

УДК 628.16

В. А. Ильиных, Е. В. Мигалатий

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

v.a.ilinykh@mail.ru

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

В последнее десятилетие растет интерес к разработке эффективных и более экологичных технологий получения электроэнергии, способных уменьшить воздействие на окружающую среду. В работе приведено сравнение энергозатрат различных технологий, используемых для опреснения воды в энергетической сфере. Показано, что мембранные технологии имеют преимущество, связанное с более низким энергопотреблением, а также, способны создавать надежные системы обеспечения промышленных предприятий чистой водой высокого качества.

Ключевые слова: мембранное разделение; обратный осмос; опреснение; энергосбережение.

V. A. Ilinykh, E. V. Migalatiy

Ural Federal University, Ekaterinburg

MEMBRANE TECHNOLOGIES FOR WATER AND ENERGY SUSTAINABILITY

Over the past decade, there has been growing interest in developing effective and more environmentally friendly technologies for generating electricity that can reduce environmental impact. The paper compares the energy costs of various technologies used to desalinate water in the energy sector. It has been shown that membrane technology has the advantage of lower power consumption, and also, they are able to create reliable systems for providing industrial enterprises with high-quality clean water.

Key words: membrane; reverse osmosis; energy-saving; description.

В связи с нарастающим загрязнением окружающей среды с одной стороны, и развитием технологий очистки воды с другой, возникает потребность в разработке более эффективных с энергетической точки зрения, и более экологичных методов опреснения воды. Наиболее важным потребителем чистой воды является энергетическая отрасль, так как для нормальной работы предприятий требуется вода стабильно высокого качества.

В последние десятилетия были разработаны различные методы опреснения, включая вакуумную дистилляцию, многоступенчатую флэш-дистилляцию (MSF), многоэтапную дистилляцию (MED) и другие мембранные технологии, такие как обратный осмос (RO), мембранная дистилляция (MD) и др. для опреснения морской воды. Среди этих технологий мембранные методы, такие как RO, MD и прямой осмос, рассматриваются как привлекательные альтернативы из-за их низкого энергопотребления, более низких требований к капиталу, а также меньшего количества обслуживания и низких эксплуатационных расходов [1].

Взаимосвязь между водой и энергией значительно усиливается в результате их экологических, региональных и экономических последствий. Основными проблемами в этом столетии для развития технологий опреснения воды являются:

- снижение потребления энергии;
- снижение воздействия на окружающую среду;
- минимизация затрат на производство воды.

Термические и мембранные процессы являются двумя основными технологиями, которые управляют сектором опреснения. В процессе термического опреснения энергия используется в виде тепла для испарения чистой воды из ее солей, а в коммерческих процессах опреснения мембраны электрическая энергия используется для запуска насосов высокого давления для фильтрации растворенных твердых веществ. В обоих процессах поток воды, содержащий менее растворенное твердое вещество, является основным конечным продуктом, а поток концентрированной воды – отбракованным.

В таблице приведены энергозатраты различных технологий, используемых для опреснения воды [2]. Мембранные технологии, в частности, RO, предпочтительнее других технологий, в основном из-за более низких требований к энергии, как видно из таблицы. Удельное энергопотребление разных технологий сильно различается, и в зависимости от управления процессом и его эксплуатации, а также от качества добываемой воды это значение значительно отличается для конкретной технологии.

Потребление энергии в процессе обычно вносит значительный вклад в общую стоимость опреснения, следовательно, понимание различных факторов, влияющих на удельное энергопотребление процесса, становится очень важным для разработки устойчивых источников энергии-воды.

Удельное энергопотребление энергии при различных методах опреснения

Технология	Удельное потребление энергии (кВт·ч/м ³)		
	Электрический	Тепловой	Суммарный электрический эквивалент
BWRO	0,5–3	–	0,5–3
SWRO	3–6	–	3–6
ED	1–3,5	–	1–3,5
EDR	1–2	–	1–2
MVC	7–15	–	7–15
FO	0,2–0,5	20–150	10–68
MD	1,5–4	4–40	3–22

Технологии: BWRO – обратный осмос солоноватой воды; SWRO – обратный осмос морской воды; ED – электродиализ; EDR – инверсия электродиализа; MVC – механическое сжатие пара; FO – прямой осмос; MD – мембранная дистилляция; MSF – многоступенчатая выпарка; MED – многократная дистилляция эффекта; MEB – мультиэффект кипения

Недавние разработки в области полимерных материалов и появление наноматериалов проложили путь к увеличению качества мембранных процессов для различных применений с потенциальным промышленным использованием. Однако изготовление новых мембранных материалов с улучшенными химическими и

термостабильными качествами для очистки промышленных стоков должны быть изучены в будущем.

Мембранные процессы играют важную роль как в очистке воды, так и в устойчивом производстве энергии, как в отдельности, так и в сочетании с другими мембранными методами. Мембранные процессы в энергетических секторах играют все более важную роль, начиная от производства биотоплива и заканчивая охлаждением. Установки очистки в этих секторах зависят от качества и доступности мембранных компонентов, поэтому важно добиться получения материалов с высокой химической и термической стойкостью [3].

Таким образом, технологии мембранной очистки открывают возможности для создания надежной системы обеспечения промышленных предприятий чистой водой высокого качества, и имеют перспективу разработки новых надежных материалов и экономически более выгодных гибридных процессов.

Список использованных источников

1. Обратный осмос. Ультрафильтрация : библиографический указатель отечественной и иностранной литературы (1958-1974 гг.). Ч. 1 / М-во высш. и сред. спец. образования СССР, Моск. хим.-технол. ин-т им. Д. И. Менделеева, Науч.-техн. б-ка, Информ.-библиогр. отд. ; [сост. Благословенская Е. Л., Свитцов А. А.]. М. : [б. и.], 1976. 177 с.
2. Stillwell, A. S. Predicting the specific energy consumption of reverse osmosis desalination / A. S. Stillwell, M. E. Webber // *Water*. 2016. Vol. 8. P. 601–619. <https://doi.org/10.3390/w8120601>.
3. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. специальностей. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. М. : Химия, 1992. 495 с.