детали Al 396 нм, спектральные линии излучения Na 589 нм компонентов электролита, в качестве выходного параметра - толщина покрытия.

С помощью нейронной сети реализована возможность контроля толщины покрытия в ходе проведения ПЭО. Техническим результатом является повышение точности определения толщины оксидного покрытия для своевременного прекращения процесса плазменно-электролитического оксидирования, что приводит к экономии энергии и сокращению брака.

Использованные источники:

1. Преимущества оксидирования стали и методы обработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://gidpokraske.ru/spetsialnye-materialy/obrabotka-metallicheskih-predmetov/oksidirovanie-stali.html> (Дата обращения: 11.06.2020).

2. Особенности образования и некоторые свойства покрытий /Руднев В.С., Гордиенко П.С., Курносова А.Г., Ковтун М.В., 1995. – 180 с.

3. Автореферат Горбатков М.В. «Информационно-измерительная система контроля толщины покрытия».[Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: mhttps://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Science/dissovet/02/2019/GorbatkovMV/autoref_GorbatkovMV.pdf (Дата обращения: 11.06.2020).