



УДК 911.3

В. К. Бразновский

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА МОРСКИХ СУДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Рассматривается получение экологически чистой и высококачественной питьевой воды на морских судах с использованием нанотехнологий. Приводится описание соответствующей водоопреснительной установки.

This article considers the production of ecologically clean high-quality drinking water at the molecular level with the help of nanotechnologies on marine vessels.

Ключевые слова: опреснение воды, мембранные установки, судовой вариант.

Key words: desalination, membrane units, vessel condition.

На морских судах для обеспечения моряков качественной питьевой водой используется бутилированная вода, но при длительном хранении ее характеристики ухудшаются. К тому же этот способ дорогостоящий. В последнее время увеличилось потребление высококачественной воды, полученной в опреснительных установках мембранного типа с эффектом «обратный осмос».

Этот процесс происходит на молекулярном уровне и относится к нанотехнологиям. Очистка производится в фильтрах с использованием тонкопленочной мембраны. Происходит удаление из воды всевозможных примесей, в том числе главной из них — солей хлорида натрия (NaCl). Через поры мембраны, имеющие размер 0,0001 микрон, могут свободно пройти молекулы воды и кислорода, а остальные элементы таблицы Менделеева — лишь в ограниченном количестве. Так, из морской воды с общей соленостью 35000 мг/л солей получаем воду общей соленостью около 250 мг/л, что удовлетворяет требованию к воде ВОЗ и стандарту России СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода», принятому в 2002 г.

Мембраны для очистки морской воды использовал еще Аристотель, впервые обнаруживший, что она опресняется, если ее пропустить через стенки воскового сосуда. В 1920-е гг. изучение этого процесса активизировалось. В 1927 г. немецкая фирма «Сарториус» создала первые образцы искусственных мембран. После Второй мировой войны американцы, получив немецкие разработки, наладили производство ацетат-целлюлозных и нитроцеллюлозных мембран. Лишь с начала 1960-х гг. развернулось широкое производство синтетических полимерных материалов, на которых основывалось промышленное применение эффекта «обратного осмоса». В 1970-х гг. началось изготовление первых образцов водоопреснительных установок (ВОУ) промышленного приме-



ния. Сравнительно быстро ВОУ мембранного типа стали одним из самых экономичных, универсальных и надежных методов очистки воды, который позволяет снизить концентрацию находящихся в воде компонентов на 98–99,5 % и практически полностью избавиться от микроорганизмов и вирусов. Это очень важно, так как отпадает необходимость обеззараживания воды, особенно хлором.

Фильтрующая способность ВОУ мембранного типа с использованием эффекта «обратный осмос» уникальна. Ни один из фильтров, работающих по другому принципу – механической очистки, адсорбции или ионного обмена, – не может дать такой степени очистки. Мембранные ВОУ почти полностью удаляют из воды пестициды, болезнетворные бактерии, тригалометаны, канцерогенные и хлорорганические соединения, а также тяжелые металлы и радионуклиды.

Преимущества воды, получаемой в ВОУ мембранного типа:

- высокое качество воды, полностью соответствующее российскому стандарту СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды», указу Президента РФ от 28.06.2007 г. №825 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ», п. 26 «О критериях оценки качества воды»;

- низкая стоимость воды (в 4–8 раз ниже стоимости бункеровки береговой воды в различных портах мира и в десятки раз – бутилированной);

- упрощается водообеспечение судна, в том числе не нужно проводить регулярную реставрацию воды;

- упрощается ведение отчетной и нормативной документации;

- исключается проникновение в воду вирусов, так как мембрана задерживает их;

- сохраняется структурированность воды;

- высвобождаются судовые помещения для других целей;

- сохраняется нужный баланс в воде кислорода, необходимого для жизнедеятельности человека;

- уменьшение количества минеральных веществ в воде не сказывается отрицательно на организме человека, так как количество растворенных в воде минеральных веществ все равно не обеспечивает необходимой потребности в них, а форма раствора этих веществ не способствует их усвоению; основное же количество минеральных веществ попадает в организм человека с продуктами питания;

- вода исключает аллергическую реакцию, отложение солей, за счет высоких экстрактивных свойств хорошо подходит для приготовления пищи и напитков;

- при стирке белья и одежды при меньшем расходе моющих средств достигается высокое качество.

Данные о степени очистки воды мембранной ВОУ приведены в таблице 1.

Регламентированная минимальная норма расхода воды на одного человека в сутки согласно «Правилам водоснабжения морских судов» приведена в таблице 2.



Виды загрязнений и процент очистки

Вид загрязнения	Очистка, %
Алюминий	88 – 99
Аммиак	86 – 92
Бактерии	99 – 100
Вирусы	99 – 100
Железо	98 – 99
Известь	87 – 94
Кадмий	98 – 99
Калий	98 – 99
Медь	95 – 99
Марганец	96 – 98
Механические примеси	100
Натрий	93 – 98
Никель	65 – 99
Пестициды	99 – 100
Радионуклиды	92 – 99
Свинец	96 – 98
Серебро	96 – 98
Стронций	97 – 93
Хром	96 – 98
Циан	92 – 98
Цинк	94 – 97

23

Таблица 2

Минимальная норма расхода воды на одного человека в сутки (в литрах)

Вода	Категория судна		
	1-я	2-я	3-я и 4-я
Питьевая	50	40	30
Мытьевая	100	90	40

Судно 1-й категории имеет неограниченный район плавания, в том числе в тропической и арктической зонах.

Судно 2-й категории имеет ограничения района плавания с удалением от берега не более 100 морских миль и на время не более 24 часов.

Судно 3-й категории ограничено районом порта и временем до 24 часов.

Судно 4-й категории ограничено портом и временем до 6 часов.

Фактическая норма расхода воды для экипажа и пассажиров определяется капитаном судна, и она не может быть ниже регламентированной.

Первая отечественная установка мембранного типа с эффектом «обратный осмос» была использована на учебном парусном судне «Крузенштерн» в 2000 г. перед атлантической регатой «Милениум» (рис. 1, 2).

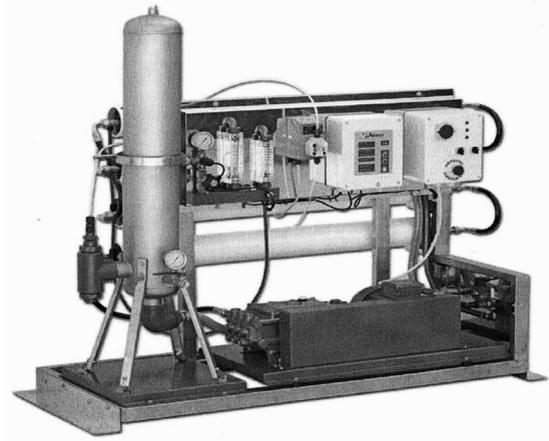


Рис. 1. Водоопреснительная установка «Атлантик», тип SW 1000

Технические показатели:

- производительность – 950 л/ч, или 22800 л/сут;
- габариты (длина × высота × ширина). см – 118 × 120 × 60;
- вес, кг – 118;
- расход электроэнергии, кВт/ч – 6,0;
- рабочее давление, бар – 60;
- режим работы – автоматический;
- температура загрузочной воды, °С – 5–45;
- расчетная соленость загрузочной воды, мг/л – 35000;
- соленость пресной воды, мг/л – не более 350;
- обеззараживание от вирусов и бактериологических загрязнений.

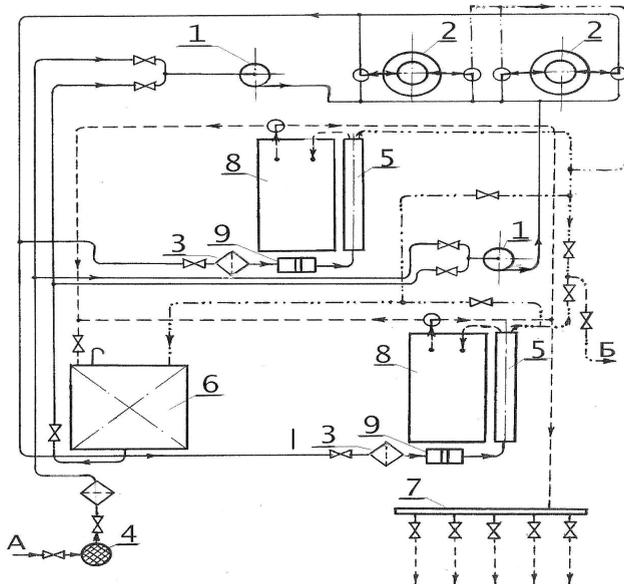


Рис. 2. Схема водоопреснительной установки УПС «Крузенштерн»:

- 1 – бустерный насос, ц/б; А – прием морской воды; 2 – песочный фильтр;
- Б – удаление рассола за борт; 3 – картриджный фильтр; 4 – кингстонный фильтр;
- 5 – диафрагма (мембрана); 6 – бак промывочной воды; 7 – коллектор пресной воды;
- 8 – пульт управления; 9 – насос высокого давления; X – клапан запорный;
- ⊕ – пробка переключения; — — морская вода; ---- – пресная вода; - · - · - · – рассол



Принцип работы ВОУ: загрузочная вода (заборная) бустерным насосом 1 забирается из кингстона А через фильтр грубой очистки и под давлением 1,5–2,5 бар подается на песочные фильтры 2 (обычно два фильтра — один в работе, а другой готов к работе). Далее загрузочная вода поступает к картриджному фильтру 3, где степень очистки от механических примесей до 1–3 микрон. Насос высокого давления 9 (около 60 бар) подает загрузочную воду на мембраны 5 (их количество зависит от производительности установки), где происходит разделение ее на пресную воду и рассол. Из мембран вода выходит двумя потоками: пресная (обессоленная и очищенная) и рассол, который удаляется за борт. Пресная вода поступает на пульт управления 8 для контроля качества и количества опресненной воды. Далее пресная вода поступает к водяному коллектору 7 для распределения по назначению к потребителям или в танк запаса пресной воды.

В Балтийском море при солёности воды в 16000 мг/л производительность установки была почти в два раза выше, чем в Атлантическом океане — в районе Канарских островов, где солёность воды 35400 мг/л.

Минимальный перечень показателей качества воды для морских судов:

1) органолептические и физические: запах (балл), привкус (балл), цветность (см), прозрачность (см);

2) химические: содержание железа (мг/л), хлоридов (мг/л), нитратов (мг/л), нитритов (мг/л), рН, общее солесодержание — не более 500 мг/л;

3) бактериологические: коли-индекс, коли-титр, общее количество бактерий в 1 мл, микробное число.

Качество получаемой с использованием мембранной ВОУ пресной воды во всех районах Мирового океана соответствует санитарным нормам ВОЗ и требованиям Российской Федерации — СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода».

Список литературы

1. *Бразновский В.К.* Водоопреснительные установки : учеб. пособ. Калининград, 2005.
2. *Бразновский В.К.* Зависимость производительности ВОУ мембранного типа от солёности и температуры загрузочной воды : сб. науч. тр. Калининград, 2005. С. 83–88.
3. *Просолов Д.Д.* Водообработка судов. СПб., 1991.
4. *Инструкция по эксплуатации судовой водоопреснительной установки фирмы «Selmar».* 2010.
5. СП 2641-82 «Санитарные правила для морских судов». М., 1982.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». М., 2001.

Об авторе

Бразновский Виктор Кришевич — доц., Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, Калининград.
E-mail: Postsender/965@gmail.com

About author

Viktor Braznovsky, Associate Professor, Baltic State Fishing Fleet Academy, Kaliningrad, Kaliningrad.
E-mail: Postsender/965@gmail.com