

Заключение. По результатам исследований установлено, что коррозионная стойкость стальных образцов с покрытием на основе гальванического хрома, осажденным из электролита с добавлением частиц, синтезированных при электроразрядном разрушении графита, ниже, чем у образцов со стандартным покрытием.

Литература

1. Leshchik, S. D. Effect of the ultradispersed diamond phase on the tribological behavior of electrolytic chromium coatings / S. D. Leshchik, V. A. Struk // Journal of Friction and Wear – 1999. – Vol. 20, № 6, – p. 73-79.

2. Сергиенко, И. Г. Влияние временного фактора на поведение наночастиц меди и суспензий на их основе, полученных методами импульсной лазерной абляции и электроразрядного разрушения / Сергиенко И. Г., Зноско К. Ф., Лещик С. Д. // Весн. ГрДУ імя Я. Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2017. – Т.7. – № 2. – С. 18–26.

3. Лещик, С. Д. Синтез наночастиц методом электроимпульсного разрушения графита в жидкости и применение их в композиционных электролитических покрытиях на основе хрома / С. Д. Лещик [и др.] // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 64–73.

4. Лещик, С. Д. Исследование защитных свойств покрытий из модифицированного электролитического хрома / С. Д. Лещик // Вестник Гродненского государственного университета. – 1999. – серия 2, № 2. – С. 67-69.

Е. В. Гришкевич

(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. С. Ануфрик**, д-р физ.-мат. наук, профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ИНДИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ АНАЛИТИЧЕСКИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПЛАЗМЫ ЛАТУНИ

Введение. Цель работы – исследование влияния наночастиц индия на интенсивность аналитических спектральных линий латуни с целью улучшения процессов абляции, возбуждения плазмы и чувствительности обнаружения.

Оборудование. Исследования проводились при помощи лазерно-эмиссионного спектрального анализатора LIBS. Лазерный анализатор элементного состава предназначен для экспрессного анализа широкой номенклатуры материалов. Для исследования количественного состава латуни использовался метод рентгено-флуорисцентного спектрального анализа (РФА) – в частности прибор СЕР-01 «Elvax».

Объекты и методика исследования. Объектом исследования являлся образец латуни неизвестного состава. На начальном этапе пробоподготовки образец зачищался наждачной бумагой с различным диаметром зерна абразива. В ходе зачистки размер зерен абразива уменьшался. Для уменьшения количества царапин, на поверхность образца наносилась паста голя для дальнейшей полировки поверхности образца войлочным кругом. Далее зачищенная поверхность промывалась техническим спиртом, с целью удаления мелких частиц абразива и пыли.

После этапа полировки, на поверхность образца наносился водный раствор наночастиц индия. Сушка образца осуществлялась при комнатной температуре. Высушенный образец закрепляли на штативе для облучения лазерным излучением.

Эксперимент. В ходе исследования элементного химического состава методом РФА была определена марка сплава латуни. Результаты исследования элементного состава, образца латуни неизвестного состава, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный состав образца латуни

Образец	Ат. номер	Элемент	Концентрация	Описание
Латунь	23	V	0,281 %	Соответствие: 95.0% марке: С 86400 Обнаружимо: 98.5% Стандарт: СДА
	28	Ni	2,009 %	
	29	Cu	54,372 %	
	30	Zn	42,599 %	
	82	Pb	0,739 %	

Как видно из таблицы 1 образец латуни содержит 54,3% меди, 42,6% цинка, 2,0% никеля и следовые количества ванадия и свинца, что соответствует марке латуни С86400.

Далее исследовались спектры лазерно-эмиссионной плазмы исходного образца латуни без покрытия и с покрытием наночастицами индия. При этом для образца, с покрытием наночастицами, получали 2 спектра: в центре и на краю адсорбированной капли. По каждой области исследуемого образца производилась серия из 5 сдвоенных ла-

зерных импульсов. Суммарная энергия лазерных импульсов составляла $\sim 29,92 \pm 0,83$ мДж.

На рисунке 1 приведены спектры лазерно-эмиссионной плазмы, полученные при абляции латуни без и с покрытием наночастицами индия.

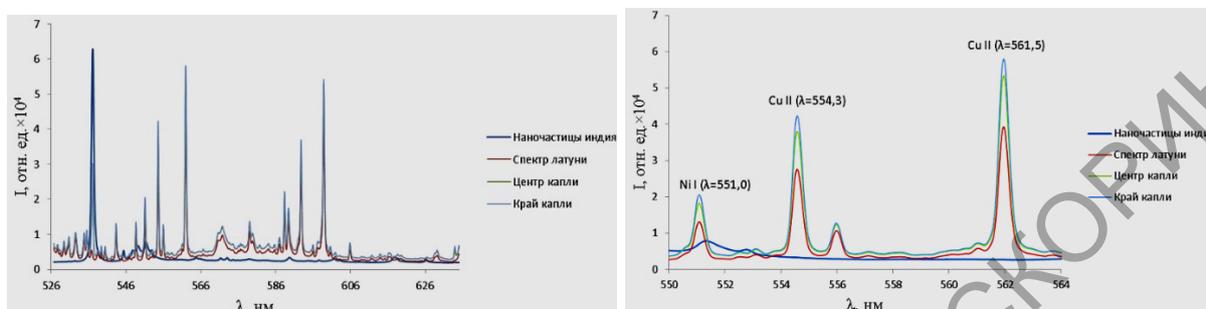


Рисунок 1 - Спектры лазерно-эмиссионной плазмы, полученные при абляции латуни марки С86400

Из рисунка 1 видно, что при применении раствора наночастиц индия, с концентрацией $0,14 \cdot 10^{-5}$ моль/л, увеличивается интенсивность спектральных линий никеля Ni I ($\lambda=551,0$), меди Cu II ($\lambda=554,3$), Cu II ($\lambda=561,5$) в $\approx 1,5$ раза.

Заключение. В ходе эксперимента было установлено, что адсорбция наночастиц индия, полученных методом лазерной абляции, на поверхности образца позволяет увеличить интенсивность спектральных линий ряда элементов, входящих в состав латуни марки С86400. Интенсивность аналитических спектральных линий никеля и меди была увеличена в $\approx 1,5$ раза. Полученные результаты могут использоваться при определении микроколичеств вещества в многокомпонентных сплавах.

Литература

1. Санкт-Петербургский государственный университет “Научный парк” [Электронный ресурс] / Спектроскопия, ИК спектроскопия, ДТА – Научный парк СПбГУ, 2020. Режим доступа: <https://researchpark.spbu.ru/xrd-methods-rus/68-xrd-spektroskopiya-ik-spektroskopiya-dta-rus>. – Дата доступа: 02.12.2020.

2. Inscience «Научные решения» [Электронный ресурс] / Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия с Avantes. – Москва, 2020. – Режим доступа: https://in-science.ru/library/article_post/lazerno-

iskrovaya-emissionnaya-spektroskopiya-s-avantes. – Дата доступа: 04.12.2020.

3. Jantzi S. C. Sample treatment and preparation for laser-induced breakdown spectroscopy / S. C. Jantzi, V. Motto-Ros, F. Trichard, Y. Markushin, N. Melikechi, A. De Giacomo // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. – 2016. – V. 115. – P. 52 – 63.

И. Л. Громыко, В. О. Белькин
(БелГУТ, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Галушко**, канд. техн. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРА

Одно из самых перспективных направлений, на сегодняшний день, является искусственный интеллект. Нейронная сеть один из способов реализации искусственного интеллекта. В настоящее время в задачах обработки и анализа данных широко применяются искусственные нейронные сети. В связи с этим для диагностики неисправностей силовых трансформаторов целесообразно применить нейросеть.

К основным неисправностям силовых трансформаторов можно отнести:

- Межвитковые замыкания;
- Местное замыкание пластин стали (пожар в стали).

Для обнаружения этих неисправностей были разработаны две нейронные сети: многослойный перцептрон, обучаемый на основе обратного распространения ошибки, и сверточная нейронная сеть, предназначенная для эффективного решения задач распознавания образов, разработанная по специальной архитектуре.

Обе нейронных сети принимают на вход изображение в виде графика (рисунок 1) и выдают соответствующий результат о неисправности электрической машины.

Разработка программного обеспечения многослойного перцептрона велась в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio на платформе .NET Framework на языке C#.

В программе реализована структурная схема нейросети, метод обратного распространения ошибки, нормализация и масштабирование данных, а также способность принимать на вход данные в виде изоб-