

5. Лаврус В. С. Батарейки и аккумуляторы / В. С. Лаврус. К.: Наука и техника, 1995. 48 с.

УДК 621.311

## СОЛНЕЧНОЕ ОПРЕСНЕНИЕ И ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ МИНЕРАЛАМИ ВОД ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ ИРАК

### SOLAR DESALINATION AND PURIFICATION OF CONTAMINATED WATER MINERALS FOR THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF IRAQ

Ахмед Яаареб<sup>1</sup>, Щеклеин С. Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт по техническому образованию, Киркук, Республика Ирак

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет, Екатеринбург, s.e.shcheklein@urfu.ru

Ahmed Yaareb<sup>1</sup>, Shcheklein S. E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of technical education, Kirkuk, Republic of Iraq

<sup>2</sup>Urals Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе рассматривается возможность использования солнечной энергии для опреснения и очистки загрязненных минералами вод для условий республики Ирак, где в ряде регионов проблема чистой и пресной воды станет острой уже в ближайшие годы.

**Abstract:** The paper considers the possibility of using solar energy for water desalination and purification of contaminated water minerals for the conditions of the Republic of Iraq, where in some regions the problem of clean and fresh water will become acute in the coming years.

**Ключевые слова:** возобновляемая энергетика; установки для опреснения; солнечные коллекторы.

**Key words:** renewable energy; plants of desalination; solar collectors.

Человек, животное, растение, фабрики, все зависит от воды. В последние годы проблема дефицита пресной воды становится все более актуальной для многих регионов мира. Уже сейчас наблюдается нехватка питьевой воды для 1 млрд человек. Становится все очевиднее, что в будущем человечество столкнется с глобальной катастрофой нехватки питьевой воды [1, 2].

В данной работе рассматривается возможность использования солнечной энергии для опреснения и очистки загрязненных минералами вод для условий республики Ирак, в ряде регионов которого проблема чистой и пресной воды станет острой уже в ближайшие годы. На рис. 1 приведена карта республики

Ирак, где показаны водные ресурсы страны и места оценки возможностей солнечного опреснения (Киркук, Басру).

Технология опреснения воды методом дистилляции основана на процессе испарения воды с последующей конденсацией водяного пара, не содержащего солей и загрязнений. Образующиеся в процессе испарения солевые и грязевые остатки частично удаляются в сепараторе пара и полностью при периодической очистке поверхностей нагрева в солнечных коллекторах. На рис. 2. Приведена принципиальная схема дистилляционной опреснительной установки на базе солнечных коллекторов.



Рис. 1. Карта республики Ирак

Для установок данной конструкции требуемая технологическая мощность  $W$  для испарения соленой или загрязненной воды с заданной производительностью [3]:

$$W = G_B \rho_B r_B / \eta_{СК}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где  $G_B$ ,  $\rho_B$ ,  $r_B$  – производительность, плотность и удельная теплота парообразования воды,  $\eta_{СК}$  – коэффициент полезного действия солнечного коллектора.

Масса опресненной воды ( $M_B$ ) за определенный (например, дневной) промежуток времени:

$$M_B = (Q_{\text{приход}}^{\text{день}} / r_B) \eta_{\text{ск}}. \quad (2)$$

Кроме уровня требуемой мощности для реализации данной технологии источник энергии должен обеспечить уровень температуры ( $t_p$ ), достаточный для парообразования водо-солевого раствора ( $t_s$ ), что соответствует условию:

$$t_p > t_s(p) \quad (3)$$

Обобщение данных [4] метеорологических и актинометрических измерений интенсивности прихода прямой и рассеянной солнечной радиации на дневную поверхность  $q(\tau)$  позволяет получить полное количество энергии, поступающей на площадку  $F$  ( $\text{м}^2$ ) в суточном цикле:

$$Q_{\text{приход}}^{\text{день}} = F \int_0^{24} q(\tau) d\tau, \text{ МДж}. \quad (4)$$

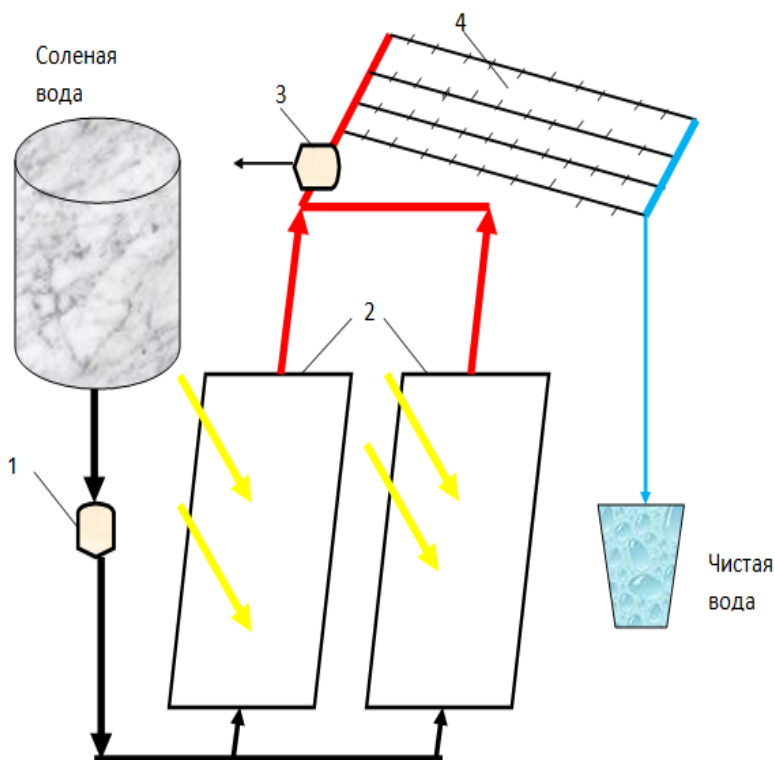


Рис. 2. Схема солнечной опреснительной установки  
1 – фильтр, 2 – солнечные коллекторы, 3 – сепаратор, 4 – конденсатор

На рис. 3 а, б приведены данные удельного прихода солнечной энергии на горизонтальную поверхность (а) и удельное дневное производство опресненной

воды (б) для условий северного (Киркук) и южного (Басру) Ирака, а также Уральского региона РФ.

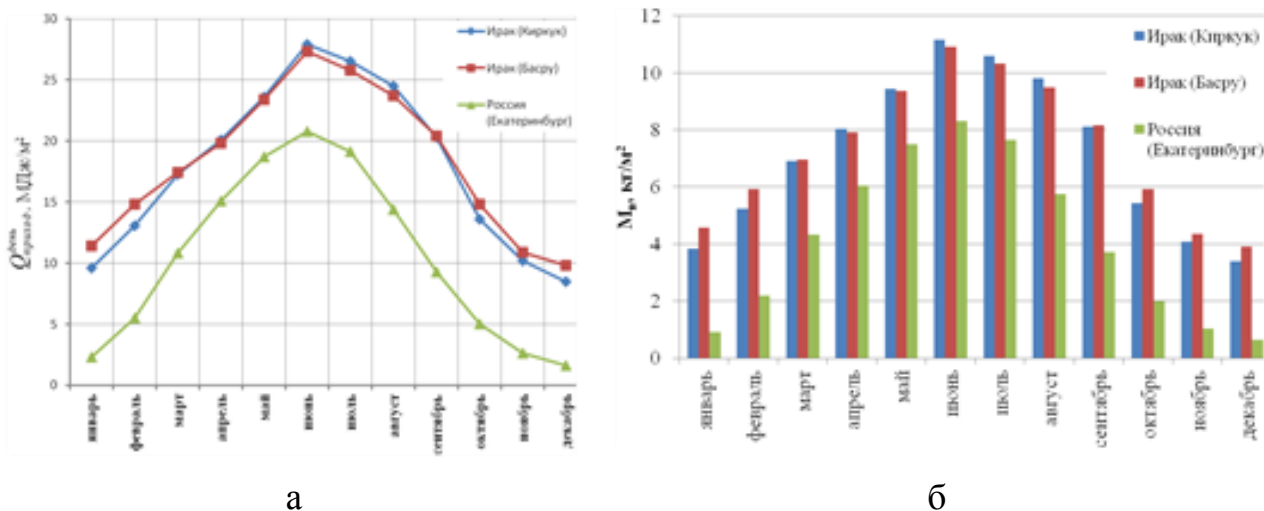


Рис. 3. Удельный дневной приход солнечной энергии на горизонтальную поверхность (а) и удельное дневное производство опресненной воды (б)

Приведенные данные позволяют оценить суточное производство опресненной воды для указанных регионов по соотношениям (1) – (3) для солнечных коллекторов с коэффициентом полезного действия  $\eta_{ск} = 0,85$  [5].

Анализ полученных данных показывает, что для условий Ирака возможно обеспечение эффективного использования солнечной энергии для всех территориальных районов практически в течение всего годового периода. Для Уральского региона данная технология очистки воды будет эффективной лишь с начала марта по конец августа. При этом потребность в площади солнечных коллекторов выше, чем в Ираке на 30-50 %.

Эффективность процесса опреснения может быть существенно повышена, а требуемая площадь тепловоспринимающих поверхностей уменьшена при использовании концентраторов солнечной энергии [6].

#### Список использованных источников

1. Вода для людей, вода для жизни: Обзор доклада ООН о состоянии водных ресурсов мира / Water for People, Water for Life – UN World Water Development Report (WWDR): The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France, 2002 / Пер. с англ. М. : Весь Мир, 2003. 36 с. [Электронный ресурс] URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556r.pdf>. (дата обращения 11.11.2016).

2. Вода для устойчивого мира: Доклад ООН о мировом развитии и состоянии водных ресурсов (WWDR 2015) / Water for a Sustainable World: The UN World Water Development Report 2015. Paris: UNESCO, 2015. 139 p.

[Электронный ресурс] URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>. (дата обращения 11.11.2016).

3. Слесаренко В. Н. Опреснение морской воды. М. : Энергоатомиздат, 1991. 278 с.

4. Щеклеин С. Е., Власов В. В. Моделирование нестационарных случайных процессов в задачах обоснования возобновляемых источников энергии // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 3. С. 67-71.

5. Кирпичникова И. М. Опреснение воды с использованием энергий ветра и солнца // Вестник ЮУрГУ, серия «Энергетика». 2012. Вып. 17. № 16 (275). С. 22-25.

6. Starikov E. V., Pakhaluev V. M., Shcheklein S. E., Nikitin A. D. Computational and experimental research technological steam generation using a solar energy concentrator // 16th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2016. Book 4. Energy and Clean Technologies. Conference Proceedings. V. 1. P. 237-244.