

ОТЗЫВ

официального оппонента Дмитриева Андрея Владимировича
на диссертацию КОЗЛОВОЙ Марии Владимировны
**«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК ГИГРОСКОПИЧЕСКОГО ТИПА»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика»

Актуальность темы исследования

Опреснение морских и солоноватых вод является одним из распространенных способов решения проблемы дефицита пресных водных ресурсов. Однако процесс получения пресной воды является достаточно энергоемким и, в зависимости от исходной солености и технологии опреснения, может потреблять от 5 до 220 кВт·ч/(м³ пресной воды). В связи с этим актуальным является решение вопроса сокращения затрат энергии на процесс опреснения.

Принципиально все методы опреснения разделяются на две группы: с изменением агрегатного состояния и без изменения агрегатного состояния. Первая группа методов характеризуется большими энергетическими затратами и, как правило, эти способы опреснения более экономически эффективны при средней и высокой солености исходной опресняемой воды. Для второй группы методов характерны меньшая энергоемкость, но более высокие требования к предварительной подготовке воды, при этом диапазон условий эффективного применения таких установок уже, чем у первой группы. В связи с этим наиболее широкое распространение получили установки, процесс опреснения в которых сопряжен с фазовым переходом, в частности дистилляционные опреснительные установки.

Гигроскопические опреснители являются конкурентоспособными по отношению к дистилляционным, так как энергозатраты на процесс опреснения у данных установок соизмеримы, но для первого случая характерен ряд преимуществ: возможность очистки исходной воды от солей тяжелых металлов, менее активное накипеобразование, возможность использования тепла низкого потенциала. Тем не менее исследования гигроскопических опреснительных установок с контактными испарителями ограничены, соответственно, малоизученными являются вопросы совершенствования опреснительных систем, функционирующих на основе данных установок. В этой связи вопросы, решаемые в диссертационной работе Козловой М.В. являются актуальными.

Общая характеристика работы, её содержание

Основное содержание работы отражено во введении, пяти главах и заключении. Представленная диссертация изложена на 146 страницах, содержит 33 рисунка, 13 таблиц, 3 приложения, список использованных источников из 128 наименований.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, определены цель и его задачи, представлена научная новизна, практическая и теоретическая значимости исследования.

Первую главу соискатель посвятил аналитическому обзору литературных источников, из которого следует, что гигроскопический метод опреснения является перспективным, так как он конкурентоспособен по отношению к дистилляционному и обратноосмотическим методам. Рассмотрены существующие конструкции опреснительных установок гигроскопического типа с контактным испарителем, определены их достоинства и недостатки. В заключении главы выполнена постановка цели и задач исследования.

Во второй главе рассмотрены направления повышения эффективности опреснительных установок гигроскопического типа. Основной вектор в совершенствовании опреснительных установок в диссертационной работе направлен на снижение расходов энергии. Более детально рассмотрен способ повышения эффективности опреснительных установок за счет включения трансформатора тепла в цикл их работы. Соискателем разработаны и запатентованы два технических решения по повышению эффективности: гигроскопическая опреснительная установка на основе трансформатора тепла с промежуточным теплоносителем и компрессией паровоздушной смеси, приведены циклы их работы, определены особенности их расчета. Проведено исследование различных режимов работы установок, установлены наиболее эффективные параметры их работы.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса деминерализации в опреснительных установках гигроскопического типа. Приведены результаты физических испытаний, направленных на определение влияния параметров опресняемой воды и барботируемого воздуха на производительность установки. Установлено, что ключевое влияние на нее оказывает температура опресняемой воды. Также выполнено исследование процесса насыщения воздушного потока, протекающего при взаимодействии паровоздушной смеси и опресняемой воды, для верификации математической модели.

Четвертая глава посвящена математическому моделированию процесса насыщения воздушного потока влагой, осуществляющегося при его барботировании в слой нагретой опресняемой воды. Численная реализация математической модели осуществлялась с использованием САЕ-пакета конечно-элементного анализа ANSYS (CFD-модуль ANSYS Fluent). Выполнена верификация разработанной математической модели, при этом относительное отклонение результатов расчетов от экспериментальных данных является удовлетворительным и составляет от 8 до 12,4 %.

В пятой главе приведены результаты расчета технико-экономических показателей опреснительной станции на базе установок гигроскопического типа производительностью 2500 и 5000 м³/сутки, расположенных в Алжире, при этом больший экономический эффект наблюдается для второго случая. Полученные в работе показатели свидетельствуют о том, что проект рассматриваемой опреснительной станции для данных условий является рентабельным.

В заключении диссертации приведены основные выводы и рекомендации.

В имеющихся трех приложениях размещены: протоколы лабораторных исследований пресной воды, полученной в ходе экспериментальных исследований; два акта внедрений технических решений на предприятии ООО «АКВА ЛАЙФ» (г. Иваново) и в учебный процесс Ивановского государственного энергетического университета; свидетельство о регистрации программы ЭВМ и патенты на полезную модель.

Новизна основных научных результатов

Задачи, поставленные в диссертационной работе, методы их решения, полученные научные результаты и выводы вполне обоснованы. Автором получены следующие научные результаты:

1. Разработан способ совершенствования тепловых схем опреснительных систем, функционирующих на базе опреснительных установок гигроскопического типа, путем включения в цикл их работы парокompрессионных трансформаторов тепла.

2. Установлено количественное влияние режимных параметров процесса барботажного воздушного потока на количество влаги, испаряющейся в ходе теплообменных процессов, протекающих в результате контакта паровоздушной смеси и опресняемой воды.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и достоверны, что обеспечено использованием апробированных методов и программных средств моделирования тепломассообменных процессов; корректностью принятых допущений; удовлетворительным совпадением экспериментальных данных и результатов расчета.

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

1. Установлена возможность использования законов идеальных газов при расчете процессов, протекающих в гигроскопических опреснительных установках атмосферного типа. Для расчета процессов, протекающих в установках с компрессией паровоздушной смеси, введена поправка, учитывающая то, что водяной пар, входящий в состав паровоздушной смеси, является реальным газом.

2. Определено влияние солёности исходной опресняемой воды на производительность гигроскопических опреснительных установок и затраты энергии для получения 1 м^3 пресной воды.

3. Разработаны основные положения математической модели процесса насыщения воздушного потока, протекающего при взаимодействии паровоздушной смеси и опресняемой воды.

Практическая значимость подтверждается тем, что в диссертации:

1. Предложены технические решения по повышению эффективности опреснительных установок гигроскопического типа путем включения в цикл их работы трансформаторов тепла.

2. Научные и практические результаты работы используются в учебном процессе Ивановского государственного энергетического университета при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Техническое решение по повышению эффективности опреснителей гигроскопического типа за счет включения трансформаторов тепла в цикл работы установки получения пресной воды принято ООО «АКВА ЛАЙФ» (г. Иваново) в качестве типовой схемы.

Апробация работы и публикации.

Основные положения работы, результаты теоретических и расчетных исследований докладывались и обсуждались на девяти конференциях: XIV и XV Международной научно-технической конференции студентов, аспиран-

тов и молодых ученых «Энергия» (ИГЭУ, Иваново, 2019, 2020); XX Международной научно-технической конференции «Бенардосовские чтения» (ИГЭУ, Иваново, 2019, 2021); Международной научно-технической конференции «Smart Energy Systems 2019» (КГЭУ, г. Казань, 2019); XIV Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» (КГЭУ, г. Казань, 2019); XXV Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (МЭИ, Москва, 2020), Десятой международной школе семинаре молодых ученых и специалистов «Энергосбережение - теория и практика» (МЭИ Москва, 2020), I Всероссийской научно-технической конференции «Развитие методов прикладной математики для решения междисциплинарных проблем энергетики» (УлГТУ, Ульяновск, 2021).

Основное содержание проведенных исследований отражено в 18 печатных работах, среди которых 2 статьи в рецензируемых журналах Scopus, 1 статья в рецензируемом журнале из списка ВАК, 2 патента на полезные модели, 1 свидетельство о регистрации программы ЭВМ, 12 тезисов и полных текстов докладов конференций.

Вопросы и замечания по диссертации:

1. Какие реакции протекают в реакторе опреснительной установки на рисунке 2.3?

2. Учитывались ли процессы тепло- и массообмена при моделировании движения пузырей при барботаже?

3. Каким образом процесс переноса теплоты и массы описывается системой дифференциальных уравнений неразрывности (4.19)?

4. Почему при решении задачи в Ansys рассматривалось стационарное течение двухфазной среды?

5. В работе имеются опечатки, например, на странице 56 указано, что концентрация хлорида натрия 260%.

6. С чем связана оценка технико-экономического обоснования в Евро?

Наличие указанных замечаний позволяет, тем не менее, оценить диссертационную работу в целом положительно.

Заключение по работе

Несмотря на сделанные частные замечания, следует признать достоверными и обоснованными научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации.

Поставленные в работе задачи решены, цель достигнута. Личный вклад автора в получение результатов работы также очевиден. Результаты прове-

денных исследований опубликованы в открытой печати и отражают содержание работы.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика». Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа, что имеет существенное значение для развития страны. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 в актуальной редакции.

Считаю, что автор диссертации, Козлова Мария Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

Официальный оппонент

заведующий кафедрой
«Теоретические основы теплотехники»
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет»,
доктор технических наук, доцент


Дмитриев
Андрей Владимирович
« 30 » 08 2022 г.

«Подпись доктора технических наук, доцента Дмитриева Андрея Владимировича заведующего кафедрой «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» заверяю»

Ученый секретарь Ученого совета
ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
энергетический университет


Закиева
Рафина Рафкатовна
« 30 » 08 2022 г.

