

## ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИЙ ВЕТРА И СОЛНЦА

*И.М. Кирпичникова*

*г. Челябинск, Южно-Уральский государственный университет*

## WATER DESALINATION WITH THE USE OF WIND AND SOLAR ENERGY

*I.M. Kirpichnikova*

*Chelyabinsk, South Ural State University*

Приводится обзор состояния питьевой воды для населения, показаны способы, применяемые для очистки и опреснения воды, и варианты их сочетания с возобновляемыми источниками энергии (солнца, ветра и др.), рассмотрены варианты работы ветросолнечных опреснительных установок.

*Ключевые слова:* возобновляемая энергетика, способы опреснения, солнечные установки, ветроэнергетические установки.

The article conducts the survey of the status of drinking water for the population; methods used for water purification and water desalination combining with renewable energy sources (sun, wind, etc.) are shown; ways of wind and solar desalination plants operation are considered.

*Keywords:* renewable power engineering, methods of desalination, solar plants, wind driven powerplant.

В питьевой воде ежедневно нуждаются люди и все другие живые существа, населяющих нашу планету. Поверхность Земли покрыта морями и океанами, но эта вода непригодна для питья.

От общего объема воды на планете запасы пресной составляют только 2,5 %, из которых 74 % находится в замороженном состоянии в ледниках, 25,7 % находится под землей или в почве и только 0,3 % доступны для использования на поверхности в виде свежей воды.

С каждым годом источников пресной воды на Земле становится все меньше, и как результат 40 % населения планеты уже столкнулось с серьезной проблемой нехватки воды. Для России, а также стран ближнего зарубежья на сегодняшний день в широких масштабах дефицит пресной воды не наблюдается. Но уже имеется ее недостаток в Калмыкии, Крыму, Казахстане, Туркмении, Узбекистане, Северном Кавказе и в таких областях, как Курганская, Курская и др.

Вместе с тем, в каждом регионе имеются достаточные запасы воды, не пригодные для использования без ее предварительной очистки. Очистка воды или ее опреснение будет экономически оправдано, если применить такие методы, с помощью которых можно очищать водные растворы по более низкой стоимости, чем ее транспортировка из ближайших регионов.

Поэтому многие страны ищут различные возможности и способы получения пресной воды.

В одних случаях воду нужно очищать от примесей, в других – опреснять. И в том и в другом случае требуются затраты энергии, которые в свою очередь зависят от близости расположения и доступа к источнику воды, уровня солености и качества, специфики процесса опреснения воды и др.

Расходы на электроэнергию по обеспечению процесса опреснения могут составлять от 30 до 60 % эксплуатационных расходов, таким образом, небольшие изменения тарифов на электроэнергию оказывают прямое влияние на стоимость очищенной воды.

Известны две основные технологии опреснения воды, широко используемые в мире: способ, основанный на изменении фазового состояния вещества (тепловой способ), и мембранный, которые могут быть обеспечены несколькими методами.

К технологии фазовых изменений относятся:

– многоступенчатая дистилляция (МСД) (Multi-stage flash distillation (MSF));

– высокоэффективная дистилляция (ВЭД) (Multi-эффект (MED));

– паровое давление (ПД): тепловое (ТПД) и механическое сжатие пара (МПД) (Vapor compression (VC): thermal (TVC) and mechanical (MVC));

– другие процессы, включающие дистилляцию (СД), увлажнение, осушение (УО) с помощью солнечных установок.

Мембранные технологии, помимо мембранной дистилляции (МД), включают в себя два основных процесса: обратного осмоса (ОО) и электродиализа (ЭД). Эти две технологии для удаления солей из воды используют мембраны (рис. 1).

Оба процесса требуют больших энергозатрат для преодоления существующего осмотического давления между пресной и соленой водой. ЭД-технологии, как правило, используются только для солоноватых вод, при которых соли из потока воды притягиваются мембранами и проходят через них под действием электрического тока (рис. 2).

Технология обратного осмоса применима для опреснения соленой или морской воды. В этом случае вода при высоком давлении проходит через мембраны, изготовленные из ацетата целлюлозы или ароматического полиамида, очищаясь от соли.

Существуют еще три процесса на основе

мембранных технологий, не использующихся в процессах опреснения, но применяемые для улучшения качества питьевой воды. К ним относятся микрофильтрация (МФ), ультрафильтрация (УФ) и нанофильтрация (НФ).

Тепловые процессы также требуют большого количества энергии на их осуществление, поэтому такие установки обычно размещают вблизи тепловых электростанций, от которых они используют тепло отработанного пара.

Одним из решений проблемы энергетического снабжения процессов опреснения является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), наиболее приемлемыми из которых являются ветер и солнце.

На рис. 3. показаны возможные технологические комбинации ВИЭ и основных методов опреснения воды.

Использование этих источников определяется соответствующим потенциалом солнечной или ветровой энергии местности. На рис. 4. показано

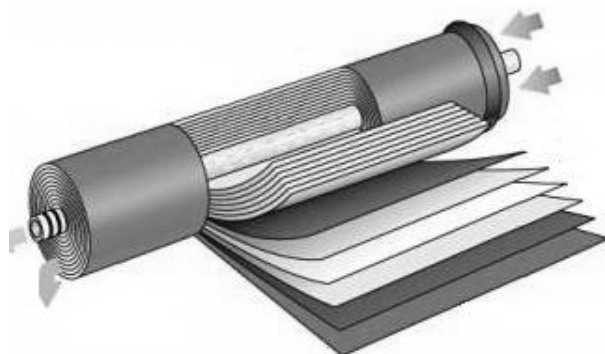


Рис. 1. Мембраны для удаления солей

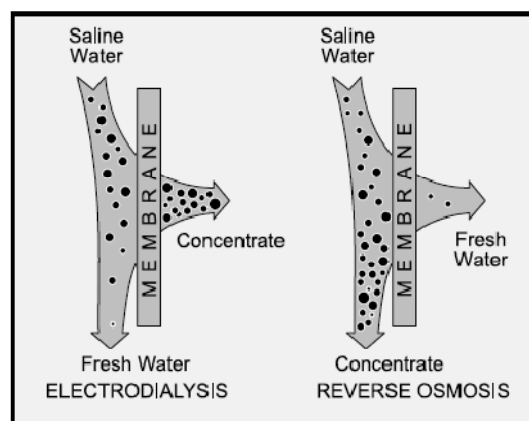


Рис. 2. Процессы удаления соли при электродиализе и обратном осмосе [1]

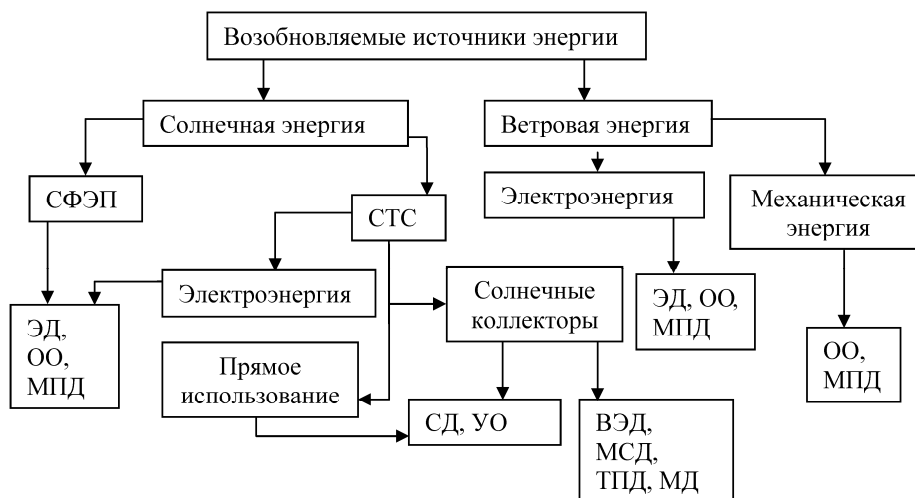


Рис. 3. Возможные технологические комбинации основных ВИЭ и методов опреснения воды

## Альтернативные источники энергии

распределение источников возобновляемой энергии, используемых в настоящее время в процессах очистки и опреснения воды.

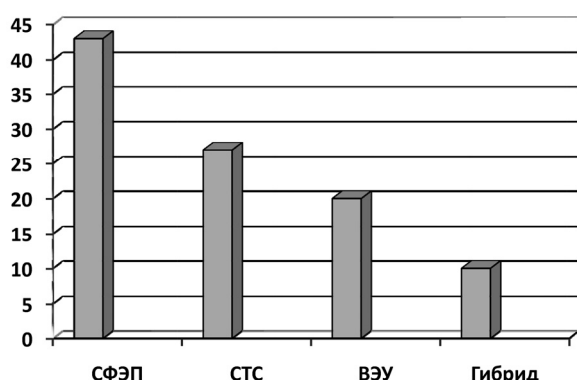


Рис. 4. Доля использования возобновляемых источников энергии в процессах опреснения воды

Как видно из рисунка, солнечная энергия является наиболее используемым видом среди других возобновляемых источников энергии, причем ее использование может быть как в виде электрической энергии (солнечные фотоэлектрические преобразователи – СФЭП), так и тепловой (солнечные тепловые станции – СТС).

Это относится, прежде всего, к южным странам, находящимся на побережье морей и океанов с соленой водой и дефицитом пресной. Очень интересен в этом плане опыт Испании. По использованию солнечной энергии эта страна занимает четвертое место в мире и второе место в Европе, имея 8 300 солнечных установок с располагаемой мощностью 120 МВт (рис. 5) [2].

Работа солнечного опреснителя построена на основе обратного осмоса – разделении молекул и ионов в растворе, проходящем под давлением через полупроницаемую мембрану. Процесс очистки начинается в момент поступления солнечных лучей на фотоэлектрический модуль. При этом включается насос, который под большим давлением подает воду в сосуд. Вода, минуя мембрану из

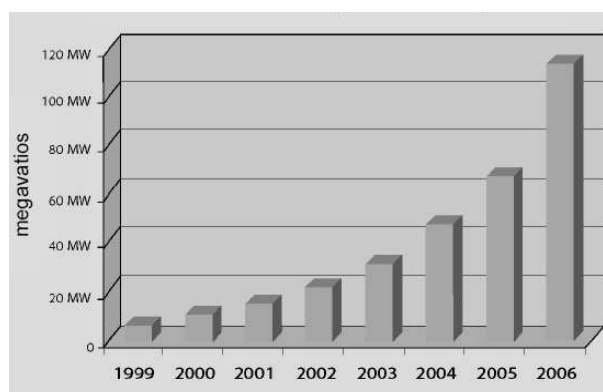


Рис. 5. Выработка энергии на солнечных установках Испании

полимерного материала, отдает ей соли и минералы (рис. 6).

Такие установки снабжены системой управления, которая позволяет оптимально использовать солнечную энергию. При ослаблении солнечного излучения устройство пропорционально снижает мощность насоса и других потребителей энергии. В ясный солнечный день система работает быстрее и производит больше воды.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) сравнительно недавно начали использоваться для получения качественной воды, однако наблюдается тенденция развития и этого направления. Гибридные системы представляют собой, как правило, сочетание ВЭУ и солнечных установок, иногда они дополняются дизель-генератором.

Научные исследования по разработке установок по опреснению морской воды с использованием энергии солнца и ветра ведутся в Университете Кадиса. Научный проект «ETAP-ER project» (Evaluation del Tratamiento del Agua Potable mediante Energia Renovable y Nanofiltration), финансируемый правительством Андалузии предполагает осуществление процесса опреснения также за счет возобновляемых источников. Установка предназначена для подготовки, очистки и опреснения воды, поступающей в водопроводную сеть города Порт Реал. Очистка воды производится с помощью специальных наномембран при многократном прогоне воды через них. Весь технологический процесс отражается на мониторе (рис. 7).

Электропитание оборудования установки осуществляется от двух горизонтально-осевых ВЭУ общей мощностью 6 кВт и солнечной батареи на монокристаллическом кремнии с пиковой мощностью 4,2 кВт. В качестве дублирующего источника используется водородная установка мощностью 0,8 кВт. Данные по выработке электроэнергии этими источниками выводятся на дисплей. Кроме того, контроль за работой источников энергии может быть дистанционным с помощью мобильного телефона.

Опреснительная установка работает доста-

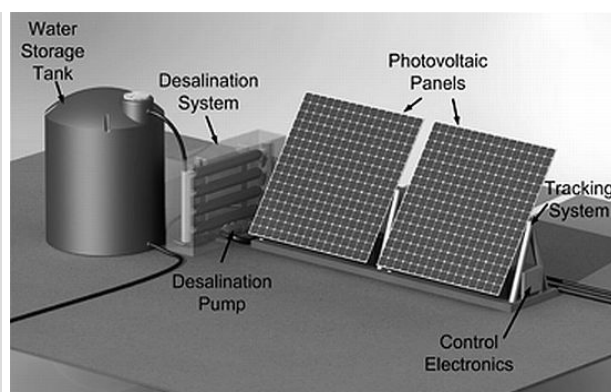


Рис. 6. Схема опреснительной установки на солнечных модулях [2]

точно эффективно, однако выработка электроэнергии горизонтально-осевой ветроустановкой значительно зависит от характеристик ветра (скорости и направления).



Рис. 7. Вывод данных о работе источников энергии на монитор компьютера и дисплей мобильного телефона

Наиболее эффективной в данном случае будет использование вертикально-осевых ВЭУ производства ООО «ГРЦ-Вертикаль» (г. Миасс, Челябинской обл.), работа которых не зависит от направления ветра, а выработка энергии начинается уже при небольших скоростях вращения ветроротора ВЭУ. Научные исследования в этом направлении предполагается проводить в рамках договора, заключенного между Южно-Уральским государственным университетом и Университетом Кадиса (Испания).

#### Литература

1. *Economic analysis of wind-powered desalination* / L. García-Rodríguez, V. Romero-Ternero, C. Gómez-Camacho // *Desalination*. – 2001. – 137. – P. 259–265.
2. *Información adicional sobre las nuevas tecnologías en España: [www.technologyreview.com/spain/solar](http://www.technologyreview.com/spain/solar)*

Поступила в редакцию 15.02.2012 г.

**Кирпичникова Ирина Михайловна** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и возобновляемые источники энергии», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Научные интересы: электронно-ионная технология, возобновляемая энергетика.

**Kirpichnikova Irina Mikhailovna** is a Doctor of Science (Engineering), a Professor, a head of Electrical Engineering and Renewable Sources of Energy Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: electronic-ionic technology, renewable power engineering.