



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение

высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(УлГТУ)

Северный Венец ул., д.32,  
г.Ульяновск, 432027, Россия  
Тел.: (8422) 43-06-43; факс (8422) 43-02-37  
e-mail: rector@ulstu.ru http://www.ulstu.ru  
ОКПО 02069378, ОГРН 1027301160226  
ИНН/КПП 7325000052/732501001

26.11.2024 № 1971/20-04  
На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Утверждаю

Ректор ФГБОУ ВО «Ульяновский  
государственный технический  
университет», доктор технических  
наук, профессор

Ярушкина Надежда Глебовна



« 26 »



## ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования

«Ульяновский государственный технический университет»  
на диссертационную работу **Зидихановой Аиды Альбертовны**

**«Исследование и разработка амносодержащих  
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 темы диссертационной работы.**

В процессе эксплуатации теплоэнергетического оборудования на металле внутренних поверхностей нагрева котельных труб образуются эксплуатационные отложения, а при нахождении в резерве или ремонте протекает стояночная коррозия также с образованием отложений самого различного состава.

Помимо образования отложений при ведении водно-химического режима (ВХР) с дозированием традиционных реагентов, таких как аммиак, гидразин и щелоче-фосфатная смесь, протекают процессы прятания солей, которые способствуют образованию подшламовой коррозии при эксплуатации оборудования.

Обследование традиционных методов ведения ВХР, а также использование технологий очистки и консервации или пассивации позволили сформулировать следующие выводы:

1) Существующие модификации водно-химических режимов действующих энергоблоков с барабанными котлами давлением от 1,0 до 13,8 МПа и котлов-утилизаторов с давлением от 0,5 до 8 МПа не позволяют обеспечить надежный водный режим в условиях современного диспетчерского графика эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС. При колебаниях нагрузки отмечается резкое ухудшение основных показателей ВХР. Особенно отмечается увеличение содержания окислов железа, соединений кремниевой кислоты и проявляются процессы прятания и вымывания солей из отложений. В результате происходит образование слоистых отложений на поверхностях нагрева котлов и котлов-утилизаторов, что приводит к повреждаемости и незапланированному аварийному останову оборудования.

2) Существующие методы предпусковых и эксплуатационных очисток решают очень локальную задачу, а именно, только удаление отложений без обеспечения пассивации поверхностей нагрева. В результате после ввода оборудования в работу происходит резкое ухудшение показателей водного режима, что приводит к образованию нового слоя отложений и заносу проточной части паровой турбины.

**Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.**

В связи с перечисленными проблемами существует необходимость в создании комплексной технологии для обеспечения очистки, пассивации/консервации и ВХР теплоэнергетического оборудования, которая обеспечила бы не только удаление отложений различного происхождения, но и позволила бы создать на металле внутренних поверхностей нагрева и проточной части турбины магнетито-аминовый защитный слой.

Созданная комплексная технология для выполнения очистки, пассивации/консервации и ведения ВХР основана на применении аминосодержащих реагентов, которые обеспечивают все технологические процессы для поддержания надежной и экономичной работы оборудования ТЭС.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании расчетно-экспериментального метода, позволяющего дать качественную и количественную оценку состояния аминного ВХР основного теплоэнергетического оборудования ТЭС по показателям,

характеризующим коррозию конструкционных элементов и возможность образования отложений на поверхности теплообмена.

### **Степень разработанности темы диссертации.**

В России при ведении ВХР на объектах теплоэнергетики распространение получили импортные комплексные реагенты торговых марок HelaminBRW-150H, Helamin-906H, Cetamin-V211. Обладая преимуществами при применении на энергоблоках ПГУ, по сравнению с фосфатным и гидратным ВХР, аминосодержащий ВХР имеет некоторые недостатки, прежде всего – это высокая стоимость и значительный расход комплексного реагента. Первой работой по исследованию аминосодержащих реагентов на основе отечественных компонентов – аналогов импортных реагентов были разработки ВТИ (Суслов С.Ю., Кирилина А.В., Сергеев И.А.), воплотившиеся в создание комплексного реагента ВТИАМИН КР-33. Исследованию свойств комплексных реагентов семейства Хеламин, в т.ч. адсорбции на ионитах, посвящен ряд работ сотрудников МЭИ под руководством профессора Петровой Т.И.

Однако задача применения комплексных аминных реагентов для коррекции ВХР паровых котлов разных давлений на основе отечественных реагентов до настоящего времени оставалась нерешенной. В этой связи, заявленная автором цель диссертационной работы по повышению эффективности водно-химического режима основного контура ТЭС на базе новых отечественных реагентов, а также задачи их исследования являются обоснованными и актуальными.

Научная новизна работы, представленная автором, прежде всего, как разработка методики исследования противонакипных и противокоррозионных защитных свойств новых аминных реагентов может быть принята и оценивается положительно.

Разработка отечественных комплексных реагентов требует обоснованного подбора отдельных компонентов, включая их защитные свойства в широком диапазоне температур рабочей среды, исследования их поведения в водной среде как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Полученные при исследованиях и опытно-промышленных испытаниях результаты могут быть использованы при организации ВХР паровых котлов в диапазоне от 1,0 до 13,8 МПа, что, безусловно, представляет практическую ценность диссертационной работы. Автору в составе коллектива удалось создать ряд новых реагентов семейства ВТИАМИН и аттестовать методику измерений массовой концентрации барьерных веществ аминной природы в производственных водах энергетических объектов.

**Достоверность и обоснованность представленных в диссертации результатов** исследований подтверждается использованием классических методов лабораторных высокотемпературных исследований свойств водных растворов; оценкой состояния поверхностей теплообмена и анализом проб воды, пара и вырезок труб в условиях промышленной эксплуатации, а также – сравнением отдельных результатов с исследованиями других авторов.

**Личное участие автора** в получении результатов работы подтверждается опубликованными трудами и материалами докладов на научно-технических конференциях, представленными в списке публикаций автореферата.

### **Оценка содержания работы**

**В первой главе** дан анализ состояния ВХР паровых котлов и энергоблоков ТЭС в условиях ведения как традиционного – гидразинно-аммиачного ВХР, так и аминных ВХР на основе импортных реагентов. Показано, что исследования по применению комплексных аминных реагентов следует проводить с учетом качества добавочной (подпиточной) воды, специфики, схемы и типа оборудования теплоэнергетического объекта. Определена цель и сформулированы задачи исследования.

**Во второй главе** изложены подход к решению задач и методика исследования. Согласно схеме организации лабораторных исследований монорастворов и растворов смеси аминных реагентов, работы выполнялись в условиях физического и химического моделирования рабочей среды паровых котлов при температурах до 350 °С и выше на образцах стали марок СТ-20 и СТ-3, являющихся основными конструкционными материалами теплообменного оборудования. Методика опытно-промышленных испытаний (ОПИ) включала этап предварительных исследований при ведении штатного ВХР, что позволяло внести коррекцию в состав комплексного реагента. Основным этапом ОПИ обеспечивал возможность выбора оптимальной концентрации комплексного реагента и способа контроля как содержания реагента, так и состояния ВХР по нормируемым показателям. Такой подход к исследованию можно считать обоснованным и целесообразным.

**В третьей главе** представлены результаты лабораторных (автоклавных) исследований защитных свойств ряда пленкообразующих аминов на образцах СТ-20 и СТ-3. Автором исследованы девять растворов аминных реагентов с анализом растворов и образцов до и после длительных выдержек при температуре 380 °С. По результатам исследований можно заключить, что реагент НК-10, изготавливаемый на

отечественном сырье, обеспечивает условие импортозамещения и может быть представлен к опытно-промышленным испытаниям.

**В четвертой главе** отражены результаты ОПИ аминного ВХР с применением реагентов ВТИАМИН на разных типах паровых котлов. Так, при испытаниях аминного водного режима на блоке ПГУ-450, целью которого была замена импортного реагента «Helamin» на отечественный ВТИАМИН, можно сделать вывод о том, что за период работы с применением реагента «ВТИАМИН КР-33» не выявлено нарушений и отклонений от норм водно-химического режима. Положительные результаты применения аминных реагентов марки ВТИАМИН (КР-31, КР-34) получены на барабанном энергетическом котле БКЗ-420-140 НГМ ( $P_6 = 13,8$  МПа), как с позиции решения технологических задач, так и с точки зрения отработки методики ОПИ, что является одной из основных задач диссертационной работы.

**В пятой главе** дано обоснование эффективности применения комплексных реагентов ВТИАМИН, замещающих импортные аналоги Helamin, Cetamin и др.

Подводя итог анализа содержания диссертации Зидихановой А.А., можно отметить положительный результат и большой объем проделанной работы по реализации научных задач, поставленных автором, и соответствующих цели исследования. Заслугой автора является разработка комплексной методики исследования новых реагентов, которая учитывает конкретные условия эксплуатации и особенности тепловой схемы энергетического оборудования, а также обеспечивает повышение эффективности ВХР.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.**

Предложенные в исследовании результаты рекомендуется использовать проектными организациями, занимающимися разработкой проектов в области теплоэнергетики и проблемами повышения эффективности работы тепловых электрических станций на органическом топливе; наладочными организациями, занимающимися вопросами внедрения и наладки водно-химических режимов теплоэнергетического оборудования; эксплуатирующими организациями, проводящими контроль и регулирование водно-химического режима основного оборудования.

Разработанная комплексная методика исследования состояния водно-химического режима основных контуров паровых энергетических котлов, давлением от 1,4 до 16,0 МПа, включая котлы-утилизаторы ПГУ, позволяет в условиях работы электростанции выполнить количественную оценку

эффективности как применяемых, так и вновь созданных аминоксодержащих реагентов, в частности, реагентов ВТИАМИН.

При внедрении комбинированного ВХР с применением реагента отечественного производства ВТИАМИН в рамках замещения импортного реагента Helamin доказан положительный экономический эффект при ведении на энергоблоках тепловых электростанций РФ.

**По содержанию диссертации имеется ряд вопросов и замечаний:**

1. Задача импортозамещения в работе решается заменой аминных реагентов марки Helamin на отечественные также аминные реагенты марки ВТИАМИН. В чем их сходство и в чем отличие?

2. Используемые в лабораторных исследованиях аминоксодержащие вещества носят условные обозначения, например, НК-10, ОЛЛ-86 и др. (глава 3). В работе не представлены их производители и химические формулы, что создает некоторую неопределенность в понимании химизма их взаимодействия с поверхностью образцов.

3. В главе 4 указано, что при дозировании комплексных реагентов ВТИАМИН их концентрация в паро-водяном тракте в ряде случаев составляет 10-20 мкг/дм<sup>3</sup>. Каким образом и с какой погрешностью определяются такие малые концентрации вещества?

4. В тексте диссертации и автореферата встречается определение «комплексная методика исследования». На наш взгляд, требуется дополнительное пояснение: в чем заключается комплексность такой методики.

5. Как оценивались скорость коррозии и защитные свойства пленкообразующих аминов на образцах в лабораторных исследованиях и как в ходе промышленных испытаний?

Замечания не меняют общей положительной оценки работы.

Теоретические и практические результаты диссертационной работы отвечают требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям.

**Заключение по работе.**

Диссертация Зидихановой Аиды Альбертовны «Исследование и разработка аминоксодержащих водно-химических режимов теплоэнергетических установок» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические разработки по повышению эффективности водно-химического режима основного контура ТЭС с использованием новых отечественных реагентов семейства ВТИАМИН для снижения интенсивности образования отложений и коррозии, имеющие существенное значение для импортозамещения в энергетической и других

смежных отраслях отечественной промышленности. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Диссертация удовлетворяет установленным требованиями пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор Зидиханова Аида Альбертовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Диссертация Зидихановой А.А. и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапова» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», протокол №4 от 25.11.2024 г.

Исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапова» УлГТУ, кандидат технических наук, доцент

1 Орлов Михаил  
Евгеньевич

25.11.2024

Профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапов: УлГТУ, доктор технических наук, доцент

Ротов Павел  
Валерьевич

25.11.2024

Доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапова» УлГТУ, кандидат технических наук, доцент

7 Пазушкина Ольга  
Владимировна

25.11.2024

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ)

Адрес: Российская Федерация, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32  
Веб-сайт: [www.ulstu.ru](http://www.ulstu.ru); Телефон: (8422) 43-06-43; Факс: (8422) 43-02-37.  
e-mail: [rector@ulstu.ru](mailto:rector@ulstu.ru)

Подписи Орлова М.Е., Ротова П.В., Пазушкиной О.В. заверяю.

Начальник Управления кадрового обеспечения ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Макарова Оксана  
Анатольевна

25.11.2024

