

## СТОЙКОСТЬ ГИДРОФОБНОГО ПОКРЫТИЯ НА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В настоящее время множество различных металлоконструкций эксплуатируются в естественной атмосфере, подвергаясь воздействию атмосферной коррозии, что приводит к большим экономическим потерям. Ежегодные потери от коррозии соответствуют около 3,5 % от общемирового ВВП [1]. Повышение осведомленности о коррозии и надлежащий контроль ее процессов будут играть весомую роль в достижении более устойчивой и энергоэффективной экономики в будущем, так как полностью предотвратить коррозионные процессы невозможно. Одним из перспективных и развивающихся в последние десятилетия методов противодействия коррозии является гидрофобизации поверхности [3].

Листья лотоса, водомерки, крылья бабочек и листья серебристой амброзии вдохновили исследователей на изучение и биоимитацию супергидрофобных свойств [4] (рисунок 1).

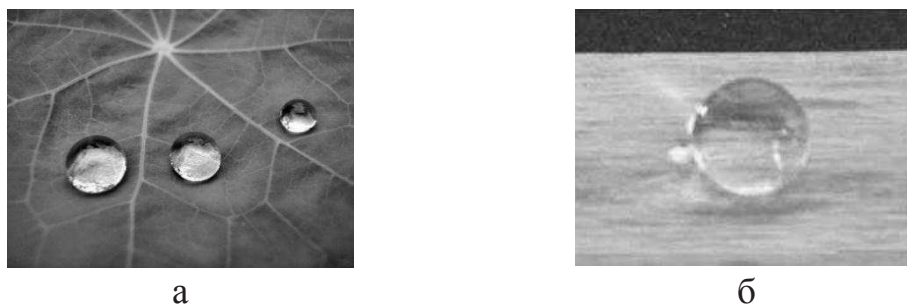


Рис 1. Капля воды на листьях лотоса (а), на поверхности алюминиевой фольги с нанорельефом из оксида кремния.

На гидрофобных покрытиях капля воды показывает кажущийся краевой угол больше, чем  $90^\circ$ , на супергидрофобных больше, чем  $\approx 150^\circ$  с малым гистерезисом краевого угла ( $< 10^\circ$ ), чтобы капли воды не смачивали данную поверхность.

Целью нашей работы было изучение стойкости гидрофобного покрытия, полученного при катодном выделении никеля, на стали в атмосфере со 100% относительной влажностью воздуха.

### **Методика эксперимента.**

Гидрофобное покрытие на низкоуглеродистой стали Ст3 было получено при катодном выделении никеля с последующей выдержкой при комнатной температуре в 0,1 М этанольном растворе миристиновой кислоты в течение 1 часа и отжигом в печи при 60 °С в течение 2 часов. Стальной катод представлял собой пластину размером 30 x 40 x 1 мм. Перед осаждением никеля шлифованная пластина протравливалась при комнатной температуре в растворе соляной кислоты (13 г/л) в течение 30 с, промывалась бидистиллятом и помещалась в раствор для электроосаждения никеля состава: 200 г/л NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 30 г/л H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 30 г/л KCl. Условия электроосаждения: плотность тока 80 мА/см<sup>2</sup>, платиновый анод, расстояние между электродами 3 см, перемешивание раствора магнитной мешалкой, температура 65°С, продолжительность электролиза составила 7 минут. Коррозионные испытания при комнатной температуре проводили в герметичных эксикаторах объемом 7 л. 100%-ной относительной влажности воздуха добивались за счёт введения в эксикатор емкости с дистиллированной водой. Через определенные промежутки времени измеряли углы смачивания на поверхности и взвешивали образцы [5].

Краевые углы смачивания определяли с помощью прибора для измерения краевого угла смачивания «EASY DROP» (рисунок 2). Прибор подключали к компьютеру, на который введена программа DSA1 v 1.9 (производитель фирма KRUSS, ФРГ). После включения прибора и компьютера с помощью специального шприца, закрепленного в держателе, наносили каплю дистиллированной воды (2 μл) на поверхность образца меди с гидрофобным покрытием, расположенного на специальном столике, избегая контакта иглы шприца с образцом. Затем регулировали четкость изображения капли на экране компьютера. Далее автоматически определяли базовую линию - линию контакта между образцом и каплей. Базовая линия отображалась в виде цветной полосы. Затем на основе программного обеспечения выбрали самые распространенные методы определения краевого угла смачивания: «Tangent Method-1» и «Circle Fitting». Результаты измерений краевых углов автоматически отображались на компьютере.

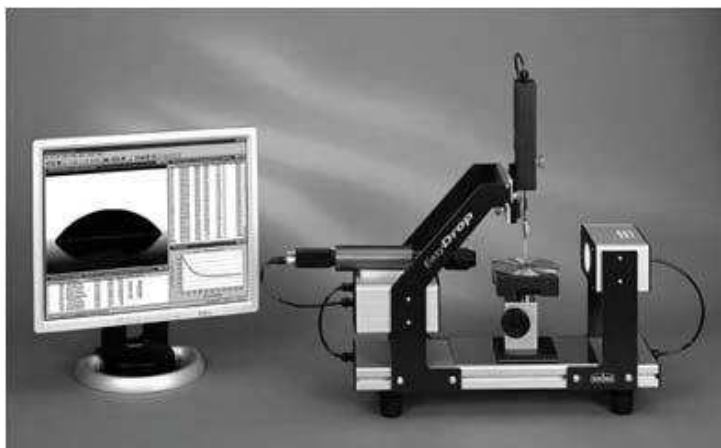





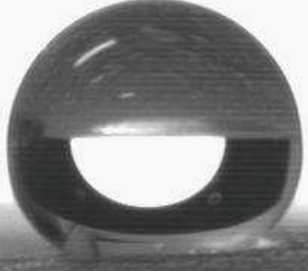


Рис 2. Общий вид прибора для измерения краевого угла смачивания «EasyDrop».

Таблица 1 - Значения краевого угла смачивания и фотографии капель с экспозицией в атмосфере в заданных условиях

Кол-во дней	$\Theta_{\text{cp}}$ (до опыта), °	$\Theta_{\text{cp}}$ (после опыта), °
14		
	142	140
28		
	142	139
50		
	142	141

Из результатов (Таблица 1) видно, что после 14 суток экспозиции наблюдается незначительное снижение угла смачивания, с последующим возрастанием (50 суток), что может быть связано со свойством самозалечивания поверхности. Изменения массы отсутствуют.

Полученное покрытие сохранило свои свойства гидрофобности после экспозиции в течение 50 суток в атмосфере со 100% относительной влажностью воздуха. Значение краевого угла смачивания составило 141 °.

Таким образом, электроосаждение никеля с последующей выдержкой в этанольном растворе миристиновой кислоты и отжигом в печи с целью получения гидрофобного покрытия можно использовать для противокоррозионной защиты низкоуглеродистой стали.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Li X., Zhang D., Liu Z., Li Z., Du C., Dong C. Materials science: Share corrosion data // Nature. 2015. Vol. 527. Issue - 7579. Pp. 441-442.
2. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, А.В. Хорошилов, Г.М. Флорианович / Под ред. И.В. Семеновой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
3. Bormashenko E. Progress in understanding wetting transitions on rough surfaces // Advances in Colloid and Interface Science. 2015. V. 222. Pp. 92-103.
4. Feng L., Li S., Li Y., Li H., Zhang L., Zhai J., Song Y., Liu B., Jiang L., Zhu D. Super-hydrophobic surfaces: From natural to artificial // Advanced Materials. 2002. Vol. 14. Iss. 24. Pp. 1857-1860.
5. Цыганкова Л.Е., Урядников А.А., Дорохов А.В., Шель Н.В., Дорохова А.Н., Курьято Н.А. Защитные свойства супергидрофобных покрытий на меди и стали, полученных электрохимическим методом// Практика противокоррозионной защиты. 2021. № 26 (1). С. 7-16.