

## ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ НА КОРРОЗИЮ КРУПНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СТАЛИ

М.Е. Егамкулов, Е.Ю. Головина

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г.В. Лямина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Yegamkulov@mail.ru*

Различие в поведении металлов при переходе в наноструктурированное состояние сопровождается изменением их свойств. В частности у материалов может меняться их коррозионная устойчивость. Во многих работах отмечается, что нет однозначной закономерности в снижении или увеличении коррозионной устойчивости при уменьшении размера зерна, так как множество факторов влияет на этот процесс [1, 2]. Соответственно следует ожидать, что ингибиторы также по разному будут влиять на металлы с разным размером зерна.

Целью данной работы было сравнение коррозионного поведения крупнокристаллического (КК) и наноструктурированного (НС) металла на примере стали 12Х18Н10Т (табл. 1) в присутствии ингибитора и без предварительной обработки.

Оценку коррозионной устойчивости проводили методом гравиметрии, выдерживая образцы в агрессивных средах. В качестве таковых были выбраны смеси растворов кислот ( $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 20 : 30$ , об. %). Перед испытанием образцы были выдержаны в 0,5% растворе тиомочевины (тиомочевины с наночастицами  $\text{ZrO}_2$  ( $\text{C} = 0,65$  мкг/мл) в течение 5 минут.

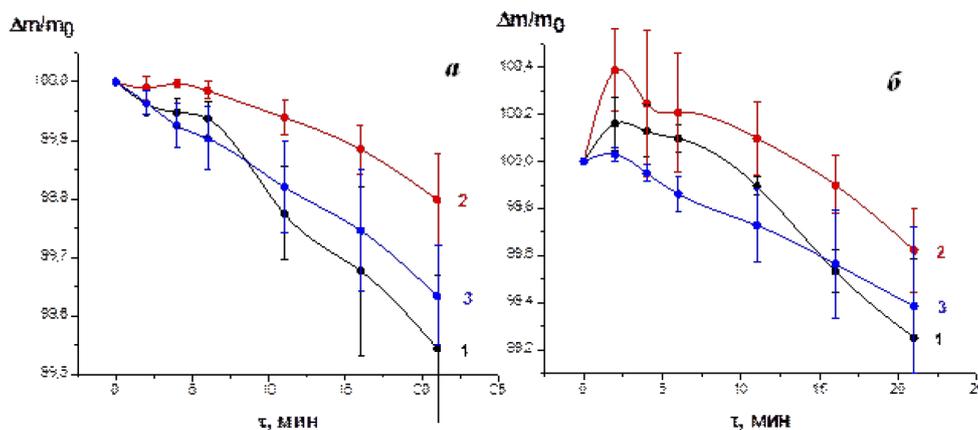
Сравнивая металлы до антикоррозионной обработки между собой можно отметить, что

образец с меньшим размером зерна теряет массу быстрее на 0,15%. Эта закономерность сохраняется при предварительной обработке металлов в растворе ингибитора. При этом раствор тиомочевины увеличивает коррозионную устойчивость как крупнокристаллического, так и наноструктурированного металла. В свою очередь добавка наночастиц усиливает коррозионную защиту образцов по сравнению с металлами до обработки только после 20 минут обработки в агрессивной среде. При этом тиомочевина без наночастиц демонстрирует большие защитные свойства.

Это подтверждает полученные нами ранее данные. В агрессивных средах, где быстро удаляется поверхностный слой на металле, уменьшение размера зерна негативно сказывается на коррозионной устойчивости. При этом для высоколегированных сталей эффективность работы органических ингибиторов и ингибиторов на основе наночастиц металлов и их соедине-

**Таблица 1.** Химический состав стали 12Х18Н10Т (% масс.)

C	Si	Cr	Mn	Cu
до 0,12	до 0,8	17–19	до 2	до 0,3
P	S	Ti	Fe	Ni
до 0,035	до 0,02	0,4–1	~67	9–11



**Рис. 1.** Кривые изменения массы сталей (а – КК; б – НС) в смеси  $\text{HNO}_3 : \text{HCl}$  (а, б): 1 – образец до обработки; 2 – образец после выдержки в тиомочевине, 3 – образец после выдержки в тиомочевине с  $\text{HCl}$   $\text{ZrO}_2$

ний ниже по сравнению с низколегированными сплавами. Это объясняется меньшей дефектно-

стью поверхности металлов, содержащих большое количество легирующих компонентов.

### Список литературы

1. Legostaeva E.V., Eroshenko A.Y., Komarova E.G., Sharkeev Y.P., Egorkin V.S., Sinebryukhov S.L., Gnedenkov S.V., Lyamina G.V. // *Inorganic Materials: Applied Research*, 2014.– Vol.5.– №1.– P.44–53.
2. F.L. Nie, Y.F. Zheng, Y. Cheng, S.C. Wei, R.Z. Valiev // *Materials Letters*, 2010.– Vol.213.– P.983–986.

## ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ АМГ3

В.С. Егоркин, И.Е. Вялый, Н.В. Изотов  
Институт химии ДВО РАН

690022, Россия, г. Владивосток, пр. 100-лет Владивостоку 159

Алюминий и его сплавы востребованы в различных отраслях промышленности и зачастую используются в условиях, когда им необходима дополнительная защита от механических повреждений, обеспечиваемая с помощью барьерных покрытий различного типа.

Создание защитных поверхностных слоёв, обладающих повышенными механическими, в том числе адгезионными, характеристиками, является важной научно-практической задачей. В данной работе для решения поставленной проблемы были созданы композиционные покрытия методом нанесения поливинилиденфторида (ПВДФ) на базовые ПЭО-покрытия, полученные на сплаве алюминия АМГ3 и исследованы их адгезионно-механические характеристики.

Для формирования защитных слоёв использовали образцы размером 20×30×2 мм из прокатного листа алюминиевого сплава АМГ3 [1].

Защитные покрытия были сформированы в монополярном режиме в течение 2,5 мин в электролите, содержащий 20 г/л  $C_4H_4O_6K_2 \cdot 0,5H_2O$  и 0,6 г/л NaF [2].

Для формирования композитных ПВДФ/ПЭО-покрытий использовали метод погружения (время нахождения образца в растворе  $-(C_2H_2F_2)_n-$  не превышало 10 с при каждой стадии нанесения).

Оценку адгезионных свойств покрытий выполняли методом скратч тестирования на Revetest Scratch Tester (CSM Instrument, Швейцария) при различных скоростях нагружения: 8, 10 и 12 Н/мин. Длина трека составляла 5 мм.

При проведении скратч-тестирования выявлена зависимость увеличения значений нагрузки  $L_{c3}$ , при которой происходит истирание покрытия до металлической подложки (рис. 1). Для всех образцов нагрузку повышали от 1 до

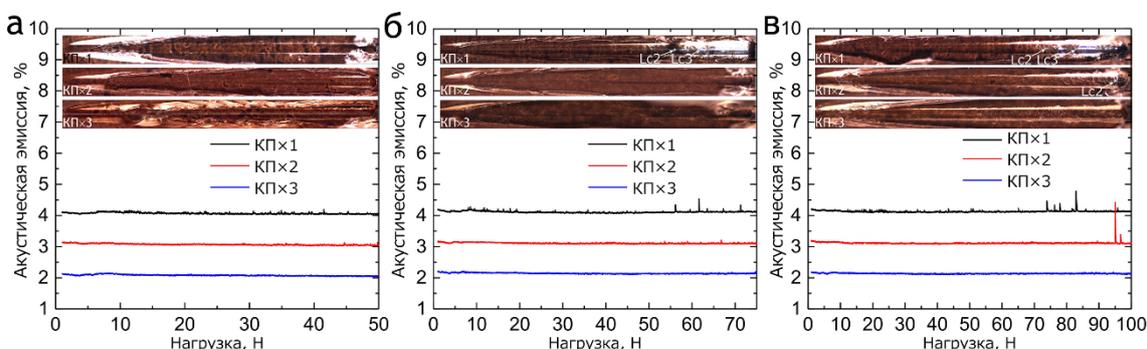


Рис. 1. Фотографии поверхности покрытий после скратч-теста и зависимости акустической эмиссии от нагрузки на индентор со скоростью 8 Н/мин (а), 10 Н/мин (б), 12 Н/мин (в) для композиционных покрытий, формируемых однократным (КП×1), двукратным (КП×2) и трехкратным (КП×3) нанесением ПВДФ на базовый ПЭО-слой