

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российский фонд фундаментальных исследований
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет»
Научный совет РАН по материалам и наноматериалам
Научный совет РАН по физической химии

*Посвящается 100-летию
Воронежского государственного университета*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ И НА МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦАХ

ФАГРАН—2018

Материалы VIII Всероссийской конференции
с международным участием, посвященной 100-летию
Воронежского государственного университета
(г. Воронеж, 8—11 октября 2018 г.)



Воронеж
Издательско-полиграфический центр
«Научная книга»
2018

УДК 544.3.03:538.9(063)

ББК 24.53

Ф50

*Печатается по решению
органов комитета конференции «ФАГРАН—2018»*

Ответственные редакторы:

д-р хим. наук В. Н. Семенов

д-р хим. наук А. В. Введенский

д-р хим. наук А. Ю. Завражнов

д-р хим. наук О. А. Козадеров

канд. хим. наук А. В. Наумов

*Мероприятие проводится при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
Проект № 18-03-20037*

Ф50 **Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах (ФАГРАН—2018) [Текст] : материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Воронежского государственного университета (г. Воронеж, 8—11 октября 2018 г.). — Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2018. — 628 с.**

ISBN 978-5-4446-1166-1

В сборнике материалов конференции «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах — ФАГРАН—2018», посвященной 100-летию Воронежского государственного университета, представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований в области современной химии и физики конденсированного состояния, физико-химического анализа, электродных и физико-химических процессов на границе раздела фаз и в их объеме.

УДК 544.3.03:538.9(063)

ББК 24.53

© Коллектив авторов, 2018

© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет», 2018

© Изд. оформление.

Издательско-полиграфический центр
«Научная книга», 2018

ISBN 978-5-4446-1166-1

МЕМБРАНЫ И КАТАЛИЗАТОРЫ В ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ. РОЛЬ
ГРАНИЦ РАЗДЕЛА

Ярославцев А. Б., Стенина И. А., Лыткина А. А. 68

СЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах

НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ
ГЕРМЕТИЧНЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Бурашникова М. М., Храмкова Т. С., Зотова И. В., Избасарова А. А.,
Данилова В. О., Гриценко С. Д. 85

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕТУЧИХ
ИНГИБИТОРОВ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ В УСЛОВИЯХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ
ПРОДУКТОВ СЕРИИ «ИФХАН»

Вигдорович В. И., Князева Л. Г., Дорохов А. В., Урядников А. А. 87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ
КОРРОЗИИ В ПРИСУТСТВИИ В АТМОСФЕРЕ ОДНОВРЕМЕННО
НЕСКОЛЬКИХ СТИМУЛЯТОРОВ КОРРОЗИИ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Вигдорович В. И., Дорохов А. В., Дорохова А. Н., Урядников А. А. 88

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Mg-Ni КОМПОЗИЦИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ КОВКОЙ, В РЕАКЦИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА

Габов А. Л., Медведева Н. А., Скрыбина Н. Е. 89

ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В БЕТОНЕ
С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРИДОВ

Гедвилло И. А., Жмакина А. С., Андреев Н. Н. 91

РЕЗОНАНС В ДВУХСЛОЙНОЙ ДИФфуЗИОННОЙ СИСТЕМЕ
С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ НА ГРАНИЦЕ ФАЗ

Гейнеман А. Э. 92

ВЛИЯНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВИНИЛСИЛОКСАНОВЫХ
НАНОСЛОЕВ НА КОРРОЗИОННОЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ
ПОВЕДЕНИЕ ТРУБНОЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Гладких Н. А., Петрунин М. А., Максаева Л. Б., Рыбкина А. А., Малеева М. А. 94

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ
И РЕЖИМА ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ СВИНЦОВОГО ПОКРЫТИЯ

Горбачева Е. Ю., Соловьева Н. Д., Намазов И. И. 96

АДСОРБЦИЯ ДЕПОКОЛИНА НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ ИЗ
НЕЙТРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Графов О. Ю., Казанский Л. П. 97

АДСОРБЦИЯ ПРОТОПОРФИРИНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ НИКЕЛЯ ИЗ
НЕЙТРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Графов О. Ю., Агафонкина М. О., Андреева Н. П., Казанский Л. П. 98

ВЛИЯНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВИНИЛСИЛОКСАНОВЫХ НАНОСЛОЕВ НА КОРРОЗИОННОЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ТРУБНОЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

© 2018 Н. А. Гладких, М. А. Петрунин, Л. Б. Максаева,
А. А. Рыбкина, М. А. Малеева

Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН
e-mail: Fuchsia32@bk.ru, тел. +7 (915) 347-22-96

Углеродистая сталь является одним из наиболее востребованных промышленностью конструкционных материалов. Однако, несмотря на целый ряд ценных свойств, сталь имеет низкую коррозионную устойчивость в природных условиях, поэтому стальные сооружения даже в относительно «мягких» атмосферных условиях, обычно защищают от коррозии полимерными или лакокрасочными покрытиями, а при эксплуатации в подземных и подводных условиях, дополнительно используют электрохимическую защиту. До недавнего времени использовали химическую обработку поверхности металла соединениями шестивалентного хрома, которые эффективно защищают металл от коррозии, одновременно обеспечивая высокую адгезию покрытия. Однако шестивалентный хром является экологически вредным элементом, применение которого в настоящее время является крайне не желательным и в перспективе подлежит полному запрету.

Органосиланы, общей формулы $R_n-Si(OC_2H_5)_{4-n}$ (органосиланы или силаны), являясь экологически безопасными соединениями, адсорбируясь на поверхности металла, образуют поверхностные самоорганизующиеся силоксановые нанослои. В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы является изучение антикоррозионного действия винилсилоксановых самоорганизующихся нанослоев на поверхности алюминия в хлоридсодержащих электролитах. Винилтриметоксисилан $CH_2=CHSi(OCH_3)_3$ (ВС) является экологически чистым, промышленно-доступным реагентом, способным образовывать самоорганизующиеся нанослои на поверхностях металлов, что в свою очередь, может быть использовано

в практике антикоррозионной защиты стальных изделий.

Одновременное использование оптической «in situ» микроскопии и электрохимических методов исследования позволило изучить влияние органосиланов на локальное растворение стали. Так, на рис. 1 представлена кинетика развития локальной коррозии стали. Из рисунка можно видеть, что формирование на поверхности стали винилсилоксанового нанослоя в значительной степени тормозит коррозионные процессы. Видно, что процесс развивается в о времени и через 50 часов плотность дефектов на поверхности металла превышает 10 шт на mm^2 , при этом площадь дефекта достигает $80 \mu m^2$, в то время как без кремний органического нанослоя эти величины равны 5 шт/ mm^2 и $45 \mu m^2$ соответственно.

При введении в раствор промотора наводороживания (тиомочевина), которая должна повышать скорость растворения металла, также наблюдали снижение скорости локального растворения стали в присутствии винилсодержащего нанослоя. Полученные результаты указывают на ингибирующие свойства винилсилоксанового нанослоя.

Снятие анодных поляризационных кривых (АПК) (рис. 2) в растворе имитирующем грунтовой электролит, показало, что формирование винилсилоксанового слоя приводит к снижению критического тока пассивации стали с 12 до $8,5 \text{ mA/cm}^2$ для стали без и с винилсилоксановым слоем. Кроме того, наличие на поверхности винилсилоксанового нанослоя (рис. 2, кривая 2), приводит к смещению в анодную область как потенциала коррозии ($-0,63 \text{ В (х. с. э.)}$), так и потенциала питтингообразования ($-0,425 \text{ В (х. с. э.)}$), что указывает на ингибирование анодно-

го растворения стали. Изучение поверхности образца после снятия АПК сканирующей электронной микроскопией и рентгеновским микроанализом показало наличие на поверхности металла питтингов (рис. 3). Кроме того, показано наличие на поверхно-

сти кремния и углерода, что указывает на присутствие на поверхности силанового слоя после проведения электрохимических исследований, т. е. его высокую устойчивость к действию агрессивного электролита и потенциала.

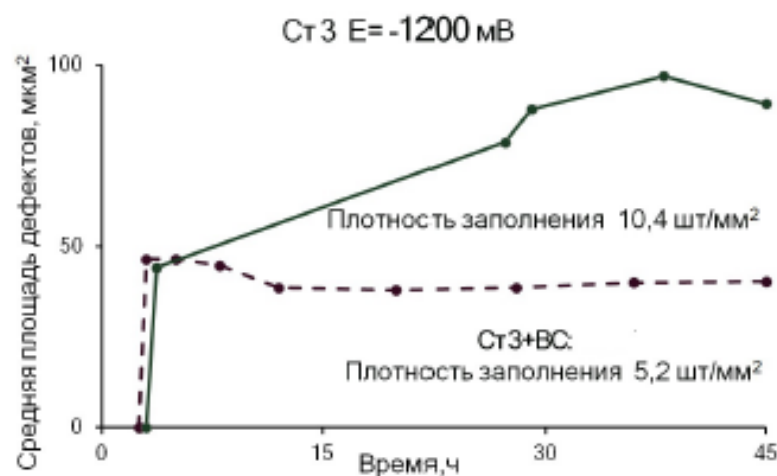


Рис. 1. Кинетика роста площади дефектов на стальной поверхности в растворе боратного буфера + 0,1 М NaCl + 0,01 М тиомочевины pH 6,7

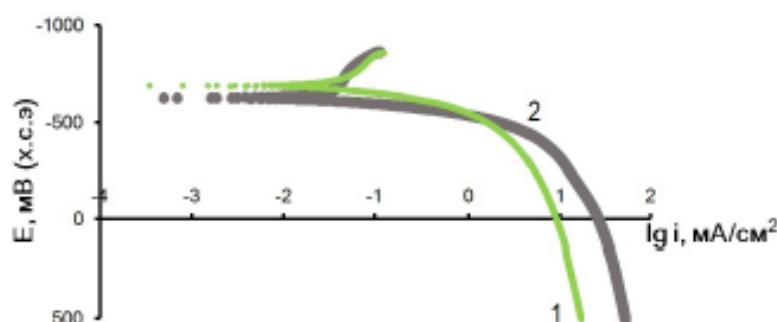


Рис. 2. АПК в растворе боратного буфера + 0,1 М NaCl + 0,01 М тиомочевины pH 6,7: 1 — чистая стальная поверхность Ст 3; 2 — модифицированная поверхность Ст 3 + ВС

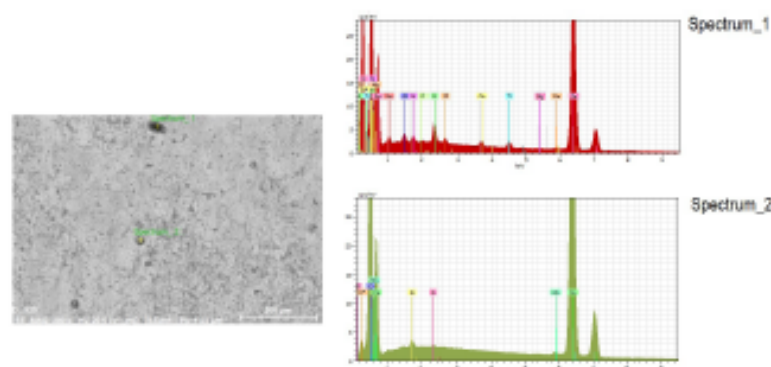


Рис. 3. СЭМ изображения Ст 3 + ВС после АПК