

## ОТЗЫВ


официального оппонента на диссертацию  
**Протазанова Афанасия Андреевича**  
**«Ингибирование солеотложений и коррозии в**  
**водоснабжении промышленных предприятий и энергетике»,**  
представленной на соискание ученой степени кандидата наук  
по специальности 2.1.4. Водоснабжение, канализация, строительные системы  
охраны водных ресурсов

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Актуальность темы диссертации обусловлена критическим влиянием коррозии и образования солеотложений на эффективность работы промышленных предприятий. Эти процессы приводят к значительным потерям энергетических и водных ресурсов, что в условиях современного производства становится особенно значимой проблемой. Увеличение эксплуатационных затрат и снижение надежности оборудования требуют разработки и внедрения инновационных решений. В этом контексте применение реагентов для обработки воды представляет собой важный и перспективный подход к устранению указанных негативных факторов. Решение данной проблемы не только повысит экономическую эффективность, но и будет способствовать более рациональному использованию природных ресурсов, что подчеркивает значимость и актуальность данного исследования.

### **Обоснованность и достоверность научных положений диссертационной работы**

Для обеспечения достоверности результатов в диссертации А.А. Протазанов применял комплексный подход, включающий как химические, так и инструментальные методы. Величина коррозии оценивалась с помощью метода поляризационного сопротивления с использованием прибора "Эксперт-004". Состав и толщина защитных покрытий определялись методами эллипсометрии и атомной абсорбции. Точность полученных результатов

*С отзывом ознакомлен*  
  
16.11.2024

ФГБОУ ВО "СамГТУ"	
" 15 "	11. 2024г
Вход. №	0/14

подтверждалась методами математической статистики, обеспечивая надежность и достоверность исследования.

### **Научная новизна полученных результатов, выводов, сформулированных в диссертационной работе**

Диссертационная работа Протазанова А.А. представляет оригинальное научное исследование, новизна которого подтверждается следующими результатами:

1. Разработаны новые магниевые комплексные соединения органофосфонатов (ОФ), с различным соотношением лигандов и металла, обеспечивающие эффективную стабилизацию воды.

2. Установлено, что магниевые комплексоны ОФ при определенном соотношении (ОФ:Me = 2:1 и 2,5:1) эффективно ингибируют коррозию и солеотложения в широком диапазоне температур и в различных водных средах.

3. Экспериментально подтверждено, что как магниевые, так и цинковые комплексоны ОФ не уступают по эффективности ОФ в ингибировании солеотложений.

4. Доказано, что образование защитной пленки на поверхности металла позволяет снизить расход ингибитора при предотвращении, коррозии стали.

5. Состав образующейся защитной пленки определен методом атомной абсорбции, что позволило уточнить механизм действия ингибиторов.

### **Теоретическая и практическая значимость положений и выводов диссертации**

В исследовании были разработаны новые эффективные ингибиторы на основе ОФ, пригодные для промышленного применения в различных отраслях народного хозяйства. Результаты лабораторных исследований привели к разработке композиции на основе магниевого НТФ, рекомендованного в качестве универсального ингибитора солеотложений и коррозии в котельной г. Полевской. Кроме того, успешно проведены промышленные испытания нового комплексного ингибитора коррозии и образования карбонатных отложений.



## **Публикация результатов диссертации и их апробация**

По теме диссертации опубликовано 25 работ, в том числе в 5 статьях, опубликованных в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК России, и 1 в изданиях базы данных Scopus и WoS; получены 3 патента на изобретение.

## **Структура и содержание диссертационной работы**

Резецируемая диссертационная работа состоит из введения и 5 глав, списка литературы (202 наименования работ отечественных и зарубежных авторов) и приложений. Работа изложена на 139 страницах рукописного текста, включает 31 рисунок, 28 таблицы. Материалы (текстовая часть диссертации и автореферат) изложены в доступной для восприятия форме, хорошо иллюстрированы, отредактированы, наглядны и дают исчерпывающую информацию.

**Во введении** соискателем обоснована актуальность выбранного исследования, сформулированы цель и научные задачи, которые необходимо решить, представлены основные положения, выносимые на защиту. Сформулированы и логически обоснованы научная новизна работы, ее практическая ценность и теоретическая значимость исследований., представлены объект и предмет исследования, личный вклад автора в полученные научные результаты, включенные в диссертационную работу, подтверждение достоверности полученных результатов, сведения об апробации результатов диссертации и реализации работы, публикации по теме диссертации.

**В первой главе** (стр. 12-36) представлен анализ различных реагентов, влияющих на образование солеотложений и коррозию металла. Обобщены литературные данные проблемы коррозии при использовании ингибиторов солеотложений. Соискателем, на основании проведенного литературного обзора, сделано заключение об возможности разработки многоцелевых ингибиторов на основе ОФ, которые эффективно смогут защищать поверхность металла от

коррозии и образования минеральных отложений. Это позволит применять их в условиях повышенных требований к качеству водных систем.

**Во второй главе** (стр. 37-46) описаны объекты исследования (органофосфонаты и их композиции с цинком и магнием), различающиеся количеством функциональных групп и длиной углеводородного радикала. Для моделирования промышленных вод были использованы три типа растворов с различной минерализацией (низкая, средняя и высокая). Влияние реагентов на кристаллизацию сульфата кальция изучалось в динамических условиях. Состав и толщина защитной пленки определялись методами эллипсометрии и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

**В третьей главе** (стр. 47-81) соискателем описаны результаты лабораторных исследований по разработке эффективных реагентов для одновременного ингибирования солеотложений и коррозии в промышленных водных системах. Эти исследования включали изучение физико-химических свойств ОФ и их композиционных составов. Полученные результаты показали, что цинковые и магниевые комплексы НТФ и ОЭДФ обладают высокой эффективностью в снижении коррозии до значений ниже нормативных. Кроме того, автором в ходе проведения исследований, отмечено снижение коррозионной активности с ростом температуры в присутствии комплексонов, что соискатель связывает с образованием защитной пленки на поверхности металла. Эти результаты открывают новые возможности для практического применения разработанных ингибиторов в различных отраслях промышленности. Для предотвращения отложений на Боголюбовском месторождении автором рекомендована композиция на основе магниевого комплекса нитрилтриметиленфосфоновой кислоты. Данный реагент эффективно предотвращает минеральные отложения и коррозию в температурном диапазоне 40-70°C.

**В четвертой главе** (стр. 82-91) Протазанов А.А. представил результаты исследований по получению и изучению защитных покрытий на поверхности



металла. В главе представлен механизм образования защитной пленки, основанный на электрофильном замещении металла в комплексонате катионами железа, а также определен ее состав.

**В пятой главе** (стр. 92-100) автором разработан и успешно применен в производственных условиях комплексный ингибитор солеотложений и коррозии на основе НТФ с магнием в технологических системах. Применение реагента позволило значительно снизить эксплуатационные и капитальные затраты.

**В заключении** сформированы общие выводы по результатам, полученным в диссертационной работе.

Автореферат представляет основные положения и результаты выполненного исследования.

### **Степень завершенности диссертации и качество ее оформления**

Диссертация Протазанова А.А. выполнена на высоком уровне и демонстрирует полную степень завершенности. Все этапы исследования, начиная от постановки целей и задач до получения итоговых выводов, изложены последовательно и логично, что позволяет ясно увидеть значимость полученных результатов. Оформление работы соответствует установленным научным стандартам: структура текста продуманна, изложение материала четкое и последовательное, а таблицы, графики и иллюстрации отличаются высоким качеством, дополняя и усиливая восприятие представленных научных данных.

### **Вопросы и замечания по работе**

1. На рисунках 3.2 и 3.3 диссертант демонстрирует высокую эффективность ингибирования солеотложений с использованием реагента диаминопропанолтетраметилефосфоновая кислота (ДПФ). Однако последующие исследования сосредоточены на изучении комплексонатов на основе нитрилотриметилефосфоновой кислоты (НТФ). В связи с этим необходимо уточнить мотивацию данного выбора и обосновать преимущества НТФ по сравнению с ДПФ в контексте дальнейших исследований.

2. В таблице 3.4 не определено, каким образом происходит изменение защитного эффекта. При этом в описании к таблице отмечается отсутствие значимых различий. Необходимо обосновать механизм изменения защитного эффекта и приведенное заключение относительно отсутствия отличий между различными комплексами.

3. В таблице 3.8 автор проводит исследование влияния концентрации реагентов в диапазоне 30-50 мг/л. Необходимо обосновать выбор данного диапазона концентраций.

4. Уточнить критерии, использованные соискателем при выборе состава модельных растворов для экспериментальных исследований.

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления от работы и не снижают научную и практическую значимость проведенных исследований.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Рекомендуется продолжить изучение композиции на основе магниевого комплекса НТФ, которая продемонстрировала высокую эффективность в широком диапазоне температур, с целью расширения её применения в промышленных условиях. Кроме того, следует провести дополнительные исследования, направленные на более глубокое понимание механизма образования защитной пленки и оценку её устойчивости к внешним воздействиям. Эти рекомендации помогут оптимизировать применение разработанных ингибиторов и повысить их эффективность в промышленных условиях.

### **Заключение**

На основании вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа Протазанова Афанасия Андреевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является квалификационной научной работой, в которой решается научная проблема, имеющая существенное значение в области



предотвращения образования минеральных отложений и коррозии металла и соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а её автор, Протазанов Афанасий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

### Официальный оппонент

Доктор технических наук  
специальность: 07.00.10 – История  
науки и техники 02.00.13 –  
Нефтехимия, профессор, профессор  
кафедры «Водоснабжение и  
водоотведение» ФГБОУ ВО  
«Уфимский государственный  
нефтяной технический университет»

Зенцов  
Вячеслав Николаевич

«07» ноября 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»  
Адрес: 450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа,  
ул. Космонавтов, д. 1. Тел.: (347)243-19-77; e-mail: [zencovvn@yandex.ru](mailto:zencovvn@yandex.ru).

Я, Зенцов Вячеслав Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Протазанова Афанасия Андреевича, и их дальнейшую обработку.

«07» ноября 2024 г

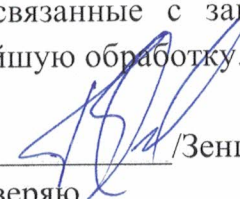
Подпись Зенцова В.Н. заверяю

Ученый секретарь ученого совета

ФГБОУ ВО «Уфимский

государственный нефтяной

технический университет»

 / Зенцов Вячеслав Николаевич

« 07 » // 2024 г.

Васильева В.Д./

