



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы докладов

В трех томах

Том 2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы конференции

В трех томах

ТОМ 2

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2022

УДК 621.1+621.3+621.04+681.5+574

ББК 31+32.96+28.08

Д22

Рецензенты:

заведующий кафедрой ИЭ ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ»,

доктор технических наук, профессор И. Г. Шайхиев;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,

доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),

Е. С. Дремичева

Д22 XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конференции : [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 2. – 418 с.

ISBN 978-5-89873-587-6 (т. 2)

ISBN 978-5-89873-589-0

В сборнике представлены материалы XXV Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвященного Дню энергетика, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетике, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов.

УДК 621.1+621.3+621.04+681.5+574

ББК 31+32.96+28.08

ISBN 978-5-89873-587-6 (т. 2)

© КГЭУ, 2022

ISBN 978-5-89873-589-0

Источники

1. Goodarzi M., Ramezanpour R. Alternative geometry for cylindrical natural draft cooling tower with higher cooling efficiency under crosswind condition // Energy conversion and Management. 2014. Т. 77. С. 243–249.
2. Al-Waked R., Behnia M. The performance of natural draft dry cooling towers under crosswind: CFD study // International journal of energy research. 2004. Т. 28. С. 147-161.
3. Goodarzi M. A proposed stack configuration for dry cooling tower to improve cooling efficiency under crosswind // J. Wind Eng. Ind. Aerodynam. 2010. Т. 98. С. 858-863.
4. Бадриев А.И., Власов С.М. Оценка распределения потоков воды и воздуха на лабораторной градирне // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. № 5. С. 71–78.
5. Дмитриев А.В., Мадышев И.Н., Круглов Л.В., Чичирова Н.Д. Оценка эффективности процессов тепло- и массообмена в трехпоточной испарительной градирне с наклонно-гофрированными контактными элементами // Вестник КГЭУ. 2020. Т. 12. № 4. С. 126-135.

УДК 621-313.3

АНАЛИЗ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЭС

Анастасия Васильевна Низамаева¹, Сергей Михайлович Власов,

Олег Евгеньевич Бабилов

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹nizamaevan@mail.ru

Аннотация. Одной из актуальных проблем эксплуатации тепловых электрических станций является предотвращение образования микробиологических отложений на установках системы технического водоснабжения. Количество, а также виды бактерий могут сильно варьироваться в зависимости от источника водоснабжения и системы водоподготовки, применяемой на станции. Несмотря на многообразие методов очистки, невозможно полностью избавиться от биологических загрязнений, хотя их количество можно поддерживать на приемлемом уровне. В данной работе описаны методы, используемые для предотвращения биологических загрязнений, на примере Казанской ТЭЦ-1, Казанской ТЭЦ-2, Казанской ТЭЦ-3 и Набережночелнинской ТЭЦ.

Ключевые слова: система технического водоснабжения, тепловые электрические станции, биологические отложения, бактерии, осадкообразование.

ANALYSIS OF BIOLOGICAL SEDIMENTS IN THE TECHNICAL WATER SUPPLY SYSTEM AT TPP

Anastasia V. Nizamaeva¹, Sergey M. Vlasov, Oleg E. Babikov
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Republic of Tatarstan
¹nizamaevan@mail.ru

Abstract. One of the problems at thermal power plants is the prevention of the biological deposits formation in the technical water supply system units. The number as well as the types of bacteria can vary greatly depending on the source of water supply and the TPP's water treatment system. There are many cleaning methods, but biological contamination cannot be completely removed, although the number of bacteria can be controlled. The article deals with the problem of biocontamination in the technical water supply system and the experience of their prevention at Kazan CHPP-1, Kazan CHPP-2, Kazan CHPP-3 and NaberezhnyeChelny CHPP.

Keywords: technical water supply system, thermal power plants, biological deposits, bacteria, sediment formation.

Образование бактерий в гидротехнических сооружениях является актуальной проблемой в различных отраслях промышленности, в том числе в энергетике. Установки водоподготовки и энергетическое оборудование на тепловой электрической станции (ТЭС) подвержены постоянному размножению и накоплению биологических микроорганизмов [2].

Из-за образующихся отложений в системе технического водоснабжения ухудшается качество воды и санитарно-техническое состояние трубопроводов. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности образуют отложения на внутренних поверхностях энергетического оборудования, что требует увеличения дозирования реагентов при химических промывках и уменьшения межпромывочного интервала. Данные действия в конечном итоге приводят к увеличению эксплуатационных расходов. Из-за низкой теплопроводности отложений ухудшается эффективность процесса теплопередачи. Биологические загрязнения способствуют ухудшению вакуума в конденсаторах и заметному снижению КПД ТЭС по выработке тепловой и электрической энергии, а также к перерасходу топлива. Поэтому биологическому контролю в системе технического водоснабжения должно уделяться особое внимание [1].

В данной работе описаны методы, используемые для предотвращения биологических загрязнений, на примере Казанской ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и Набережночелнинской ТЭЦ.

На Казанской ТЭЦ-1 используется техническая вода с реки Волга, а также частично обессоленная вода в соотношении 1:3. Сейчас на Казанской ТЭЦ-1 используют такие реагенты, как гипохлорид (против биологического обрастания) и оксиэтилэтилендифосфоновую кислоту (против образования накипи). Станция имеет одну башенную испарительную градирню (БИГ) БГ-1600 [4].

Казанская ТЭЦ-2 имеет в своём составе две БИГ БГ-1600. В системе технического водоснабжения к применению была рекомендована такая технология, как aqua-ЛК. Принцип действия ее основан на выработке поверхностно-активного вещества (ПАВ) биологического происхождения из микроорганизмов, присутствующих на обрабатываемой поверхности. Выработка ПАВ происходит при окислении микроорганизмов [3].

На Казанской ТЭЦ-3 используют периодическое хлорирование охлаждающей воды и систему шариковой очистки. Также допускается периодическая промывка трактов технического водоснабжения химическими методами. Применяются биоцидные препараты на основе перекиси водорода, иммобилизированной на высокомолекулярных соединениях. Для усиления биоцидного действия в препаратах использовались комплексоны: нитрилотриуксусная кислота и динатриевая соль. На станции установлены три башенные градирни БГ-1600 [5].

Система технического водоснабжения на Набережночелнинской ТЭЦ также сталкивается с проблемой биологического загрязнения. Для нормализации водно-химического режима системы оборотного водоснабжения производится комплексное дозирование химических реагентов в виде: стабилизаторов жесткости и диспергатора взвешенных веществ, диспергатора органических веществ и микроорганизмов, реагента против развития микроорганизмов – «Турбанион М101», «Акварезалт 1010». На Набережночелнинской ТЭЦ установлены две очереди: в первой – пять башенных испарительных градирен БГ-1600, во второй – одна башенная испарительная градирня БГ-2400.

Наибольшее влияние на осадкообразование в системе технического водоснабжения оказывает высокая минерализация воды и превышение допустимой степени упаривания. Проблема биологического загрязнения установок ТЭС требует проведения дополнительных режимных мероприятий. Следствием этого является необходимость использования эффективных технологий по предотвращению образования биологических отложений в системе технического водоснабжения ТЭС.

Работа выполнена при финансовой государственной поддержке молодых российских ученых – докторов наук при Президенте РФ (Конкурс – МК-2020). Заявка № МК-424.2020.5. Соглашение № 075-15-2020-170.

Источники

1. Алиев А.Ф. Предотвращение накипеобразования в оборотных системах технического водоснабжения // Теплоэнергетика. 2006. №8. С. 55-58.
2. Бадриев А.И., Власов С.М., Чичирова Н.Д. Анализ нормальности распределения потоков в БИГ // Вестник КГЭУ. 2021. №1. С. 232-241
3. Муртазин А.И., Чичирова Н.Д., Чичиров А.А., Власов С.М. Определение причин осадкообразования в системе технического водоснабжения // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2012. №1-2. С. 41-45.
4. Фардиев И.Ш., Закиров И.А., Силов И.Ю. Опыт создания комплексной малоотходной системы на Казанской ТЭЦ-3 // Новое в российской электроэнергетике. 2009. №3. С. 30-37.
5. Калайда М.Л., Муганцева Т.П. Повышение эффективности работы систем технического водоснабжения // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2012. № 7-8. С. 124-127.

УДК 621.1(075.8)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Семён Андреевич Пахомов

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, зав. каф. Р.Р. Хуснутдинов

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

pakhomov.sema@list.ru

Аннотация. В статье описаны схема работы и характеристика парогазовых установок (ПГУ), а так же указаны преимущества выработки электроэнергии на ПГУ.

Ключевые слова: ПГУ, газотурбинная установка (ГТУ), паросиловая установка (ПСУ), природный газ, коэффициент полезного действия (КПД), турбогенератор.

ENERGY EFFICIENCY OF STEAM AND GAS PLANTS

Semen A. Pakhomov

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

pakhomov.sema@list.ru

Abstract. The article describes the operation scheme and characteristics of combined cycle plants (CCP), as well as the advantages of generating electricity at CCP.

Keywords: CCP, gas turbine unit (GTU), steam power plant (SPS), natural gas, efficiency factor (EF), turbine generator.