

## ОТЗЫВ

официального оппонента **Николаевой Ларисы Андреевны** на диссертацию **Зидихановой Аиды Альбертовны «Исследование и разработка аминокислотосодержащих водно-химических режимов теплоэнергетических установок»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5—Энергетические системы и комплексы (технические науки)

### Актуальность избранной темы

Традиционно на тепломеханическом оборудовании ТЭС водно-химический режим (коррекционная обработка) обеспечивается за счет дозировки в тракт гидразина и аммиака (реагентов 1 и 2 класса опасности) в диапазоне давлений от 1,0 до 13,8 МПа и температуры от 80 до 500 °С. Комплекс аммиака и угольной кислоты уносится из котла в турбину. При конденсации пара в конденсаторе турбин, вследствие большой растворимости аммиака, удаление из конденсатора угольной кислоты происходит интенсивнее, чем аммиака, поэтому образуется избыток аммиака, создающий опасность коррозии латуни конденсаторов паровых турбин в условиях присоса кислорода с воздухом. Таким образом, требуется защита пароводяного тракта от действия угольной кислоты. Коррекционная обработка гидразином питательной воды служит для снижения скорости коррозии в питательном тракте за счет связывания остатков кислорода после деаэраторов и восстановления на поверхностях питательного тракта оксидов железа и меди.

В настоящее время в России и зарубежом комплексная технология для выполнения очистки, пассивации/консервации и ведения водно-химического режима основана на применении аминокислотосодержащих реагентов, которые обеспечивают все технологические процессы для поддержания надежной и экономичной работы оборудования ТЭС.

Опыт работы с различными марками зарубежных аминокислотосодержащих реагентов, а также исследование поведения комплексных реагентов торговых марок Cetamine, Helamin, PuroTech и др. в пароводяных трактах энергетических котлов показали как положительные стороны применения этих реагентов, так и определенные недоработки рецептурных составов. В связи с возникающими вопросами при их применении, а также с целью проведения программы

импортозамещения в условиях нарастающих санкционных ограничений возникла потребность разработки нового реагента отечественного производства – для обработки питательной и котловой воды.

#### Степень разработанности темы диссертации

В течение последних десятилетий в России и за рубежом для коррекции ВХР на тепловых электростанциях (ТЭС) с барабанными котлами и на ТЭС с парогазовыми установками достаточно широкое применение находят комплексные реагенты, содержащие пленкообразующие амины. Одно из преимуществ использования таких реагентов состоит в том, что при контакте их с металлом или оксидным слоем на поверхности металла или оксидного слоя образуется гидрофобная защитная пленка, состоящая из пленкообразующего амина. Исследованию свойств комплексных реагентов семейства Хеламин, посвящен ряд работ МЭИ и ВТИ.

Задача применения комплексных аминных реагентов для коррекции ВХР паровых котлов разных давлений на основе отечественных реагентов до настоящего времени не является решенной. Наряду с созданием отечественных аминных реагентов, требуется разработка методики их использования на теплоэнергетическом оборудовании, включая контроль содержания в водной среде.

Научная новизна и теоретическая значимость диссертационной работы, состоит в исследовании ряда важных физических и химических свойств (термостойкость, поверхностная активность, влияние pH и др.) водных растворов, как отдельных аминосодержащих реагентов, так их смесей при контакте с поверхностью образцов котельной стали в лабораторных и промышленных условиях. К научной новизне можно отнести и методику исследований защитных свойств, и результаты испытаний образцов на коррозионную устойчивость, особенно в условиях опытно-промышленных испытаний на действующем оборудовании котельных установок.

Практическую ценность работы определяют результаты опытно-промышленных испытаний на паровых энергетических котлах с давлением от 3,9 МПа до 13,8 МПа на котлах-утилизаторах блоков ПГУ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность. Достоверность исследований подтверждается использованием классических методик химического анализа водных сред, сравнением с известными результатами других авторов и других реагентов, совпадением результатов, например, по скорости коррозии, полученных разными методами (анализ водного раствора и анализ поверхности образца).

Личное участие автора в получении представленных результатов подтверждается как публикациями с участием автора, так и выступлениями с докладами на научно-технических конференциях разного уровня.

### ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ

*В первой главе* приведены результаты литературного обзора по теме диссертации, дан анализ проблем водно-химического режима паровых котлов и основных контуров ТЭС, представлены результаты исследований ВХР на основе импортных аминосодержащих реагентов. Определены задачи работы, отмечена необходимость разработки комплексных отечественных реагентов для паровых котлов в широком диапазоне рабочих параметров.

*Во второй главе* представлен методический подход к решению задач исследования, включающий методику, способ и устройство для лабораторных термохимических опытов и методику опытно-промышленных испытаний (ОПИ) водно-химического режима на действующем оборудовании ТЭС. Основные положения методик даны со ссылками на ГОСТы и нормативные документы.

*В третьей главе* представлены результаты лабораторных исследований процессов взаимодействия водных растворов ряда аминосодержащих реагентов (монорастворы и растворы смесей) с образцами стали СТ 3 и СТ 20 в условиях высокотемпературных полей с анализом водных сред и поверхностей образцов до и после испытаний. В объем анализов входили измерение в водных растворах: удельная электропроводность, масса осадка и др., визуальный осмотр и оценка коррозионной стойкости образцов. На основании сравнения результатов выбраны компоненты и их композиции (в частности, НК-10 в паре с ОЛЛ-8), для составления комплексных реагентов для дозирования в основной водопаровой тракт энергетических котлов.

*В четвертой главе* даны результаты ОПИ аминного водно-химического режима с применением новых отечественных реагентов ВТИАМИН, разработанных с использованием полученных автором результатов лабораторных опытов. Особенностью состава комплексных реагентов являлись условия эксплуатации и теплотехнические характеристики работы энергетических установок. Так, на блоке ПГУ-450 импортный реагент «Helamin» был успешно заменен на ВТИАМИН КР-33. На барабанном котле высокого давления ( $P_6=13,8$  МПа) был использован реагент ВТИАМИН КР-31 в сочетании с традиционным гидразин-аммиачным ВХР, что позволило защитить поверхности оборудования от коррозии как при эксплуатации, так и при длительных простоях. На котле среднего давления ( $P_6=3,9$  МПа) применение реагента ВТИАМИН КР-34 позволило значительно снизить скорость коррозии оборудования водо-парового тракта даже в условиях отключения деаэратора.

*В пятой главе* дано обоснование технико-экономической эффективности применения комплексных реагентов ВТИАМИН, замещающих импортных аналоги что было одной из задач исследований автора.

Таким образом, можно отметить большой объем и положительный результат проделанной автором работы по реализации научных задач, и соответствующих цели исследования. Заслугой автора является создание комплексной методики исследования новых реагентов, учитывающей конкретные условия эксплуатации и тепловой схемы энергетического оборудования.

ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ ЕСТЬ РЯД ВОПРОСОВ И ЗАМЕЧАНИЙ.

1. Комплексные реагенты марки ВТИАМИН имеют условные обозначения, например, ВТИАМИН КР 33: в тексте не приведен состав таких реагентов.

2. В тексте встречаются разные марки реагентов ВТИАМИН: КР-33, КР-31, КР-34. Чем они отличаются и почему нельзя разработать универсальный реагент, как например, аммиак или гидразин, применяемые на многих ТЭС.

3. Желательно дать развернутое описание: как контролируются (качественно и количественно) защитные свойства ПОА в промышленных испытаниях. Целесообразна разработка руководящих документов.

4. Ссылку на ГОСТ Р 81482-2024 на стр. 49 диссертации следовало бы перенести в список литературы. По какой причине по тексту диссертации мало внимания уделяется разработанному ГОСТ?

5. По тексту диссертации одним из преимуществ ведения ВХР с АСР декларируется обеспечение отсутствия необходимости проведения консервации оборудования условиях отсутствия четко обозначенного диспетчерского графика. При этом, хотелось бы уточнить влияние подобного типа ВХР на проведение химических очисток оборудования.

Отмеченные выше замечания и недостатки имеют частный характер, не снижают научной и практической ценности работы и целостности ее содержания.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертационная работа Зидихановой Аиды Альбертовны на тему «Исследование и разработка аминокислотсодержащих водно-химических режимов теплоэнергетических установок», представленная на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы», является законченной актуальной научно-квалификационной работой. Результаты диссертационной работы удовлетворяют критериям новизны, достоверности и обоснованности. Диссертация обладает внутренним единством содержания. Материал диссертации изложен грамотно, последовательно и подробно. В публикациях автора в полной мере освещены основные результаты исследований. Автореферат отражает содержание диссертации.

Диссертация, в которой научно обоснованы новые технологические решения по повышению эффективности водно-химического режима теплоэнергетических установок ТЭС, полностью соответствует специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы».

Тема диссертации актуальна, а полученные диссертантом и выносимые на защиту результаты обладают научной новизной и практической ценностью.

Работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук согласно пп. 9 -14 «Положения о присуждении ученых степеней» (в соответствии с Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г. в

актуальной редакции).

Считаю, что автор работы Зидиханова Аида Альбертовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Официальный оппонент: заведующий кафедрой  
«Инженерная экология и безопасность труда»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет»,  
д.т.н, профессор

Николаева Лариса Андреевна  
20.11.2022

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»  
Почтовый адрес: 420066, Казань, ул. Красносельская, д.51  
Тел.: +7-843-519-43-24  
E-mail: [ie\\_kgeu@mail.ru](mailto:ie_kgeu@mail.ru)

Подпись доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Инженерная экология и безопасность труда» Николаевой Л.А. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» заверяю

Начальник Отдела кадров  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»  
Сычева Альбина Амировна  
20.11.2022

