


«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО ЦИУ «МЭИ»

 В.К. Драгунов

« 6 »



2018 г.

Отзыв

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет "МЭИ" на диссертационную работу Власовой Алены Юрьевны «Ресурсосберегающая технология утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов ионитных водоподготовительных установок ТЭС», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 140 страницах машинописного текста, включая 38 рисунков, 28 таблиц.

Актуальность темы выполненной работы

Предприятия электроэнергетики являются одним из основных потребителей природных ресурсов и источником негативного воздействия на окружающую среду. На долю электроэнергетики в общем потреблении пресной воды промышленностью приходится около 68% суммарного потребления свежей и 51% - оборотной воды.

В настоящее время продолжается большая реформа природоохранного законодательства. Так в 2018 году принято Постановление Правительства РФ от 29.12.2017 N 1690 «О внесении изменений в ставки платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности». В этой связи весьма актуальной становится задача сокращения водопотребления и сброса сточных вод (СВ) для предприятий электроэнергетики.

Создание тепловых электрических станций с минимальным вредным воздействием на окружающую среду (экологически безопасных ТЭС) относится к числу важнейших научных и технологических задач. При ограниченности природной пресной воды и постоянном ухудшении состояния водоисточников, при одновременном ужесточении требований контролирующих органов к качеству сбрасываемых СВ, оценка воздействия ТЭС на окружающую среду становится одним из основных критериев эффективности их работы.

Основными проблемами водопользования на тепловых электрических станциях являются:

- большой объем высокоминерализованных СВ водоподготовительных установок (ВПУ). В среднем их объем составляет до 25% от производства химически обессоленной воды;

- содержание сульфатов в СВ ВПУ на многих станциях значительно превышает существующий норматив (800 мг/л), за превышение которого станции выплачивают штрафы, размеры которых могут составлять десятки миллионов рублей в год;

- проблемы с очистными сооружениями и хранилищами отходов при увеличении производства химически очищенной воды.

На многих ТЭС РФ налажен отдельный сбор кислых и щелочных жидких отходов ВПУ. Поскольку щелочные натриевые отходы пригодны для повторного использования в цикле станции, проблему составляет утилизация сульфатных, кислых и жестких отходов. Они содержат малоценные компоненты и их утилизация экономически малоцелесообразна и технологически сложна.

Радикальным способом сокращения водопотребления и охраны водных объектов от загрязнения становится уменьшение потерь воды и повторное использование СВ в технологических циклах ТЭС. Опыт показывает, что при повторном использовании сточных вод в большинстве случаев требуется меньшая глубина очистки, а, следовательно, и меньшие затраты, чем при сбросе сточных вод в водные объекты.

Таким образом, проблема разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных сточных вод и отходов ВПУ ТЭС остается весьма актуальной.

Общая характеристика работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, указаны научная новизна и практическая значимость выполненной работы, сформулированы цель и задачи работы.

В первой главе диссертации выполнен литературный и патентный обзор по теме исследования в области существующих способов очистки высокоминерализованных кислых и жестких сточных вод. Рассмотрен химизм высокоминерализованных карбонатно-сульфатных водных систем, а также методы и программы расчета термодинамического состояния. Изучены известные способы утилизации высокоминерализованных стоков ВПУ ТЭС и отмечены их недостатки.

Во второй главе посвящена описанию методических вопросов. Представлена математическая модель для термодинамического описания многокомпонентных, фазовонестабильных жидких сульфатсодержащих растворов электролитов в закрытой и открытой на атмосферный воздух системах. Описаны программы «Вода-10-P» (КГЭУ) и Visual MINTEQ 3.0. (Швеция) по которым проводились теоретические расчеты термодинамического состояния систем.

В третьей главе представлены результаты расчетов по нейтрализации высокоминерализованных кислых сульфатных растворов кальцийсодержащими реагентами в закрытой и открытых системах с использованием программ тер-

модинамического моделирования. Определены области образования различных форм осадков малорастворимых соединений сульфата кальция и теоретические уровни остаточных концентраций сульфатов и кальция, в зависимости от состава растворов и температуры.

В четвертой главе представлены результаты лабораторных экспериментов по исследованию процессов, протекающих при нейтрализации. В лабораторных условиях были проведены эксперименты на модельных кислых сульфатных растворах. В виде кальцийсодержащего реагента были использованы шламовые воды ТЭС. Кроме модельных растворов проведены исследования по нейтрализации высокоминерализованных сточных вод ХВО некоторых ТЭС Республики Татарстан (Казанская ТЭЦ-3) и Башкирии (Ново-Салаватская ТЭЦ). Изначально содержание сульфатов по Казанской ТЭЦ-3 составило 5,8 г/л, а по Ново-Салаватской ТЭЦ – 16,8 г/л. После проведения реакции нейтрализации, остаточное содержание сульфатов составило не более 1 г/л.

В пятой главе приведено описание опытно-промышленных испытаний на Нижнекамской ТЭЦ-1. В качестве рабочей площадки была выделена установка регенерации извести. В производственных условиях было проведено три эксперимента. Суть экспериментов заключалась в смешении высокоминерализованных сульфатных отработанных регенерационных растворов с:

- известковым молоком;
- шламовыми водами непрерывной продувки осветлителей;
- шламовыми водами с периодической продувки осветлителей;
- содовыми отходами Нижнекамск Нефтехима;
- с/без добавления коагулянта (FeCl_3) с дозой 25 мг/л.

А также представлена технологическая схема установка утилизации кислых сульфатных сточных вод (УУКССВ) и режимная карта.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

Имеются акты о приемке выполненных работ на ОАО «ТГК-16» Нижнекамская ТЭЦ-1 и справка об использовании результатов на Ново-Салаватской ТЭЦ.

Степень разработанности темы исследования

Утилизацией минерализованных сульфатных сточных вод занимаются ученые разных стран. Данную проблему исследовали Седлов А.С., Шищенко В.В., Васина Л.Г., Богловский А.В., Смирнов Ю.Ю., Вацурина А.В., Куценко С.А, Хрулева Ж.В., Назаров В.Д., Назаров М.В., Зайнуллин Х.Н., Галиакбаров М.Ф., Ягафарова Г.Г., Сирнова Г. Ф. и др.

Научная новизна работы

Наиболее важные научные результаты работы:

1. Представлена математическая модель физико-химических процессов, протекающих в высокоминерализованных многокомпонентных, многофазных сульфатсодержащих растворах электролитов в закрытой и открытой термо-

динамической системах, разработана методика и модифицированная компьютерная программа расчета термодинамического состояния таких систем.

2. С помощью разработанной компьютерной программы «Вода-10-Р» (КГЭУ) и литературной Visual MINTEQ 3.0 (Швеция) получены данные по результатам внешних воздействий на модельные высокоминерализованные сульфатные растворы и производственные отходы ВПУ ТЭС в закрытой и открытой (на атмосферный воздух) системах.

3. Получены экспериментальные результаты по нейтрализации модельных многокомпонентных сульфатных растворов электролитов и производственных отходов ВПУ ТЭС кальцийсодержащими реагентами.

4. С использованием приемов системного анализа химико-технологической системы рассчитан водокомпонентный баланс действующей ТЭС, определены источники и трансформация загрязняющих веществ.

5. Предложена и апробирована в промышленных условиях ресурсосберегающая технология утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов ВПУ ТЭС. Показана экономическая эффективность предлагаемой технологии.

Практическая значимость работы

Практическая значимость заключается в том, что полученные результаты расширяют область знаний в области химии высокоминерализованных, многокомпонентных, многофазных сульфатных систем, в частности, их поведение в зависимости от внешнего воздействия - реагентов, температуры, доступа воздуха и других. Математическая модель и компьютерная программа могут быть использованы при проектировании и расчете технологических схем и аппаратов для утилизации сточных вод ВПУ ТЭС.

Предлагаемые технологические решения позволяют сократить высокоминерализованные стоки и содержание в них нормированных загрязняющих веществ, использовать жидкие и твердые отходы производства, сократить расход реагентов, приблизиться к созданию безотходного или малоотходного производства.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов работы обеспечивается использованием научно-обоснованных теорий растворов электролитов, известных подходов к математическому моделированию химических равновесий в многокомпонентных системах. В практическом плане достоверность обосновывается проверкой адекватности расчетных моделей с технологическими характеристиками растворов, а также совпадением результатов расчетов с экспериментальными данными исследований, проведенных в настоящей работе, и данными из литературных источников.

Основные положения и результаты были опубликованы и представлены на следующих конференциях: международная конференция «Национальный конгресс по энергетике», Казань, КГЭУ, 2014 г., Школа-семинар молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова «Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении», Казань, 2016 г., X международный

водно-химический форум Минск, 2017 г., международная конференция "IX семинар ВУЗов по теплофизике и энергетике", Казань, 2015 г.

Соответствие паспорту специальности 05.14.14

Диссертационная работа и автореферат соответствует паспорту специальности 05.14.14. – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты», по следующим пунктам:

п.1. «Разработка научных основ методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом»;

п.2. «Исследование и математическое моделирование процессов, протекающих в системах и общем цикле тепловых электростанций»;

п.3. «Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий ... водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду».

Соответствие содержания диссертационной работы специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты, по которой она представляется к защите, подтверждается апробацией работы, ее научной новизной и практической значимостью.

Реализация и рекомендации по использованию результатов

Проведены опытно-промышленные испытания на ВПУ ОАО «ТГК-16» Нижнекамской теплоцентрали (НК ТЭЦ-1). В качестве объекта исследования выступали жидкие и твердые отходы станции. Разработаны технические решения по модернизации установки нейтрализации кислых сульфатных стоков. Получены акты внедрения результатов НИОКР на НК ТЭЦ-1. Для других ТЭС получены справки об использовании результатов работы.

Результаты работы могут быть использованы проектными организациями и непосредственно энергетическими предприятиями РФ при разработке и внедрении ресурсосберегающих технологий снижения объема и минерализации отходов ВПУ.

Замечания по диссертационной работы

1. В главе 1 имеются опечатки (ссылки, не соответствующие указанным авторам), а также некорректные формулировки («...методы предочистки определяются концентрацией взвешенных веществ»).

2. В главе 1 (стр.25) в качестве обзора приведена реализованная на Казанской ТЭЦ-3 технология утилизации высокоминерализованных сточных вод с получением гипса в виде товарного продукта, разработанная под руководством профессоров НИУ «МЭИ» Седлова А.С. и Шищенко В.В. Однако в дальнейшем, в гл. 4 и 5 не приведено сравнение полученных автором результатов с данной технологией, в том числе нет ссылки на кандидатскую диссертацию Хазиахметовой Д.Р., в которой разработаны варианты малоотходных комплексов водо-

пользования на ТЭС, а так же получены данные опытно-промышленных исследований работы ВПУ Казанской ТЭЦ-3 с утилизацией сточных вод.

3. Не понятно, для чего в главе 1 рассматривается совместная кристаллизация $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и CaSO_4 . В условиях нейтрализации совместная кристаллизация невозможна, т. к. при pH 10,3-10,5 необходимо содержание Са на уровне 1000моль/л. Но при этом весь сульфат кальция уже выпадет.

4. Во второй главе приведена математическая модель для термодинамического описания многокомпонентных, фазовонестабильных жидких сульфатсодержащих растворов электролитов в закрытой и открытой системах без подробного описания используемых уравнений и неравенств. Следовало бы более подробно описать значимость используемых уравнений, а при описании программы расчета - добавить блок-схему.

5. Одной из первых программ расчета сульфатного равновесия была программа Маршала, которой до настоящего времени пользуются при расчетах опреснителей морской воды. Желательно было бы ее рассмотреть в работе.

6. В третьей главе не приведена погрешность методики нейтрализации высокоминерализованных карбонатно-сульфатных сточных вод, использованной в лабораторных испытаниях.

7. В опытно-промышленных испытаниях не достаточно подробно описан эксперимент применения содовых отходов Нижнекамск Нефтехима для нейтрализации кислых отработанных регенерационных растворов.

Заключение по диссертационной работе

Несмотря на изложенные выше замечания, диссертационную работу Власовой А.Ю. «Ресурсосберегающая технология утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов ионитных водоподготовительных установок ТЭС» следует признать завершенной научно-квалификационной работой. Поставленные задачи в диссертационной работе раскрыты достаточно полно и последовательно, выводы и рекомендации обоснованы экспериментальной частью. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение в развитии научной и практической деятельности. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Представленная к защите диссертация отвечает требованиям п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, в которой содержится решение научной задачи по утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов ионитной водоподготовительной установки, имеющей перспективное развитие соответствующей технологии, а ее автор Власова Алена Юрьевна заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специально-

сти 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» протокол № 11/18 от 06 ноября 2018 г.

В голосовании приняло участие 35 человек, из них проголосовало «За» 35, «Против» - нет, «Воздержалось» - нет.

Заключение принято единогласно.

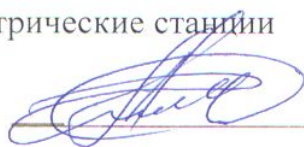
Первый заместитель

Заведующего кафедрой

Тепловые электрические станции

НИУ «МЭИ»

К.т.н., доцент



Дудолин Алексей Анатольевич

Ученый секретарь кафедры

К.т.н., доцент



Потапкина Елена Николаевна

ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»:

111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная 17,

сайт: <https://mpei.ru>

e-mail: TESmpei@gmail.com, рабочий телефон: +7 495 362-71-57

Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию

Драгунов Виктор Карпович - Проректор по научной работе, ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»:

111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная 14,

сайт: <https://mpei.ru>, e-mail: DragunovVK@mpei.ru,

рабочий телефон: +7 495 362-77-22