

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и  
коммерциализации ФГБОУ ВО  
«Казанский государственный  
энергетический университет»

  
И. В.Ившин

февраль 2022 г.

ведущей организации Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования «Казанский  
государственный энергетический университет»  
на диссертацию КОЗЛОВСКОГО Владислава Вадимовича  
**«Совершенствование водного режима систем оборотного охлаждения  
ТЭС на основе реагентов ВТИАМИН»**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции,  
их энергетические системы и агрегаты»

#### **Актуальность темы диссертации**

Определяется увеличением объема систем оборотного охлаждения (СОО), связанного, прежде всего, с вводом на ТЭС России энергоблоков с парогазовыми установками, а так же с ужесточением требований к составу продувочным и сточным водам. Ввод новых мощностей увеличивает нагрузку на действующее оборудование СОО, ускоряет процессы накипеобразования и коррозии. Ограничение сбросов заставляет и исследовать другие, менее токсичные реагенты для обеспечения норм качества циркуляционной воды и (или) использовать часть продувочных вод для собственных нужд, например, для увеличения расхода воды, поступающей на обработку на водоподготовительные установки ТЭС. Такие технологические решения создают дополнительные ограничения в выборе реагентов и организации водно-химического режима (ВХР) оборотных систем.

К настоящему времени сформировалась тенденция использования в рамках ВХР СОО комплексных реагентов – ингибиторов отложений и коррозии одновременно. Высокая стоимость таких реагентов и неизвестный состав компонентов (коммерческий продукт) заставляют выполнять разработки отечественных продуктов.

Отмеченное выше в полной мере отвечает теме рассматриваемой диссертационной работы, что и определяет её актуальность.

Оценка общей характеристики работы по нормативным показателям позволяет отметить следующее.

**Степень разработанности темы** достаточно представлена в первой главе диссертации. Здесь можно обратить внимание на целесообразность развития темы в направлении утилизации продуктов выделяемых из обрабатываемых и сточных вод на ТЭС, что позволяет входить в нормы требований по стокам и получать некоторые продукты, пригодные для повторного использования в процессах обработки воды. Такие работы, в частности, успешно ведутся и в КГЭУ.

**Соответствие паспорту специальности, 05.14.14** «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»: в части формулы специальности: «проблемы совершенствования действующих и обоснования новых ... водных режимов..., проблемы обеспечения надежности... оборудования тепловой электростанции, её систем»; в части области исследования специальности – пункту 1: «Разработка научных основ методов расчета... и оптимизации параметров, показателей качества ... систем»; пункту 2: «Исследование и ... моделирование процессов, протекающих в агрегатах, системах ...»; пункту 3: «... исследование, совершенствование действующих ... технологий ... использования ... водных и химических режимов ...». Решаемые задачи отвечают поставленной цели сформулированной в названии диссертации.

**Научная новизна работы** определяется разработкой и результатами, полученными на базе универсальной комплексной методики оценки состояния водного режима СОО конденсаторов паровых турбин ТЭС, отличающейся одновременным использованием набора проверенных (ГОСТированных) способов оценки интенсивности коррозии и накипеобразования, реализуемых с использованием уникальной стендовой установки в условиях максимального приближения к эксплуатационному режиму СОО ТЭС.

Получены новые данные и результаты исследований при использовании действующих ингибиторов и новых комплексных отечественных реагентов семейства ВТИАМИН, способных заменить импортные аналоги в системах оборотного охлаждения ТЭС.

Разработан перспективный водно-химический режим системы оборотного охлаждения ТЭС с блоками ПГУ на основе использования комплексного реагента ВТИАМИН ЭКО-1, обеспечивающий при коэффициенте упаривания 3,5 практически безнакипный (среднее значение скорости роста отложений – 0,036 г/(м<sup>2</sup>·ч)) и низкоррозионный (среднее значение скорости коррозии образцов Ст. 20 – 0,0517 мм/год, латуни – 0,016

мм/год) режим с расчетным углублением вакуума в конденсаторе 0,0244 кгс/см<sup>2</sup>.

**Теоретическая значимость работы** заключается в разработке и обосновании расчетно-экспериментальной методики на базе использования мобильной стендовой установки, позволяющей дать количественную оценку состояния водно-химического режима системы оборотного охлаждения ТЭС по показателям, характеризующим отложения на поверхности теплообмена и коррозию конструкционных элементов.

**Практическая значимость работы** подтверждена внедрением водного режима СОО на основе разработанных с участием автора реагентов семейства «ВТИАМИН» (три патента на изобретение).

**Достоверность и обоснованность** результатов исследования обеспечена рядом мероприятий, включая применение ГОСТИрованных методик и привлечение в ряде случаев независимых экспертов, особенно, в части работы, связанной с уменьшением биологических обрастаний в оборотных системах.

Апробация работы и публикации автора вполне удовлетворяют требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

#### **Общая характеристика работы.**

**В первой главе** дан анализ состояния работы по теме исследования, определены конкретные задачи. Отмечены разработки МЭИ, ВТИ, КГЭУ, обоснована потребность разработки и использования отечественных комплексных реагентов для организации водного режима СОО конденсаторов паровых турбин на ТЭС.

**Во второй главе** представлен и обоснован методический подход к решению поставленных задач: приведена развернутая схема комплексной методики; дано описание стендовой установки являющейся центральной частью авторской методики; представлены методики анализа воды, отложений и продуктов коррозии, а так же методики расчета базовых показателей ведения ВХР СОО.

**В третьей главе** приведены результаты апробации авторской методики и результаты испытаний стендовой установки при использовании реагентов семейства «ВТИАМИН» и «PuroTech» на Москворецкой воде. Основными показателями оценки накипеобразования приняты: «Транспорт кальция» (коэффициент стабилизации циркуляционной воды); анализ отложений на греющих элементах; анализ интенсивности коррозии контрольных образцов (ГОСТ 9.905-2007) «Методы коррозионных испытаний. Общие требования».

Полученные результаты показали возможности использования представленной методики в условиях работы СОО ТЭС, а так же показали эффективность применения реагентов «ВТИАМИН».

**В четвертой главе** отражены результаты исследований с использованием методики автора в условиях работы СОО ТЭС, в частности, Приуфимской ТЭЦ. Проведены исследования в безреагентном режиме эксплуатации, режиме с дозировками реагентов «ВТИАМИН» в сравнении с принятым ВХР с дозировкой импортного реагента «Активос 640Т». Дана количественная оценка интенсивности отложений, скорости коррозии, а также результатов биоцидной обработки циркуляционной воды. Показаны положительные результаты использования реагентов марки «ВТИАМИН».

**В пятой главе** представлены результаты опытно-промышленных испытаний на базе методики автора на ряде электростанций России. Показана возможность использования методики для оценки состояния ВХР СОО непосредственно в производственных условиях, получены положительные результаты применения реагентов «ВТИАМИН», дана расчетная оценка технико-экономических показателей, включая «Прирост мощности паровой турбины» при различных режимах работы оборотной системы.

**В завершение работы** приведены «Основные выводы и результаты», которые в достаточной мере отражают основное содержание диссертации.

#### **Замечания по работе**

1. На различных ТЭЦ автором рекомендованы не всегда одни и те же реагенты семейства «ВТИАМИН». В исследованиях на Приуфимской ТЭЦ (Глава 4) рекомендованы сразу два реагента: «ВТИАМИН ТС-5» и «ВТИАМИН ЗС-6». Непонятно, как подбирается комплексный реагент, какие характеристики ВХР СОО учитываются и в чем отличие этих реагентов от импортных аналогов.

2. Методика автора основана на использовании стендовой установки. В работе нет достаточного описания, какие именно процессы, устройства, режимы работы оборотной системы моделируются этой установкой. Можно ли переносить результаты, полученные при исследованиях на одной ТЭЦ, например на Приуфимской ТЭЦ, на другие электростанции.

3. В диссертации не сделана оценка погрешности экспериментальных исследований.

4. Автором используется расчетный показатель эффективности ВХР - «Транспорт кальция». В чем его физико-химическое содержание. Учитывает ли этот показатель кратность упаривания циркуляционной воды.

Приведенные выше замечания не снижают научной значимости и практической ценности работы, а имеют частный характер.



## Заключение

При общей положительной оценке работы следует отметить большой объем экспериментальных исследований, в т.ч. на действующем оборудовании СОО ТЭС.

В диссертационной работе Козловского В.В. «Совершенствование водного режима систем оборотного охлаждения ТЭС на основе реагентов ВТИАМИН» выполнены комплексные исследования водно-химического режима ТЭС и получены данные по применению ингибиторов, заменяющие импортные аналоги, что является важным и актуальным для ТЭС.

Диссертация отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», в частности, пунктов 9-14, утвержденного правительством РФ от 24.09.2013 г. №842 и может быть оценена ПОЛОЖИТЕЛЬНО. Соискатель Козловский Владислав Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Диссертационная работа Козловского Владислава Вадимовича и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Технологии в энергетике и нефтегазопереработке» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», протокол № 3.1 от 18.02.2022 г.

Отзыв составлен:

Заведующий кафедрой «Технологии в энергетике  
нефтегазопереработке»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет»  
д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РТ

Лаптев  
Анатолий  
Григорьевич

Зам. зав. кафедры по НР  
«Технологии в энергетике и нефтегазопереработке»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет»  
профессор кафедры

Николаева  
Лариса  
Андреевна

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПОДПИСАТЕЛЯМ  
Специалист У

Николаева А.Т. Николаева Л.А.  
С.А. Рабисрачманова

Адрес ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»: 420066 г.Казань, ул. Красносельская д.51, сайт: <http://kgeu.ru>, e-mail: [kgeu@kgeu.ru](mailto:kgeu@kgeu.ru), телефон: 8(843)519-42-20