

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Казанцевой Ирины Сергеевны  
«Влияние комплексов цинка и кадмия с нитрило-трис-  
метиленфосфоновой кислотой на формирование оксидно-  
гидроксидных слоёв на поверхности стали в нейтральных водных  
средах, содержащих галогенид-ионы», представленной на соискание  
ученой степени кандидата химических наук по специальности

### 1.4.4 Физическая химия

Работа Казанцевой И.С. посвящена разработке физико-химических основ влияния ингибиторов на формирование оксидно-гидроксидных слоев (ОГС), изучению закономерностей их формирования и разрушения в водных средах, содержащих галогенид-ионы, в комплексе с влиянием этих ионов на электрохимическое поведение стали, что делает задачу исследования таких систем актуальной и практически значимой.

Автором проведен критический анализ большого числа публикаций на тему диссертации, на основании чего сформулированы цель и задачи работы.

Целью работы явилось установление физико-химических закономерностей формирования оксидно-гидроксидных слоёв на поверхности низкоуглеродистой стали при её коррозии в нейтральных водных средах, содержащих галогенид-ионы, в присутствии металлохелатных комплексов – тридекагидрата нитрило-трис-метиленфосфонатоцинката тетранатрия  $\text{Na}_4[\text{Zn}\{\text{N}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3\}] \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  или гептагидрата нитрило-трис-метиленфосфонатоаквакадмата тетранатрия  $\text{Na}_4[\text{Cd}(\text{H}_2\text{O})\{\text{N}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3\}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Для достижения поставленной цели были Казанцевой И.С. были сформулированы следующие задачи:

1. Исследовать влияние ионов  $\text{Hg}^{+}$  на формирование ОГС на электрохимически неоднородной поверхности стали Ст3кп и на её электрохимическое поведение в нейтральных водных средах.
2. Изучить влияние комплексов ZnNTP и CdNTP на формирование и состав ОГС на поверхности стали и кинетику процесса её анодного растворения в нейтральных водных средах, в том числе в присутствии галогенид-ионов.

3. Разработать методику количественного определения ZnNTP и CdNTP и продуктов их взаимодействия с ионами  $\text{Fe}^{2+}$  – гетерометаллических полиядерных комплексов  $[\text{Fe}_{1/2}\text{Zn}_{1/2}(\text{H}_2\text{O})_3\mu\text{-H}_4\{\text{N}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3\}]_n$  ( $\text{FeZnNTP}$ ) и  $[\text{Fe}_{7/8}\text{Cd}_{1/8}(\text{H}_2\text{O})_3\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_2\text{PO}_3)_3]_n$  ( $\text{FeCdNTP}$ ) – при их совместном присутствии, определения степени конверсии и пространственной локализации накопления продуктов этих реакций в наноразмерных ОГС на основе метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) с послойным ионным травлением.

4. Установить закономерности формирования ОГС в присутствии ZnNTP и CdNTP и ионов  $\text{Hg}^-$ , включая диффузионный перенос ионов ингибиторов,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Hg}^-$  в ОГС, реакции ингибиторов с ионами железа, сопутствующие процессы, локализацию их протекания и накопления их продуктов.

Автором показано, что механизм ингибирующего действия металлохелатных ZnNTP и CdNTP основан на их взаимодействии с ионами  $\text{Fe}^{2+}$ , образующимися при окислении стали в нейтральных водных средах, при их встречной диффузии в порах ОГС. Этот процесс приводит к образованию труднорастворимых продуктов –  $\text{FeZnNTP}$ ,  $\text{Zn(OH)}_2$  и  $\text{FeCdNTP}$ ,  $\text{Cd(OH)}_2$ , – которые заполняют поры ОГС и затрудняют диффузионный перенос продуктов коррозии и деполяризатора. Интенсивность реакции и пространственная локализация накопления её труднорастворимых продуктов определяются закономерностями диффузионного переноса исходных веществ, их реакционной способностью и стехиометрическими соотношениями.

На высоком уровне выполнены экспериментальные исследования с использованием набора современных электрохимических методов в сочетании с физическими методами исследования. По результатам работы опубликовано большое число статей в ведущих российских и зарубежных изданиях, результаты доложены и обсуждены на научных конференциях различного уровня.

Новизна и обоснованность результатов, законченность работы не вызывают сомнений.

Дополнительно хочется отметить, что механизм формирования ОГС в присутствии ZnNTP и CdNTP отличается от обычной оксидной и солевой пассивации координационным

характером химических связей Fe–O в соединениях FeZnNTP и FeCdNTP. Поэтому исследованное явление выделено автором диссертации в особый случай, для которого введён термин «координационная пассивация».

К представленной работе имеются некоторые замечания. На с. 7 автор пишет: «ОГС формируется в условиях встречной диффузии ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и ионов  $\text{OH}^-$  и  $\text{O}^{2-}$ ». Однако в водной среде ион  $\text{O}^{2-}$  не существует.

Приведенное замечание не снижает общей положительной оценки работы.

Считаю, что диссертация отвечает всем требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции), рецензируемая научно-квалификационная работа содержит решение задачи установления физико-химических закономерностей формирования оксидно-гидроксидных слоёв на поверхности низкоуглеродистой стали при её коррозии в нейтральных водных средах, содержащих галогенид-ионы, в присутствии металлохелатных комплексов, имеющей значение для развития физической химии коррозионных процессов, а ее автор, Казанцева И.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Согласен с размещением моих персональных данных в сети Интернет.

Заведующий кафедрой «Химия и химическая технология»

ИжГТУ имени М.Т. Калашникова,

д.х.н., доцент,

Плетнев Михаил Андреевич.

10.09.25

Диссертация защищена по специальности

2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

426069, Ижевск, Студенческая, 7

E-mail: [pletnev@istu.ru](mailto:pletnev@istu.ru)

Тел. +79127604223

Подпись Плетнева М.А. *закрыто*

Ученый секретарь Ученого совета

д.п.н., доцент

Э.Г. Крылов



Вход. № 05-8532

« 16 » 09 2025 г.

подпись

*Крылов*