

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента кандидата технических наук, доцента  
Орлова Константина Александровича на диссертацию  
**Козловского Владислава Вадимовича**

**на тему**

**«Совершенствование водного режима систем оборотного охлаждения ТЭС на  
основе реагентов ВТИАМИН»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические  
системы и агрегаты»

### **Актуальность темы диссертации и её общая характеристика**

Одним из основных направлений модернизации ТЭС в последние годы в Российской Федерации является ввод в эксплуатацию энергоблоков с парогазовыми установками (ПГУ), монтаж которых производится, как правило, на действующих электростанциях. Такой подход ускоряет ввод в эксплуатацию нового энергетического оборудования, однако, увеличивает нагрузку на общестанционные системы, в числе которых одной из основных является система оборотного охлаждения (СОО) конденсаторов паровых турбин.

Большие водяные объемы и большие потери воды таких систем восполняются, как правило, природной водой, нередко, со сбросом внутренних технологических вод.

Предотвращение минеральных отложений и коррозии оборудования обеспечивается мероприятиями водно-химического режима (ВХР). Высокая склонность к накипеобразованию и коррозии циркуляционной воды СОО не может быть экономически эффективно снижена до нормативных значений в современных условиях эксплуатации ТЭС, что в итоге приводит к увеличению присосов охлаждающей воды в конденсат, росту отложений как в трубках конденсаторов, так и на элементах конструкции градирен.

Для решения этого вопроса в последнее время большое распространение для кондиционирования циркуляционной воды получили органические реагенты, как правило, импортные, обеспечивающие значительное снижение скоростей образования коррозии и отложений. Высокая стоимость реагентов и неизвестный компонентный состав несколько ограничивают их практическое использование на отечественных ТЭС при разном качестве добавочной воды, коэффициентах упаривания, условий сброса продувочной воды.

Изложенное выше позволяет считать актуальной представленную диссертационную работу, посвященную разработке, исследованию и промышленному внедрению новых отечественных реагентов марки «ВТИАМИН» для реализации ВХР оборотных систем с минимальными (нормативными) скоростями образования коррозии и отложений.

**Степень обоснованности научных положений и выводов** достаточно высокая и обеспечивается большим объемом опытных исследований, в т.ч. непосредственно на электростанциях, и решением задач, отвечающих потребностям теплоэнергетики, в частности, в направлении импортозамещения материалов и реагентов.

**Значимость для науки и практики** определяет, прежде всего, методика проведения комплексных исследований состояния водно-химического режима СОО, реализуемая в конкретных условиях работы оборотной системы ТЭС на базе уникальной пилотной установки.

**Достоверность и новизна научных положений и выводов** обоснована и определяется как использованием широко используемых методов оценки скоростей коррозии и накипеобразования, так и проведением повторных: трех/четырёх-этапных исследований с изменением вида и (или) концентраций используемых реагентов.

**Новизна положений и выводов** определяется, в конечном счете, результатами исследований таких важных показателей работы СОО, как скорость коррозии и скорость накипеобразования при фактической кратности упаривания циркуляционной воды (от 1,1 до 3,5) как в безкоррекционном ВХР, так и при дозировании различных реагентов посредством использования традиционных методов химического контроля и физического моделирования процессов на стендовой установке.

Проведение непосредственного в производственных условиях ТЭС экспериментов, переходящих в опытно-промышленные испытания (ОПИ), определяет практическую значимость работы.

### **Анализ содержания диссертации**

В первой главе приведен анализ литературных источников по теме исследования. Рассмотрены особенности эксплуатации и водного режима систем оборотного охлаждения на ТЭС, дан анализ результатов научных исследований по совершенствованию СОО ТЭС, приведены научные разработки МЭИ, ВТИ, КГЭУ. Отмечено, что снижение количества солеотложений составляет от 20% (Трилон Б)

до 90% (полиакрилаты) при использовании органических ингибиторов, а также, что общей тенденцией является разработка комплексных реагентов – ингибиторов отложений и коррозии. Определены задачи исследования по повышению эффективности ВХР СОО на основе отечественных реагентов торговой марки «ВТИАМИН».

Во второй главе представлена методология исследования, основанная на разработке расчетно-аналитической методики, содержащей набор стандартных методик оценки качества воды, скорости коррозии и образования отложений, реализуемых в условиях конкретной ТЭС с использованием стендовой установки. Такой подход позволяет с высокой достоверностью моделировать качество добавочной воды, кратность упаривания циркуляционной воды, температурный режим и химический состав продувочной воды.

Заслугой автора следует считать разработку и применение стендовой установки, обеспечивающей физико-химическое моделирование процессов СОО и обеспечивающей одновременное исследование скорости солеотложений и скорости коррозии образцов-свидетелей. Ещё одним положительным моментом методики следует считать возможность исследований процессов биообрастаний в оборотных системах.

В третьей главе представлены результаты отработки методик и результаты испытаний стендовой установки на Москворецкой воде как в безреагентном режиме, при дозировании традиционных реагентов, так и реагентов марки «ВТИАМИН». Выбор «индивидуальных» реагентов определялся из условий ингибирования коррозии и отложений в возможном диапазоне измерений рабочей среды.

В четвертой главе показаны результаты исследований по методике автора состояния ВХР СОО, совмещенные с опытно-промышленными испытаниями на Приуфимской ТЭЦ (ПуТЭЦ). Исследования проводились в течение 39 дней. Подбор реагентов осуществлялся с учетом специфики СОО ПуТЭЦ, состоящей в высокой скорости коррозии медьсодержащих конструктивных элементов. Это повлияло на выбор индивидуальных характеристик реагентов в состав комплексного реагента «ВТИАМИН ЗС-6» – ингибитора коррозии меди. С другой стороны, особенностью СОО ПуТЭЦ был большой расход продувочной воды ( $K_y \leq 1,5$ ), используемой в качестве исходной воды водоподготовительной установки.

В пятой главе представлены положительные результаты внедрения разработок автора в форме рекомендаций к применению водного режима после проведения опытно-промышленных испытаний на СОО Калининградской ТЭЦ-2 и ТЭС ОАО

«БГК», в частности, на Салаватской ТЭЦ. ОПИ проводились по отработанной методике с учетом особенностей конкретных систем.

Заслугой автора в этой части следует считать расчет, на базе результатов исследований, ряда важных технологических показателей работы СОО, таких как: потребность в реагенте, коэффициент частоты конденсатора ПТУ, максимальный коэффициент упаривания, а также углубление вакуума в конденсаторе и прирост мощности паровой турбины.

В Заключении приведены основные выводы по работе, которые в достаточной степени отражают её содержание.

### **Замечания**

1. В изложении «Научной новизны» работы не представлено научное обоснование физико-химического моделирования процессов в системе оборотного охлаждения (СОО) на стендовой установке, являющейся основным аппаратом исследований. Методика работы названа «комплексной». В чем её комплексность?

2. В описании методики проведения исследований на стендовой установке не проведено сравнение с ранее применявшимися методами.

3. При обработке результатов экспериментов используются новые термины – «транспорт кальция». В чем необходимость его введения и каковы преимущества его использования? Как обеспечивалась и контролировалась в опытах кратность упаривания циркуляционной воды?

4. В тексте диссертации и автореферата обнаружены некоторые повторы и неточности редакционного характера.

Отмеченные замечания и вопросы не снижают научной новизны и практической значимости данной диссертационной работы и направлены на углубление ее понимания и дальнейшее развитие.

Диссертационная работа Козловского Владислава Вадимовича на тему «Совершенствование водного режима систем оборотного охлаждения ТЭС на основе реагентов ВТИАМИН», представляет собой законченную научную работу.

Результаты работы могут быть использованы при разработке проектов и эксплуатации систем оборотного охлаждения традиционных энергоблоков с энергоблоками парогазовыми установками.

Содержание диссертации достаточно отражено в публикациях автора. Содержание автореферата соответствует содержанию работы.

В целом диссертация КОЗЛОВСКОГО В.В. на тему «Совершенствование водного режима систем оборотного охлаждения ТЭС на основе реагентов ВТИАМИН» отвечает требованиям Положения ВАК от 24.09.2013 №842 (п. 9) и

может быть оценена положительно. Соискатель Козловский Владислав Вадимович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Официальный оппонент

к.т.н., доцент,

заведующий кафедрой

«Теоретические основы теплотехники им. М.П. Вукаловича»

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Email: OrlovKA@mpei.ru

Место работы: ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

/ Орлов Константин Александрович /

22.02.2022 г.

Подпись верна:

Заместитель начальника

Управления по работе с работодателями

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

/ Полевая Людмила Викторовна /

