

ОТЗЫВ

официального оппонента **Гаряева Андрей Борисовича**
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 диссертационной работы. Методы опреснения, основанные на изменения агрегатного состояния, нашли широкое распространение в связи с тем, что позволяют получать готовый продукт более высокого качества, однако данные технологии являются энергозатратными. Наряду с дистилляцией и вымораживанием, для деминерализации воды может быть использован гигроскопический метод опреснения, который в силу своих преимуществ является перспективным. Несмотря на то, что исследованию гигроскопических опреснительных установок посвящен ряд работ, малоизученными остаются вопросы повышения эффективности опреснителей данного типа, в частности путем включения в цикл их работы трансформатора тепла. В связи с этим актуальными становятся вопросы повышения уровня энергоресурсосбережения за счет совершенствования опреснительных систем, функционирующих на основе гигроскопического метода.

Общая характеристика работы

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 128 источников.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования, приведена научная новизна, практическая и теоретическая значимость полученных результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор работ по теме исследования. Отмечена роль и особенности процесса опреснения воды. Рассмотрены существующие методы опреснения, проведен их сравнительный анализ. Приведены конструкции опресни-

тельных установок гигроскопического типа с контактным испарителем. Представлены особенности физико-химических свойств морской воды и влажного воздуха. Выполнена постановка цели и задач исследования.

Вторая глава посвящена исследованию разработанных автором конструкций гигроскопических опреснительных установок, повышение энергетической эффективности в которых достигается за счет включения в цикл их работы трансформаторов тепла. В данной главе определены особенности расчета циклов работы данных опреснительных установок, затраты энергии для получения одного метра кубического пресной воды при различных режимных параметрах. Установлено, что наиболее эффективный режим работы достигается при более высоких температурах насыщения и осушки паровоздушной смеси.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований работы опреснительной установки гигроскопического типа. Определено влияние температуры воды и влажного воздуха в зоне барботажа на производительность установки. Выполнено исследование процесса насыщения воздушного потока влагой при его барботаже в слой нагретой опресняемой воды. Установлено ключевое влияние температуры воды в зоне барботажа на количество влаги, испаряющейся в результате тепломассообменных процессов, протекающих при контакте паровоздушной смеси и опресняемой воды.

Четвертая глава посвящена разработке математической модели процесса взаимодействия воздушного потока и опресняемой воды в зоне барботажа. Выполнена ее верификация, относительное отклонение результатов расчета от экспериментальных значений составляет не более 12,4%. Установлена возможность применения законов идеальных газов к паровоздушной смеси при расчете циклов атмосферных опреснительных установок гигроскопического типа. Для расчета процессов, протекающих при давлениях отличных от атмосферного, введена поправка, учитывающая реальные свойства влажного воздуха.

В пятой главе выполнен расчет технико-экономических показателей опреснительной станции, функционирующей на базе опреснительных установок гигроскопического типа с компрессией паровоздушной смеси. Установлено, что при производительности опреснительной станции 5000 метров кубических пресной воды в

сутки, себестоимость производства 1 м^3 в условиях Алжира составляет 1 Евро, что позволяет сделать вывод о конкурентоспособности предложенной технологии.

В заключении диссертационной работы приведены основные выводы, которые в достаточной степени отражают ее содержание.

Научная новизна проведенных исследований состоит в следующем:

1. Предложен **новый** способ повышения эффективности опреснительных установок гигроскопического типа с контактным испарителем, основанный на использовании теплоты конденсации паровоздушной смеси в качестве низкопотенциального источника энергии трансформатора тепла.

2. На основании полученных экспериментальных данных и результатов математического моделирования количественно **впервые** определено влияние таких режимных параметров, как температура воды и температура воздушного потока на количество влаги, испаряющейся в результате тепло- и массообменных процессов, протекающих в опреснительной установке гигроскопического типа.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что аналитическим путем установлено влияние концентрации соли в опресняемой воде на производительность установок гигроскопического типа.

Определены границы применимости модели идеального газа при расчете работы гигроскопических опреснителей с барботажем воздуха.

Получены новые экспериментальные результаты, описывающие процессы тепло- и массообмена в контактных испарителях.

Практическая значимость диссертационной работы обусловлена возможностью непосредственного использования отдельных ее результатов (разработанных технических решений с системой рекомендаций по их практическому применению) при проектировании новых или совершенствованию действующих опреснительных установок гигроскопического типа. Также практическая значимость подтверждается тем, что 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.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются использованием апробированных методов и программных средств моделирования процессов тепло- и массообмена; согласованностью результатов расчета с экспериментальными данными, полученными автором.

Обоснование соответствия диссертации паспорту научной специальности. Работа соответствует паспорту специальности **05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»** в части формулы специальности: «совершенствование промышленных теплоэнергетических систем... разработка и создание нового теплотехнического оборудования»; «поиск структур и принципов действия теплотехнического оборудования, которые обеспечивают сбережение энергетических ресурсов, уменьшение энергетических затрат на единицу продукции»; в части области исследования – пункту 3 «Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло»; – пункту 4 «Разработка новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками».

Публикации по теме диссертации

Основное содержание проведенных исследований отражено в 18 печатных работах, в том числе в 2 патентах на полезные модели, 1 свидетельстве на программу ЭВМ. Материалы диссертации опубликованы в 18 работах, в том числе в 1 статье в рецензируемом журнале из списка ВАК, 2 статьях, индексируемых в международной базе Scopus, 12 тезисах и полных текстах докладов конференций.

Замечания по диссертационной работе:

1. В главе 1 (раздел 1.4) уделяется большое внимание описанию свойств влажного воздуха и морской воды. Данные вопросы широко освещены в научно-технической литературе, поэтому уделять им столько внимания в диссертационной работе не целесообразно.
2. Представленные в главе 2 гигроскопические опреснительные установки не всегда будут эффективнее других типов гигроскопических установок, поскольку на испарение воды в них тратится дорогая электрическая энергия.

Для корректного сравнения затраты энергии на работу установок следует выражать в условном топливе на 1 кг получаемой пресной воды, а не в Квт·ч.

3. Считаю, что процессы изменения состояния влажного воздуха в опреснительной установке имеет форму, которая несколько отличается от показанной на рисунке 2.5.
4. На рисунке 2.7 представлены зависимости коэффициентов трансформации и потребляемой энергии в зависимости от температуры испарения и конденсации для производства 1 м³ пресной воды, которые достигают значений 15-20. Такие значения могут иметь место в теории, но на практике они не достижимы.
5. В главе 2 диссертационной работы приведены результаты расчетов затрат энергии на производство пресной воды в гигроскопических установках с трансформаторами теплоты. Однако сами расчеты не приведены, что затрудняет восприятие материала.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и не ставят под сомнение основные результаты и выводы, полученные автором.

Заключение по работе.

Основные результаты диссертационной работы удовлетворяют критериям новизны, достоверности и обоснованности. Диссертация обладает внутренним единством содержания. Материал изложен грамотно, последовательно, подробно. Личный вклад автора в работе полностью обоснован и подтверждается публикациями. Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации, ее основные положения и выводы.

Таким образом считаю, что диссертационная работа Козловой Марии Владимировны «Повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа», представленная на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика», является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой поставлена и решена актуальная задача повышения эффективности опреснительных систем, функционирующих на основе гигроскопических установок.

Диссертационная работа «Повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа» соответствует критериям, установленным требованиями п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (в актуальной редакции), а ее автор Козлова Мария Владимировна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой

«Тепломассообменные процессы
и установки»

ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет

«МЭИ», д.т.н., профессор



Гаряев Андрей Борисович

« 5 » сентября 2022 г.

Почтовый адрес: РФ, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Телефон: 8 (495) 362 70 40

Email: GariayevAB@mpei.ru

Подпись А.Б. Гаряева удостоверяю:

Подпись _____
удостоверяю
начальник управления по
работе с персоналом

