

УДК 66.048.1

ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ КАК ВОЗМОЖНЫЙ МЕТОД ВЫХОДА ИЗ ВОДНОГО КРИЗИСА

Болков Ярослав Сергеевич,
преподаватель кафедры ПТЭ

Олиниченко Алёна Юрьевна,
студент

Тарасова Татьяна Андреевна,
студент

Крохалева Нелина Никитична,
студент

Воронина Мария Васильевна
студент

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск
454080, РФ, г. Челябинск пр. Ленина, 76 E-mail: iar-bolkov@yandex.ru

Аннотация

Статья описывает серьезный водный кризис, который начался в Республике Гаити в 2022 году. Авторы обращают внимание на экологические, социальные и экономические причины кризиса и предлагают метод решения данной проблемы - реализацию опреснительной установки для производства чистой воды. Основным методом опреснения морской воды предлагается дистилляция, которая позволяет получить дистиллят любой требуемой степени чистоты из вод любых морей. Авторы отмечают, что использование такой установки экономически эффективно, окупается в первые годы эксплуатации, а также способно решить проблему нехватки воды в других регионах.

Ключевые слова: опреснительная установка, дистилляция, тепловой насос, возобновляемые источники энергии.

DESALINATION OF SEAWATER BY DISTILLATION AS A POSSIBLE WAY OUT OF THE WATER CRISIS

Yaroslav S. Bolkov,
lecturer of the Heat and power engineering department

Alyona Y. Olinichenko,
student

Tatyana A. Tarasova,
student

Nelina N. Krokhaleva,
student

Maria V. Voronina,
student

South Ural State University, Chelyabinsk 454080, Russian Federation, Chelyabinsk ave. Lenin, 76
E-mail: iar-bolkov@yandex.ru

ABSTRACT

The article describes a serious water crisis that began in the Republic of Haiti in 2022. The authors draw attention to the environmental, social and economic causes of the crisis and propose a method to solve this problem - the implementation of a desalination plant for the production of clean water. The main method of desalination of seawater is offered by distillation, which allows to obtain distillate of any required degree of purity from the waters of any seas. The authors note that the use of such an installation is cost-effective, pays off in the first years of operation, and is also able to solve the problem of water shortage in other regions.

Keywords: desalination plant, distillation, heat pump, renewable energy sources.

Введение

Республика Гаити с 2022 года сталкивается с серьезным водным кризисом из-за сочетания экологических, социальных и экономических факторов. Отсутствие доступа к чистой воде не является новой проблемой Республики, но нынешний кризис является результатом сочетания засухи, обезлесения, роста населения и экономического неравенства [12].

Длительные периоды засухи привели к уменьшению стока в реки и другие водные источники, что привело к уменьшению доступности воды для орошения и питья. Вырубка лесов способствовала эрозии почвы, кроме того, вырубка привела к повышению температуры воздуха, что в свою очередь повлекло за собой сокращение количества осадков и снегопадов в стране. Также стоит учитывать постоянный рост числа населения республики, этот фактор влияет на увеличение нагрузки на водные ресурсы, что приводит к общему снижению доступности чистой пресной воды.

Наконец, экономическое неравенство также способствовало возникновению водного кризиса. Многие граждане Гаити не имеют доступа к основным услугам, таким как чистая вода, из-за неравномерного распределения богатства в стране. Это привело к нехватке ресурсов для инфраструктурных проектов, таких как водоочистные сооружения и хранилища.

В целом, водный кризис на Гаити является результатом сочетания экологических, социальных и экономических факторов, как и в других регионах мира [10]. Если эти проблемы не будут решены, водный кризис будет продолжать усугубляться, что приведет к дальнейшим трудностям для народа Гаити [11].

Одним из возможных решений данной проблемы является установка опреснительной установки для пополнения местного водоснабжения [1].

Это установка, которая удаляет растворенные соли из воды, главным образом, с целью обеспечения источника питьевой воды. Процесс обычно включает использование мембраны, такой как обратный осмос или электродиализ, для отделения соли от воды. Опреснительная установка может использоваться как для производства питьевой воды, так и воды промышленного качества, причем последняя используется в различных промышленных процессах [2,3].

Дальнейшие исследования и реализация опреснительных станций данного типа позволит помочь странам и регионам, которые также столкнулись с проблемой нехватки воды, при этом не загрязняя экологию.

Материалы и методы

Предлагается к применению основной метод опреснения морской воды – дистилляция. Способ заключается в доведении воды до состояния кипения, полученный пар охлаждают и в результате получают конденсат, который не содержит в себе солей и других механических примесей. Рекомендуют к установке одноступенчатый дистиллятор изображен на рисунке 1. Главное преимущество данной методики – невысокая стоимость, в отличие от опреснителей искусственного вымораживания, которым необходимо иметь дополнительные устройства для транспортировки опресненного льда и его отмытки от маточного рассола.

В процессе дистилляции принципиально возможно получить дистиллят любой требуемой степени чистоты из вод любых морей [6]. Глубина обессоливания при этом весьма мало влияет на расход энергии и незначительно – на габариты и стоимость. Достижимо солесодержание дистиллята не более 0,05 мг/л. 4. Достижима себестоимость воды, опресненной методом дистилляции, на том же уровне, что и цена водопроводной воды.

Данная методика предполагает установку теплового насоса, парокомпрессионной установки, переносящей тепло от низкопотенциальных источников тепла к высокопотенциальным [8]. Процесс осуществляется за счет конденсации и испарения хладагента – фреона. Экономическая выгода от использования такого оборудования очевидна, т.к. эксплуатация, монтаж и стоимость самой установки окупается в первые годы использования [9].

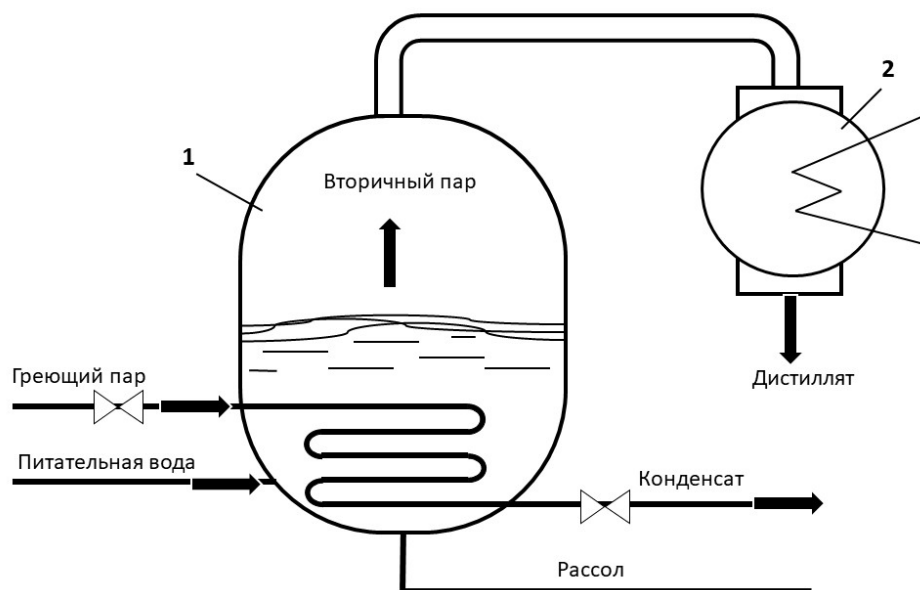


Рисунок 1 – Дистиллятор одноступенчатый
1-испаритель; 2-конденсатор

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Морская вода поступает в бак дистиллятора, установки расположенный в прибрежной зоне (данное решение позволит сократить затраты на транспортировку воды) [5]. Так как Республика Гаити имеет выход к Карибскому морю, это позволяет установить тепловой насос на достаточном для его функционирования расстоянии от береговой линии, для получения низкопотенциального тепла. Компрессор насоса сжимает фреон, в результате хладагент нагревается и передает необходимую тепловую энергию дистиллятору, после чего расширяется, отводится в расширительный дроссель и возвращается в систему. Излишки вторичного пара рекомендуется применять на теплоэлектростанциях. Опресненная вода проходит этап химической водоочистки перед тем как поступает к потребителю. Опреснительная станция изображена на рисунке 2.

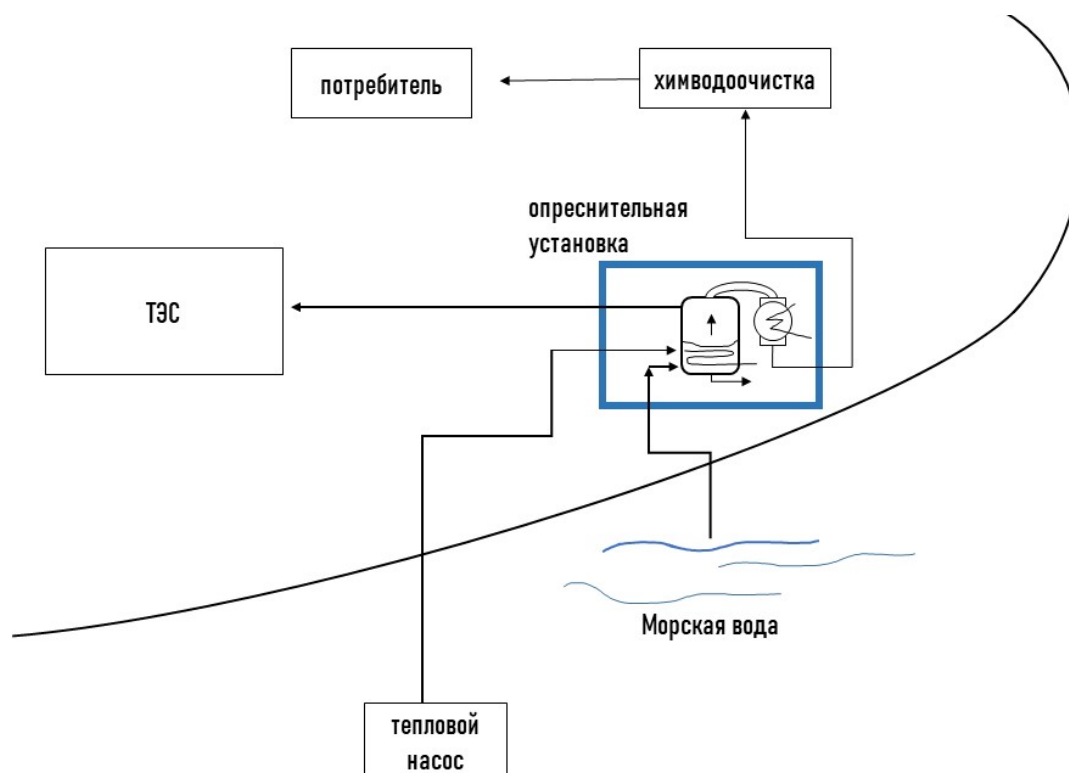


Рисунок 2 – Схема опреснительной установки

Обсуждение

При изучении различных вариантов по решению проблемы водного кризиса, авторы приходят к мысли, что наиболее рациональным подходом является выбор наиболее экономичной установки, способной работать автономно [7]. Опреснительные установки такого типа надежны, экологичны, а также имеют малую металлоемкость, просты в эксплуатации [4].

Заключение

Внедрение опреснительной установки такого типа способно решить проблему водного кризиса, а также сократить затраты бюджета страны на импорт пресной воды для населения. Использование вторичного пара способствует развитию энергетики республики, что в дальнейшем сможет укрепить внутреннее экономическое положение. Методика подходит для стран прибрежных районов, не имеющих запасов пресной воды внутри.

Список литературы:

1. Федорова, А. М. Опреснение морской воды / А. М. Федорова // Образование, экология, практика: Материалы Международного молодежного форума, Воронеж, 31 марта 2018 года / Под редакцией И.И. Косиновой. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2018. – С. 211-212. – EDN XRXLFR.
2. Патент № 2393995 С1 Российская Федерация, МПК C02F 1/04, B01D 3/10. Способ опреснения морской воды и установка для опреснения морской воды: № 2009107925/15: заявл. 06.03.2009: опубл. 10.07.2010 / А. В. Косс, Р. А. Пензин. – EDN DJPJZB.

3. Патент № 2150434 C1 Российская Федерация, МПК C02F 1/44, B01D, B01D 61/02. Установка опреснения морской воды и способ опреснения морской воды: № 95113192/12: заявл. 04.08.1995: опубл. 10.06.2000 / В. Ф. Р. Альберто. – EDN USDLAU.
4. Свистунова, И. В. Экологически чистый метод опреснения морской воды / И. В. Свистунова, В. П. Дмитренко // Экология промышленного производства. – 2007. – № 4. – С. 40-44. – EDN JXRWHL.
5. Патент № 2767265 C2 Российская Федерация, МПК C02F 1/14, C02F 103/08. Способ и установка круглосуточного опреснения морской воды : № 2020109747: заявл. 05.03.2020: опубл. 17.03.2022 / М. А. Эсмонт. – EDN VSFLGI.
6. Патент № 2217381 C2 Российская Федерация, МПК B01D 3/10, B01D 5/00, C02F 1/04. установка для опреснения морской воды: № 2002103625/12: заявл. 15.02.2002: опубл. 27.11.2003 / С. А. Лисняк, О. В. Грицкевич, Б. О. Грицкевич, В. В. Ильин. – EDN LUJXEN.
7. Танганов, Б. Б. Морская вода и проблема ее опреснения / Б. Б. Танганов // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7. – С. 90-92. – EDN MLKQEL.
8. Дадацкий, А. В. Тепловой насос. Принцип работы теплового насоса / А. В. Дадацкий, П. Ю. Космовский // Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства: Сборник научных статей, Гродно, 23–24 мая 2019 года / Редколлегия: А.Р. Волик [и др.]. – Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2019. – С. 172-174. – EDN BJJVFS.
9. Компания Viessmann. Эффективность тепловых насосов / Компания Viessmann // Industrial Automatic Control Systems and Controllers. – 2018. – No. 7. – P. 65-66. – EDN XUZSAH.
10. Маслова, Л. Ф. Глобальные проблемы и перспективы сохранения питьевых ресурсов / Л. Ф. Маслова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3(19). – С. 180-183. – EDN UJYJX.
11. Gelting, Richard & Bliss, Katherine & Patrick, Molly & Lockhart, Gabriella & Handzel, Thomas. (2013). Water, Sanitation and Hygiene in Haiti: Past, Present, and Future. The American journal of tropical medicine and hygiene. 89. 665-670. 10.4269/ajtmh.13-0217.
12. Jerome, Yvette & Emmanuel, Evens & Bodson, Paul & Roy, Paul-Martel. (2017). The issue of water in slum development in Haiti: the case study of Canaan. Urban environment. 9. 87-97.

References:

1. Fedorova, A. M. Desalination of sea water / A. M. Fedorova // Education, ecology, practice: Materials of the International Youth Forum, Voronezh, March 31, 2018 / Edited by I.I. Kosinova. - Voronezh: Voronezh State University, 2018. - P. 211-212. – EDN XRXLF.
2. Patent No. 2393995 C1 Russian Federation, IPC C02F 1/04, B01D 3/10. Seawater desalination method and seawater desalination plant: No. 2009107925/15: Appl. 03/06/2009: publ. July 10, 2010 / A. V. Koss, R. A. Penzin. -EDN DJPJZB.
3. Patent No. 2150434 C1 Russian Federation, IPC C02F 1/44, B01D, B01D 61/02. Seawater desalination plant and seawater desalination method: No. 95113192/12: Appl. 08/04/1995: publ. 06/10/2000 / V. F. R. Alberto. -EDNUSDLAU.

4. Svistunova, I. V. Ecologically clean method of sea water desalination / I. V. Svistunova, V. P. Dmitrenko // Ecology of industrial production. - 2007. - No. 4. - S. 40-44. - EDN JXRWHL.
5. Patent No. 2767265 C2 Russian Federation, IPC C02F 1/14, C02F 103/08. Method and plant for round-the-clock desalination of sea water: No. 2020109747: Appl. 03/05/2020: publ. 03/17/2022 / M. A. Esmont. - EDN VSFLGI.
6. Patent No. 2217381 C2 Russian Federation, IPC B01D 3/10, B01D 5/00, C02F 1/04. Seawater Desalination Plant: No. 2002103625/12: Appl. 02/15/2002: publ. 27.11.2003 / S. A. Lisnyak, O. V. Gritskevich, B. O. Gritskevich, V. V. Ilyin. - EDN LUJXEN.
7. Tanganov, B. B. Sea water and the problem of its desalination / B. B. Tanganov // Modern science-intensive technologies. - 2010. - No. 7. - P. 90-92. - EDN MLKQEL.
8. Dadatsky, A. V. Heat pump. The principle of operation of a heat pump / A. V. Dadatsky, P. Yu. Kosmovsky // Traditions, modern problems and prospects for the development of construction: Collection of scientific articles, Grodno, May 23-24, 2019 / Editorial Board: A.R. Volik [and others]. - Grodno: Yanka Kupala State University of Grodno, 2019. - P. 172-174. - EDN BJJVFS.
9. Viessmann company. Heat pump efficiency / Viessmann // Industrial Automatic Control Systems and Controllers. - 2018. - No. 7. - P. 65-66. - EDN XUZSAH.
10. Maslova, L. F. Global problems and prospects for the conservation of drinking resources / L. F. Maslova // Bulletin of the APK of Stavropol. - 2015. - No. 3 (19). - S. 180-183. - EDN UJYJX.
11. Gelting, Richard & Bliss, Katherine & Patrick, Molly & Lockhart, Gabriella & Handzel, Thomas. (2013). Water, Sanitation and Hygiene in Haiti: Past, Present, and Future. The American journal of tropical medicine and hygiene. 89.665-670. 10.4269/ajtmh.13-0217.
12. Jerome, Yvette & Emmanuel, Evens & Bodson, Paul & Roy, Paul-Martel. (2017). The issue of water in slum development in Haiti: the case study of Canaan. urban environment. 9. 87-97.