

**ВТИ**

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ДВАЖДЫ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ"
(ОАО "ВТИ")

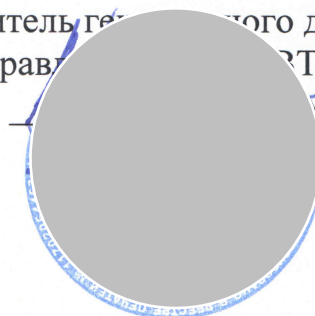


ISO 9001:2015 № 2017/73917.1, ЭОН 000411.001 № РОСС RU.M578.04ИР01
ISO 50001:2011 № СДС.ЭС.СЭМ.00365-17, ISO 14001:2004 № РОСС RU.31045.04ЖЖП0
OHSAS 18001:2007 № РОСС RU.31045.04ЖЖП0
ИНН 7725054856, КПП 772501001, ОГРН 1027700158485

Российская Федерация, 115280
г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
Телефон: (495) 137-77-70
E-mail: vti@vti.ru, http://www.vti.ru

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по оперативному управлению «ВТИ», к.т.н.
Мартынов
_____ 2019 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») на диссертацию ИВАНОВОЙ Анастасии Ярославовны «Совершенствование химического контроля водного теплоносителя энергоблоков ПГУ на основе измерений электропроводности и рН», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»

1. Актуальность темы диссертации

Эксплуатационная надежность и безопасность энергоблоков ПГУ определяется, в значительной степени, тремя факторами: схемными и конструктивными решениями, конструкционными материалами и водно-химическим режимом (ВХР). Как правило, проектный ВХР котлов-утилизаторов (КУ) ПГУ – гидразио-аммиачный с фосфатированием (или подщелачиванием) котловой воды. Разработанный в ВТИ во второй половине XX века метод автоматического химического контроля (АХК), основанный на измерениях электропроводности прямой (χ) и Н-катионированной (χ_N) пробы широко используется на электростанциях России, однако, исчерпал свои возможности. Во всех случаях ВХР реализуется в условиях жестких требований к качеству питательной воды, определяемых производителями котлов-

утилизаторов и представленных в рекомендательных документах международной ассоциации по свойствам воды и пара IAPWS и ВТИ. В последних документах идет ужесточение норм качества питательной и котловой воды и увеличение объема химического контроля, в том числе, на базе дорогостоящих автоматических анализаторов, например, анализаторов для определения концентрации хлоридов и сульфатов, а также «общего органического углерода».

Разработка «умных» приборов и систем АХК, обладающих измерительными и диагностическими функциями, является актуальной задачей теплоэнергетики двадцать первого века, а решение этой задачи на базе отечественных анализаторов ставит представленную работу в ряд наиболее важных научных исследований, способных внести значительный вклад в развитие энергетической отрасли.

2. Структура работы

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы (состоит из 109 наименований), 13 приложений (занимают 48 страниц). Общий объем работы 163 страницы (основной текст диссертации 114 страниц).

В первой главе диссертации дан анализ состояния водно-химического режима (ВХР) и для энергоблоков с ПГУ. Обоснована необходимость совершенствования систем обеспечения ВХР в направлении систем автоматического химического контроля и создания новых приборов – автоматических анализаторов качества водного теплоносителя энергоблоков ПГУ.

Во второй главе представлен методический подход к решению задач исследования, который состоит, в разработке метода, основанного, прежде всего, на сочетании измерений электропроводности и рН охлажденных проб с математической моделью водного теплоносителя, включающей математическое описание ионных равновесий в рамках теории растворов электролитов. В рамках предложенного метода автором разработаны методики и алгоритмы для типового теплоэнергетического оборудования энергоблоков с ПГУ, включая основные системы, на базе рекомендуемого СТО 70238424.27.100.013-2009 объема измерений χ и рН. Достоверность авторских методик и алгоритмов обеспечивается лабораторными стендовыми исследованиями и промышленными испытаниями на действующем оборудовании.

В третьей главе представлены результаты исследований для условий ВХР котлов-утилизаторов энергоблоков с ПГУ. Решение «обобщенной математической модели» для питательной и котловой вод для фосфатного и гидратного ВХР. Математическое описание ионных равновесий водного теплоносителя представлено для питательной воды восьмью уравнениями с эмпирическим параметром «n» и для котловой воды шестью уравнениями для фосфатного ВХР и пятью уравнениями для гидратного ВХР проверенными в условиях работы блоков ПГУ. Подробное описание для фосфатного ВХР представлено впервые и позволяет рассчитывать концентрации отдельных компонентов и анализировать состояние водного режима блока ПГУ по измерениям электропроводности и pH. Это может позволить дать описание задачи в виде, предполагающем возможность решения для разного объема измерений: от объема, регламентированного СТО 70238424.27.100.013-2009, до сокращенного объема, состоящего из двух измерений электропроводности и pH.

Так же в тексте главы представлен разработанный метод калибровки pH-метров в условиях сверхчистой среды теплоносителя энергоблоков ПГУ.

В четвертой главе представлены результаты практической реализации разработанных расчетных методик водного теплоносителя энергоблоков ПГУ на основе измерений удельной электропроводности прямой и H-катионированной проб и pH. Приведено описание разработанного устройства для калибровки pH-метров в условиях рабочей среды блоков ПГУ, подтвержденное патентом на изобретение РФ. Представлен новый отечественный автоматический анализатор «Лидер-АПК» для контроля качества водного теплоносителя ТЭС.

В заключении приведены общие выводы по работе.

Изложение материала диссертации достаточно структурировано. Научные результаты диссертационной работы раскрыты в опубликованных работах, докладывались на международных и всероссийских конференциях, симпозиумах, семинарах. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает её теоретические и практические результаты.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития химического контроля за водно-химическим режимом энергоблоков ПГУ определяется следующим:

Теоретическое значение результатов диссертации заключается в разработке математической модели фосфатного водно-химического режима блоков ПГУ, составлении расчетной методики и алгоритма определения pH

теплоносителя по измерениям электропроводности охлажденных проб питательной воды, методики калибровки рН-метров в сверхчистых средах типа конденсата.

Практическая ценность работы:

1. Разработанные методики и алгоритмы могут использоваться при проектировании и эксплуатации систем АХК на ТЭС с блоками ПГУ.

2. На лабораторном стенде с использованием модельных монорастворов и растворов смеси электролитов получены результаты исследований для проверки зависимостей, положенных в основу расчетных методик, в том числе анализатора «Лидер-АПК», для отработки методики калибровки рН-метров в условиях сверхчистой воды типа конденсата паровых турбин.

3. Проведена промышленная апробация разработанных методик, способов и устройств химического контроля ВХР блоков ПГУ на Ивановских ПГУ, Северо-Западной ТЭЦ г. С.-Петербурга, Минской ТЭЦ-5. Показано, что косвенное (расчетное) определение таких показателей, как рН и концентрации аммиака, концентрации фосфатов по измерению удельной электропроводности охлажденных проб может выполняться в пределах 10%-ого отклонения от аналитически измеренных значений.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов подтверждены эксплуатацией на реальных объектах теплоэнергетики, а так же предшествовавшими ей исследованиями на лабораторных стендах и сходимостью отдельных результатов с данными ВТИ, МЭИ.

4. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1) В третьей главе приводятся три приближенных методики расчета ряда примесей питательной воды и отмечается, что автором предлагается иная методика расчета ионных примесей. Следовало отметить особенности (отличия) авторской методики от рассмотренных выше.

2) Система уравнений 3.36-3.40 (или уравнения 1-16 автореферата), описывающая фосфатный режим котла-утилизатора ПГУ, содержит шесть уравнений при четырнадцати неизвестных величинах. Пояснения за уравнениями не дают достаточной информации о возможности решения системы уравнений.

3) Не обоснована необходимость расчетного определения содержания натрия (условного натрия) при наличии на рынке современных автоматических На-метров. Не объяснена практическая применимость для ведения ВХР величины расчетного содержания натрия при расхождении в 8-10 раз между

аналитическими и расчетными значениями. При этом расчетные значения (табл. 3.4) превышают норму по содержанию натрия в парах и питательной воде.

4) Отсутствует оценка адекватности и достоверности расчетного содержания хлоридов в питательной воде и анализ причин многократного превышения расчетных величин (табл. 1.5, 4.3, П.5.1, П.5.2, П.6.1) над нормативным значением, равным 3 мкг/дм³.

5) Не приведены результаты оценки причин значительных отклонений результатов химических анализов содержания фосфатов с расчетными данными в чистых отсеках барабанов при достаточно стабильном значении электропроводности (табл. 4.7, 4.9): до 30% на Ивановской ТЭЦ-3, до 31,7% на ТЭЦ-26 Мосэнерго.

6) Отсутствует расчетная оценка сходимости аналитических и расчетных результатов по содержанию хлоридов и натрия.

7) За рамками исследования остался важный вопрос диагностики водного режима котла - определение явления «прятания солей» (хайд-аут), который может быть решен измерениями электропроводности и pH.

8) В приложениях к диссертации приведен ряд выкладок. Отсутствие их в основной части работы вызывает вопросы по выводу некоторых уравнений.

9) На Пермской ГРЭС на блоке ПГУ-800 предусмотрено автоматическое дозирование аммиака и фосфатов в зависимости от электропроводности питательной и котловой воды. Не рассмотрен опыт этой электростанции и не проведена оценка различий применяемых и предлагаемых способов контроля ВХР.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов приведены в диссертации

Результаты выполненных автором исследований, заключающихся в виде описанных в диссертации научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, внедрены (включены в опытно-промышленную эксплуатацию) на различных объектах теплоэнергетики. Таким образом, может быть рекомендовано лишь более широкое их применение.

Разработанные математические модели, алгоритмы и принципы построения систем АХК ВХР могут быть использованы научно-исследовательскими организациями и научно-производственными предприятиями при разработке новых видов приборов и систем АХК для ТЭС и при дальнейшем совершенствовании существующих систем химического контроля водного теплоносителя.

6. Заключение

Диссертационная работа Ивановой А.Я. «Совершенствование химического контроля водного теплоносителя энергоблоков ПГУ на основе измерений электропроводности и pH» 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 Иванова Анастасия Ярославовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Диссертационная работа Ивановой Анастасии Ярославовны и отзыв на нее обсуждены на расширенном заседании Отделения водно-химических процессов тепломеханического оборудования ТЭС (ОВХП) открытого акционерного общества «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») с привлечением специалистов других отделений, протокол № 8 от 15 апреля 2019 г.

Зам. заведующего

Отделения водно-химических
Процессов тепломеханического
оборудования ТЭС (ОВХП) ОАО «ВТИ»

e-mail: TVZezyulya@vti.ru

Тел: 8 (495) 137-77-70; доб. 26-91



Зезюля

Тамара Викторовна

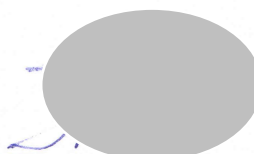
Заведующая лабораторией

Отделения водно-химических
процессов тепломеханического
оборудования ТЭС (ОВХП) ОАО «ВТИ»

канд. техн. наук.

e-mail: vti@vti.ru

Тел.: 8 (495) 137-77-70;



Макарова

Елена Владимировна