

Заключение. Применение смесей на основе гидролизованного полиакрилонитрила позволяет снизить как коэффициент сезонности до 23% так и общее сопротивление контура заземления. Применение смесей таких позволит уменьшить затраты на монтаж заземляющих устройств уменьшением количества заземлителей, и размеров территории, на которой они располагаются.

Список использованных источников

1. ТКП 339-2011(02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний. – Введ. 23.08.2011. – Минск : Мин. Энерго. Республики Беларусь, 2011. – 593с.
2. IEEE Std 142 -2007 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems. – Approved 7 June 2007. 225 p.
3. Грибанов А.Н. Бипрон — заземление электроустановок //Экспозиция Нефть Газ,– 2016 .– №4 .– с. 72-75.
4. Shi L., Yang N., Zhang H., Chen L., Tao L., Wei Y., Liu H., Luo Y. A novel poly(glutamic acid)/silk-sericinhydrogel for wound dressing: Synthesis, characterization and biological evaluation. *Materials Science and Engineering C*. 2009; 48 (1): 533–540.
5. Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т. Исследование кинетики набухания синтезированных гидрогелей на основе гидролизованного полиакрилонитрила // *Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн.* 2018. № 3(45).

Барайшук С.М. к.ф.-м.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, РБ

Х.Л.Хуан магистр физики, директор

Чжоньданский педагогический университет, Чжоньдан, КНР

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ СМАЧИВАЕМОСТИ**

Аннотация. В данной работе, методом математического моделирования изображения контура сидячей капли с использованием математического пакета Maple, проводится моделирование прямых измерений краевых углов смачивания поверхностей твердых тел. Показаны преимущества такого метода, его воспроизводимость, и возможность ис-

пользовать для уменьшения субъективного влияния в процессе определения краевого угла смачивания.

Введение. Важнейшим вопросом материаловедения является разработка методов и способов модификации поверхности металлических изделий с целью улучшения их гидрофобных свойств. Факторами, определяющими эксплуатационные характеристики электротехнических материалов, являются шероховатость и смачиваемость поверхности [1-3]. В работе были проведены измерения краевых углов смачивания поверхности и проведено математическое моделирование изображения контура сидячей капли которое получены на ранее описанной установке [4], с использованием математического пакета Maple, что позволило автоматизировать процесс измерений.

Эксперимент. Непосредственный эксперимент осуществляли при 20⁰С и влажности 75%. Вначале специальным устройством размещают каплю на исследуемой поверхности. Образец находится на предметном столе выровненном по горизонтали. Камеру CCD устанавливают соосно образцу. Система капля/образец стабилизируется с течение 10-15 минут, а потом фотографируется. Изображение сохраняется в формате RAW (рис. 1 а.). В качестве тестовых образцов нами были использованы системы Ti-покрытие/стеклянная подложка полученные методом осаждения металла в условиях облучения собственными ионами с различными режимами нанесения покрытия.

Результаты и обсуждение. В данной работе для определения контура капли применяли групповые фильтры и специально разработанную программу Angle, которая фильтрует изображение система капля – подложка – воздух таким образом, чтобы выделенной оказалась газовая фаза и изображение системы оказалось спроецировано на плоскость. После обработки получали следующие изображения (рис. 1 б.).



Рисунок 1. Исходное и обработанное изображение капли на поверхности систем Ti-покрытие/стеклянная подложка.

Моделирование полученных экспериментальных результатов:

Для нахождения краевых углов смачивания нами была предпринята попытка смоделировать контур капли. При этом было сделано допущение, что контур капли будет представлять собой сегмент эллипса. Тогда форму капли можно описать функцией второго порядка. Для этого, на обрабо-

танном групповыми фильтрами изображении с установленной границей раздела жидкость-газ выбираем 6 произвольных точек в каждом изображении. Выборкой 4 из 6 строим уравнения эллипса, которые укладываются на эти точки. Все полученные уравнения усредняем.

Решая в программном пакете Maple систему уравнений для $\frac{(x-x_0)^2}{a^2} + \frac{(y-y_0)^2}{b^2} = 1$ и выбранных точек, находим параметры эллипса:

координаты центра $(x_0; y_0)$, большую (a) и малую полуоси (b). Найдя все эти параметры, мы получаем функцию, описывающую контур капли. После этого определяем по изображению точки трехфазного контакта на проекции полученного изображения и по их координатам строим прямую, описывающую исследуемую поверхность

$$y = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} x - \frac{(y_b - y_a)x_a}{x_b - x_a} + y_a.$$

В точках трехфазного контакта

строили касательные к эллиптической поверхности капли, после чего можно найти тангенс угла между касательной и прямой проходящей

вдоль поверхности образца: $k_1 = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$; $k_2 = \frac{b^2(m - x_0)}{a^2(n - y_0)}$;

$$\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{k_2 - k_1}{1 + k_2 k_1} \right|$$

- соответственно. Откуда всегда можно найти непосредственно

краевой угол смачивания в изучаемой системе.

Проведя анализ изображений капли и математическое моделирование контура капли и краевых углов и сравнив их с результатами прямых измерений с применением ранее описанной установки и методики [5], (результаты приведены в таблице) получили разницу результатов не превышающую $0,3^0$, при статистической погрешности менее 0,5%.

Заключение. Моделирование проекции поверхности капли дает результаты близкие к результатам прямых измерений. Статистическая погрешность таких измерений не превышает 0,5%, что позволяет использовать этот метод для определения краевого угла смачивания в дальнейшем, т.к. он хорошо воспроизводим и не требует изменения в экспериментальной части измерений.

Список использованных источников

1. Kwok X.D. Tian Y. Peng X.F. /Selfaggregation of vapor—liquid phase transition // J. Prog. in Nat.Science. – 2003. – 13.– p.451 – 456.
2. Ю.В. Соловьев и др. /Метод оценки состояния защищенных проводов при электрическом старении в условиях повышенных

загрязнений и увлажнений // Науч.-техн. ведомости Санкт-Петербургского гос. Политех. Ун. 1(214) 2015. С 114 – 122.

3. И.И. Ташлыкова-Бушкевич и др./ Морфология и элементный состав как факторы, определяющие смачиваемость поверхностей фольг сплавов алюминия, полученных высокоскоростной кристаллизацией //Мат. XI межд. к. БЕЛСЗМ. Минск, 2014. – С. 72–77.

4. Барайшук С.М., Дедюля И.В. /Экспериментальнае вивучэнне змочвання цвёрдых паверхняў вадкасцямі у курсе агульнай фізікі. //Весці Белар. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. – 2011. –№4(70). – С. 29–32.

5. Автоматизированный комплекс для измерения равновесного краевого угла смачивания на плоских поверхностях /Патент РБ 7074 по заявке 20100661, от 12.10.2010 // Е.П. Макаревич, И.С. Ташлыков, С.М. Барайшук, М.А. Андреев.

Бобрович О.Г., к.ф.-м.н., доцент,

Белорусский государственный технологический университет

Барайшук С.М., к.ф.-м.н., доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск*

СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА АМg2M, ФОРМИРУЕМОЙ ИОННО-АССИТИРУЕМЫМ ОСАЖДЕНИЕМ МОЛИБДЕНА И ТИТАНА

В данной работе изучали закономерности смачивания и микротвердость поверхности алюминиевого сплава АМg2M, модифицированного осаждением молибдена, титана в условиях асистирувания ионами Mo^+ , Ti^+ , соответственно, с использованием резонансного ионного источника вакуумной электродуговой плазмы. Данный источник создает плазму вакуумного электродугового разряда, в которой одновременно генерируются положительные ионы и нейтральная фракция из материала электродов источника ионов. В качестве материала электродов применялся чистый молибден и титан 99,9%. Осаждение покрытия проводили при ускоряющем напряжении $U = 3, 6, 9, 12, 15$ кВ для ионов Mo^+ , Ti^+ и интегральных потоков ионов $1,1 \cdot 10^{17} - 2,1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$. Морфология поверхности исходных и модифицированных образцов изучалась, используя атомно-силовую микроскопию в контактном режиме (атомно-силовой микроскоп NT-206), микротвердость с помощью прибора MVDМ8, а смачивание дистиллированной водой определяли по равновесному краевому углу Θ смачивания (РКУС).