МОРСКАЯ ВОДА И ПРОБЛЕМА ЕЕ ОПРЕСНЕНИЯ

Б.Б. Танганов

ВСГТУ
Улан-Удэ, Россия
tanganov@rambler.ru

XXI век будет характеризоваться дальнейшим обострением дефицита пресной воды в масштабах нашей планеты. При этом отмечается, что две трети питьевой воды расходуется для осуществления агротехнических мероприятий (например, для полива и выращивания сельскохозяйственных культур). Проблема опреснения морской и океанской воды усугубляется также и тем, что население планеты увеличивается высокими темпами (более 80 *млн* человек в год) и к 2025 году не менее 2 *млрд* человек планеты систематически будут испытывать острый недостаток пресной воды [1]. Отметим также, что пресная вода по-разному используется населением разных стран. Так, расход воды в домах жителей США – в среднем около 380 литров на человека в день, в то время как миллионы людей на планете (особенно в малоразвитых странах) используют около 19 литров воды в день, а к домам 46% жителей Земли вообще не подведен водопровод. Все это свидетельствует о том, что имеется проблема с пресной водой, потребность в воде будет только расти. Поэтому людям надо озаботиться не только запасами воды, но и научиться бережно использовать драгоценную влагу.

Известно также [1], что 70% всей воды на планете распределено в соленых океанских и морских водах. В каждом килограмме морской воды содержится в среднем 35 *г* различных солей. В литре воды больше всего обыкновенной поваренной соли (27.2 *г*). Отсюда понятно, почему вода в море такая соленая. Хлористый магний (3.8 *г*) и сернокислый магний (1.7 *г*) придают морской воде горький вкус. Довольно много в ней содержится сернокислого калия (1.3 *г*) и сернокислого кальция (несколько менее грамма). В своей совокупности эти соли составляют 99.5 процента растворенных в морской воде веществ. Таким образом, основными компонентами морской воды являются ионы Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}

Из 30% пресной воды примерно 70% заморожены в снежных покровах, ледниках и вечной мерзлоте, большая часть остальных запасов находится в водоносных слоях почвы, откуда мы ее выкачиваем гораздо быстрее, чем природа может восполнить потери.

Современная технология, называемая обратным осмосом, заключается в пропускании воды через мембрану, удерживающую соль. Хотя этот метод требует меньше энергии, чем дистилляция, он все еще достаточно дорог и энергоемок: изготовление и эксплуатация мембран сопряжены с большими энергетическими и экономическими затратами (для опреснения 1 *куб.м.* морской воды требуется не менее 400 *квт*

электроэнергии и давление до 6,5 *МПа* - 65 *атм*). При этом не нужно забывать, что при любом виде опреснения неизбежно образуется концентрированный соляной раствор, который может быть опасен для окружающей среды и даже для природных запасов пресной воды. От соляного раствора трудно избавиться, так как повышается уровень солености морской или океанской воды: после очистки обратным осмосом концентрированные растворы будут возвращены обратно в море или океан, еще более углубляя методы их опреснения. В настоящее время не менее $6 \cdot 10^{10}$ литров пресной воды ежедневно производят около 15 тысяч опреснительных станций всего мира [1].

Применяемые методы опреснения обратным осмосом осуществляются при радиусах мембран не более 0.10 … 0.15 *нм*. Изготовление и эксплуатация мембран с радиусом не менее 0.20 *нм* привели бы к значительному сокращению энерго- и экономических затрат. Наши расчеты показывают (уравнение 2), что радиусы гидратированных ионов значительно (почти в 2 раза) превышают радиус молекулы воды (0.138 *нм*), пропускаемой через мембрану. Поэтому оценка размеров гидратированных ионов-компонентов морской воды (преимущественно: Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}) для изготовления мембран с значительно большими размерами представляет интерес в связи с понижением рабочего давления и сокращением издержек изготовления устройств для опреснительных станций.

Нами [2 - 6] разработаны неэмпирические способы расчета гидратных чисел (n_s) и радиусов гидратированных ионов (r_s) в растворах:

$$n_s = z_i e R_s^2 / r_i p - 5 k_Б T \varepsilon R_s^2 / 2 p e \quad (1)$$

$$r_s = (25 z_i p e n_s \hbar^2 / 3 M R_s k_Б^2 T^2)^{1/} \quad (2)$$

где R_s - радиус молекулы воды, *нм*,

r_i - радиус иона, *нм*,

p – дипольный момент молекулы воды,

$k_Б$ - константа Больцмана,

T – температура (Кельвин),

ε - диэлектрическая постоянная воды,

$\hbar$ - постоянная Планка,

M – молярная масса воды.

Значения гидратных чисел и радиусов гидратированных ионов в воде, рассчитанные по уравнениям (1) и (2), приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, оцененные гидратные числа и радиусы гидратированных ионов (размеры наночастиц) находятся в удовлетворительном соответствии с литературными данными.

Таблица 1

Характеристики наночастиц - гидратированных ионов

Ион	Радиус иона, r_i, *нм*	Гидратное число, n_s (ур. 1)	Радиус гидратированного иона, r_s, *нм* (ур. 2)	Радиус гидратированного иона, r_s, *нм* [7]
Na^+	0.098	4.03	0.360	0.330, 0.386
K^+	0.133	2.69	0.315	0.301
Mg^{2+}	0.078	5.33	0.395	-
Ca^{2+}	0.106	3.64	0.348	-
Cl^-	0.181	1.70	0.270	0.291
SO_4^{2-}	0.147	2.34	0.300	-

Рассматриваемая модель оценки размеров гидратированных ионов морской воды и полученные величины r_s могут быть рекомендованы при разработке более энерго- и ресурсосберегающих технологий опреснения морской воды за счет увеличения размеров мембран не только для регионов с острым дефицитом питьевой воды.

Список литературы

1. National Geographic /www.national-geographic.ru (апрель 2010).

2. *Балданов М.М.* К проблеме сольватных чисел и масс сольватированных ионов в спиртовых растворах / М.М. Балданов, Б.Б. Танганов // Журнал физической химии. – 1992. – Т. 66. – № 4. – С. 1084–1088.

3. *Балданов М.М.* Расчет сольватных чисел ионов в неводных средах / М.М. Балданов, Б.Б. Танганов // Журнал общей химии. – 1992. – Т. 63. – № 8. – С. 1710–1712.

4. *Балданов М.М.* Дисперсионное уравнение Власова и радиусы сольватированных ионов в метаноле /М.М. Балданов, Б.Б. Танганов // Журнал общей химии. – 1994. – Т. 64. – № 1. – С. 32–34.

5. *Балданов М.М., Балданова Д.М., Жигжитова С.Б., Танганов Б.Б.* К проблеме радиусов гидратированных ионов // ДАН ВШ России. – 2006. – Вып. 2. – С. 32–34.

6. *Танганов Б.Б., Балданова Д.М., Балданов М.М.* Характеристики гидратированных наночастиц (гидратные числа, массы и размеры) // Материалы Пятнадцатой Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири» (СИБРЕСУРС-15-2009).-Иркутск, 2009.-С.95-98.

7. *Э.Я.Мэлвин-Хьюз.* Физическая химия (книга II).-М.: Издатинлит, 1962.-С.756.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

И.В. Турецкая

ОАО «Пластик»
Сызрань, Россия

Актуальность темы: тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам. Они характеризуются высокой