

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ

А.С.Джунусбеков, В.Г.Голубев, М.И.Сатаев
ЮКГУ им. М.Ауезова, г.Шымкент

Опреснение воды - способ обработки воды с целью уменьшения содержания растворенных в ней солей до уровня, позволяющего использовать ее для питьевых и хозяйственных целей. Опреснение воды возможно с изменением или без изменения ее агрегатного состояния и в первом случае осуществляется термическими (дистилляция, вымораживание), а во втором - мембранными (электродиализ, обратный осмос), химическими, сорбционными и биологическими методами. Наибольшее практическое применение получили дистилляция, электродиализ, обратный осмос, вымораживание, ионный обмен.

Метод дистилляции основан на получении пара и последующей его конденсации в теплообменных аппаратах. Электродиализ - удаление солей из воды в электрическом поле через чередующиеся селективные катионитовые и анионитовые мембраны. Обратный осмос - фильтрация воды через полупроницаемые мембраны с малой (50-100 нм) величиной пор под влиянием высокого (50-100 ат) давления.

Дефицит пресной воды ощущается на территории более 40 стран, расположенных главным образом в аридных, а также засушливых областях и составляющих около 60 % всей поверхности земной суши. Этот дефицит может быть покрыт опреснением соленых (содержание более 10 г/л) и солоноватых (2-10 г/л) океанических, морских и подземных вод, запасы которых составляют 98 % всей воды на земном шаре. Недостаток пресной воды может быть ликвидирован и подачей ее по трубопроводам или каналам из районов, в которых она имеется в избытке. При значительном удалении пресноводных источников опреснение соленой воды на месте стоит дешевле пресной воды, поступающей по водоводам. При водопотреблении до 1000 куб. м/сут опреснение соленой воды на месте выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние, большее 40-50 км, при водопотреблении 100 000 куб. м/сут - выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние, большее 150-200 км.

Во всём мире в 1974 г. находилось в эксплуатации свыше 800 крупных стационарных опреснительных установок (ОУ) суммарной производительностью около 1,3 млн. м³/сут пресной воды. Наиболее крупные из них имели производительность 160 тыс. м³/сут (в г.Шевченко, СССР; тепло поступало от атомной электростанции с реактором на быстрых нейтронах) и 220 тыс. м³/сут (в г. Эль-Кувейте, Кувейт; котельная ОУ работала на попутном газе нефтедобычи).

Для осуществления высокоэффективного процесса опреснения воды испытывалась конструкция мембранного аппарата с подвижными мембранными элементами. В мембранном аппарате, содержащем корпус, патрубки ввода исходного раствора и вывода концентрата и фильтрата, фильтрующий элемент выполнен из трех параллельных друг другу спиралей, соединенных с патрубком вывода фильтрата и охватывающих патрубок вывода концентрата, при этом патрубок вывода концентрата установлен по оси аппарата. За счет того, что мембранный аппарат снабжен дополнительными фильтрующими элементами, вращающимися навстречу подаче исходного раствора, снижается гидравлическое сопротивление каналов аппарата и влияние концентрационной поляризации, а также повышается эффективность разделения жидкости и производительность мембранного аппарата, ликвидируются застойные зоны, упрощается конструкция аппарата.

Очищенная опресненная вода стабильна по качеству и соответствует требованиям ВОЗ. Проведенные анализы показали следующие показатели (таблица 1).

Оптимальные уровни общей минерализации питьевой опресненной воды хлоридно-сульфатного класса рекомендованы в пределах 200-400 мг/л, гидрокарбонатного класса - 250-500 мг/л.

Таблица 1 – Качественные показатели опресненной воды

№	Показатели	Значения
1	Минимально необходимый уровень общей минерализации	100 мг/л
2	Содержание кальция	30 мг/л
3	Щелочность	0, 5 мг-экв/л
4	Максимально допустимый уровень содержания натрия	200 мг/л
5	Сульфаты	250 мг/л
6	Бор	0, 5 мг/л
7	Бром	0, 2 мг/л
8	Щелочность	6, 5 мг-экв/л

Применение методов дистилляции и вымораживания наиболее перспективно для опреснения соленых, в т. ч. морских и океанических вод, мембранных методов и методов ионного обмена - для опреснения солоноватых вод с содержанием солей соответственно 10-15 г/л и не более 2-3 г/л.

Предлагаемое нами оборудование предназначено: для подготовки и очистки питьевой воды, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» и СанПиН 2.1.4.1116-02 «Вода, расфасованная в емкости»; для подготовки воды специального технологического назначения для пищевых, спиртовых, ликероводочных, мясомолочных, хлебобулочных, машиностроительных, металлургических, оборонных, фармацевтических, парфюмерных и других предприятий; для водоподготовки, умягчения и очистки воды для ГЭС, ГРЭС, ТЭЦ, тепловых пунктов, тепловых сетей и котельных различного назначения; для очистки артезианской и поверхностной воды, подаваемой предприятиями системы «Водоканал» и жилищно-коммунального хозяйства на микрорайоны, поселки, дачные кооперативы, коттеджи, гостиницы, санатории, бассейны; для доочистки воды городского централизованного водоснабжения от хлора, железа и других примесей.

На основании результатов химического анализа воды и с помощью компьютерной программы подбирается тип мембранных модулей и их количество, а также проектируется установка в целом в зависимости от требований (таблица 2).

Таблица 2 - Общие требования к качеству обрабатываемой воды

№	Показатели	Значения
1	Взвешенные частицы	< 1 условных ед. мутности (0,60 мг/л)
2	Солесодержание, общее	< 20000 мг/л
3	pH-значение	3-10
4	Индекс коллоидный	< 4 (окисляемость < 3 мг O ₂ /л)
5	Рабочая температура, мин/макс	6 - 45 ⁰ С
6	Хлор, свободный	< 0,1 мг/л
7	Соли, малорастворимые (Ca ⁺² , Ba ⁺² , Si ⁺² и др.)	< предела растворимости

Возможно изготовление установок обратного осмоса для опреснения и обессоливания воды производительностью 0,5; 0,75; 1,0; 2,0; 3,0 м³/час до 5000 м³/час (до 100 000 м³/сутки).

Оборудование разработано с применением современных достижений и передовых технологий в области очистки воды и водоподготовки, изготавливается как из пищевой нержавеющей стали, так и из недорогих сталей с антикоррозионным покрытием. Фильтры очистки воды отличаются экономичностью, долговечностью, простотой и надежностью в эксплуатации.

Гиперфильтрационные опреснители состоят из насоса высокого давления (5-10 Мн/кв. м, или 50—100 бар), прокачивающего соленую воду через мембраны, изготовленные из ацетилцеллюлозы, способные под давлением выше осмотического пропускать молекулы воды, но не пропускать гидратированные ионы растворенных в воде солей.

Для работы мембранного аппарата получены уравнения для расчета скорости потока:

$$v_0 = \frac{22}{35} \delta \frac{dU}{dX} \quad (1)$$

Для толщины пограничного слоя получено выражение:

$$\delta = \sqrt{-12\nu / \frac{dU}{dx}}, \quad (2)$$

Для скорости отсасывания, которая достаточна, чтобы всюду предупредить отрыв потока от круглого цилиндра радиуса R, получено выражение:

$$C_\varrho = 3,08 \sqrt{\frac{\nu}{U_\infty R}} \quad (3)$$

Литература

Джунусбеков А.С., Сатаев М.И., Голубев В.Г., Сатаева Л.М. Разработка мембранного аппарата с подвижными элементами для обессоливания воды //Международная научно-практическая конференция.- Астана, 2007.- С.220-222.

Қорытынды

Суды тұщыландыру экологиялық аспектілері қаралған. Жарғақтық аппараттың жаңа құрылымы ұсынылды. Тұщыландырылған судың сапалық көрсеткіштері және өңделетін су сапасына қойылатын талаптар бойынша талдаулар жүргізілді. Жарғақтық аппараттың жұмысы үшін ағын жылдамдығын, шекаралық қабат қалыңдығын есептеуге арналған теңдеулер алынды, шеңберлі цилиндр аумағында үзілісті ескерту үшін сорып алу жылдамдығына арналған өрнек алынды.

Summary

Ecological aspects desalination waters are considered. The new design membranous the device is offered. The lead analyses on quality indicators of the freshened water and the general requirements to quality of processable water. For work membranous apparatus received the equations for calculation of speed of a stream, thickness of a boundary layer expression, for speed drawing-off is received, which is sufficient everywhere to prevent avulsion about the round cylinder of radius.