

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Алхарбави Насир Тавфик Алван
«Экспериментально теоретическое исследование орошения воды с
использованием солнечной энергии»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности «05.14.08 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов
энергии».

Актуальность работы. Диссертационная работа связана с перспективным направлением развития отечественной и мировой энергетики – разработка экологичных и высокоэффективных энергоустановок на базе солнечную энергию для орошения воды – одному из приоритетных направлений в энергетике (Проблема дефицита пресной воды в мире). Автор поставил перед собой задачу повышение производительности солнечных дистилляционных установок посредством путем применения усовершенствованных методов и новых технологий испарения и конденсации внутри солнечного дистиллятора.

Тематика исследования соответствует утвержденным на Федеральном уровне Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ (п. 08 – Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика).

Содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, основных выводов, списка сокращений/обозначений и списка цитируемой литературы. Диссертация изложена на 207 страницах, включая 98 рисунков, 26 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 134 наименования.

Во введении диссертации представлены актуальность исследуемой темы, цель исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Первая глава посвящена анализу литературы по теме исследования. Описана проблема исследования и предлагаемые решения. Показано, что дефицит пресной воды считается одна из величайших проблем нашего времени, усугубляющейся с каждым днем из-за климатических изменений и роста населения. Пресная вода доступна только в цивилизованных странах, в то время

как во многих отдаленных и аграрных регионах мира наблюдается нехватка питьевой воды.

Солнечный дистиллятор воды – это простое оборудование, вырабатывающее пресную воду из соленой и загрязненной воды. Технология дистилляции потребляет только солнечную энергию, не требуя сжигания топлива, что уменьшает выделение парниковых газов и смягчает глобальное потепление. Однако низкая производительность традиционной солнечной дистилляционной технологии является одним из важнейших препятствий на пути ее широкого использования. В связи с этим повышение производительности солнечных дистилляторов является актуальной задачей для удовлетворения потребностей людей в питьевой воде. Поэтому автор стремился увеличить производительность традиционного солнечного дистиллятора за счет интенсификации процессов испарения и конденсации внутри него с использованием различных конструктивных и эксплуатационных модификаций.

Вторая глава посвящена Вторая глава посвящена описанию экспериментальных методов исследования. Алхарбави Насир Т. А. представил техническое описание основных узлов и агрегатов экспериментальных установок, экспериментальные методы и методы обработки результатов. Описание экспериментальной работы в диссертации включало пять модифицированных экспериментальных установок для солнечной дистилляции. Всего диссидентом было создано 6 экспериментальных установок. Созданные автором экспериментальные стенды включали кроме традиционного (эталонного) солнечного дистиллятора следующие модификации:

- 1- Солнечный дистиллятор на основе применения вращающегося полого цилиндра и внешнего солнечного коллектора (СДПЦСК);
- 2- Солнечный дистиллятор с фотоэлектрическим диффузионно-абсорбционным холодильником (СДДАХ);
- 3- Солнечный дистиллятор с ультразвуковым увлажнителем (СДУУ);
- 4- Пленочный солнечный дистиллятор с внешней металлической (алюминиевой) конденсационной пластиной (ПСДАКП);

5- Пленочный солнечный дистиллятор с тканевой испарительной поверхностью и термоэлектрическим с внешним металлическим (алюминиевой) каналом. (ПСДТАК).

Третья глава посвящена описанию методик теоретического исследования.

В главе представлено обоснование выбора моделей расчета в численном исследовании, представлены формулы и описан теоретический анализ традиционного (ТСД) и модифицированного солнечных дистилляторов с вращающимся полым цилиндром и внешним солнечным коллектором воды (СДПЦСК). Приведен баланс тепловой энергии для каждого компонента традиционных и модифицированных солнечных дистилляторов. На основании разработанной математической модели рассчитаны значения температуры в различных точках солнечных дистилляторов (обычных и модифицированных), рассчитываются почасовая и совокупная производительность дистилляции воды, и почасовой термический КПД солнечных дистилляторов.

Четвертая глава посвящена представление результатов экспериментальных и теоретических исследований установки солнечной дистилляции с модификациями и без них. Наиболее важным из них было использование вращающегося полого цилиндра внутри солнечного дистиллятора и внешнего солнечного коллектора воды (СДПЦСК). Экспериментальные испытания проводились в течение пяти месяцев с июня по октябрь 2019 года. Были выбраны пять типичных дней: 19 июня, 17 июля, 22 августа, 15 сентября и 2 октября. Самая высокая производительность была зафиксирована у дистиллятора с полым цилиндром и внешним солнечном коллектором воды (СДПЦСК) и составляла 12,5 л/м²·сут, при производительности традиционного солнечного дистиллятора (ТСД) 3,1 л/м²·сут.

Пятая глава посвящена экономике модифицированных солнечных дистилляторов и качество дистиллированной воды. Проведен экономический анализ и исследование химических и физических свойств (качество дистиллированной воды) при использовании эталонного и модифицированных солнечных дистилляторов. Анализ стоимости производства одного литра воды в пяти типах модифицированных солнечных дистилляторов показал, что минимальная стоимость была зафиксирована при использовании дистиллятора с полым

цилиндром и внешним солнечным коллектором воды (СДПЦСК) и равнялась 0,026 \$, по сравнению с 0,028 \$ от традиционного солнечного дистиллятора (ТСД). Дистиллятная вода, производимая СДПЦСК и ТСД, дала наилучшие результаты по всем тестам – TDS, pH и электропроводности в соответствии с российскими и международными стандартами.

Заключение посвящено сформулированным выводам диссертации.

Научная новизна диссертации Алхарбави Насир Т. А., заключалась в том, что предложен ряд новых современных методов повышения эффективности солнечной дистилляции, получены новые экспериментальные и теоретические результаты по испарению и конденсации в элементах солнечного дистиллятора, такие как:

- 1- Повышение эффективности испарения путем увеличения межфазной поверхности испарения с помощью вращающегося полого цилиндра и повышения температуры воды в бассейне с помощью внешнего солнечного коллектора.
- 2- Повышение эффективности испарения и конденсации внутри солнечного дистиллятора путем использования диффузионного абсорбционного холодильника с солнечным источником питания.
- 3- Увеличение межфазной испарительной поверхности (повышение эффективности испарения) внутри солнечного дистиллятора с использованием ультразвуковых увлажнителей внутри водного бассейна солнечного дистиллятора.
- 4- Применению пленочного течения воды в солнечном дистилляторе и установки внешнего металлического (алюминиевого) канала в верхней части солнечного дистиллятора, который естественным образом охлаждается окружающим воздухом.
- 5- В пленочном солнечном дистилляторе впервые было предложено повышения смачивания поверхности за счет покрытия абсорбирующей пластины хлопчатобумажной тканью, а также охлаждение в зоне конденсации путем установки внешнего металлического (алюминиевого) канала, охлаждаемого термоэлектрическими элементами, питаемыми от солнечных фотоэлектрических панелей.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в физическом обосновании путей увеличения производительности и эффективности солнечных дистилляторов, а также в построении математической модели, позволяющей предварительно оценивать производительность дистиллятов в различных климатических условиях, сокращая время и затраты на расчет производительности и эффективности солнечных дистилляторов.

Замечания и вопросы:

- 1) Автор использует значение числа Нуссельта $Nu = 4.36$, но это число Нуссельта может использоваться только для стабилизированного теплового участка трубы или канала. Ссылка на работу [104] metode penelitian Nursalam, 2016 and A. . Fallis, “*済無No Title No Title*,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013. (см. стр. 87) также вызывает определенные вопросы. Можно было просто указать книгу по теории теплообмена за авторством известных отечественных или зарубежных теплофизиков.
- 2) Было показано, что показатели коэффициента повышения были выше в прохладные месяцы (сентябрь и октябрь), чем в более жаркие летние месяцы?
- 3) Не очень ясна точность проведенного диссертантом численного моделирования.
- 4) В разделе 1 главы 4 показано, что температура внешнего стекла в случае ТСД меньше, чем в системе СДПЦСК. В чем заключается причина этого не самого очевидного факта?
- 5) В расчете экономических показателей предполагалось, что количество рабочих дней модифицированных солнечных дистилляторов составляет 180 в год. В то время как в других исследованиях предполагается 360 дней в году и почему в календарном году 360 дней?

Заключение. Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы.

Диссертационная работа Алхарбави Насир Т.А. «Экспериментально-теоретическое исследование опреснения воды с использованием солнечной энергии», соответствует паспорту специальности 05.14.08 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии. Представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует требованиям п. 9 положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, а ее автор Алхарбави Насир Тавфик Алван заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, профессор РАН, Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, Должность: Ведущий научный сотрудник лаборатории термогазодинамики ИТ СО РАН.

 Пахомов Максим Александрович

Адрес: 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева 1, ИТ СО РАН.

E-mail: pakhomov@ngs.ru

Тел.: 8(383)316 53 36

Я, Пахомов Максим Александрович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Алхарбави Насир Тавфик Алван, и их дальнейшую обработку.

 / Пахомов Максим Александрович / «10» 11 2021 г.

(Ф.И.О)

Подпись Пахомова Максима Александровича

удостоверяю.

Ученый секретарь ИТ СО РАН

к.ф.-м.н.



М.С. Макаров