

УДК 543.3

## ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

Волкова О.И, студентка гр. ХН<sub>м</sub>-161, I курс

Научный руководитель: Золотухина Н.А., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Водоподготовка - одна из важных стадий производства любых продуктов, следовательно, она должна полностью соответствовать всем нормам качества воды, согласно ГОСТУ 9.314-90 [1], некоторые данные которого представлены в табл. 1.

В водной среде присутствуют растворы солей, которые делает воду электрохимически активной, что в свою очередь отрицательно сказывается на функционировании важных видов оборудования и на качество конечной продукции, изготавливаемой некоторыми отраслями промышленности. В связи с этим необходима специализированная технология водоочистки – глубокое обессоливание.

Таблица 1

Требования к качеству глубоко обессоленной воды по ГОСТ 9.314 - 90

Параметры воды	Норма	Единицы измерения
Водородный показатель	6,0 – 9,0	
Жесткость общая	7,0	мг/л
Мутность, не более	2,0	ЕМФ
Сульфаты, не более	500	мг/л
Нефтепродукты, не более	0,5	мг/л
Хлориды, не более	350	мг/л
Нитраты, не более	45	мг/л
Фосфаты, не более	30	мг/л
ХПК, не более	150	мг/л
Железо, не более	0,3	мг/л
Уд. электропроводность,	20	мкСм/см

Существует много способов очистки воды от ионов, самыми распространенными являются: термический, мембранный и ионообменный.

Термический метод – дистилляция, заключается в переводе воды в паровую фазу, с последующей ее конденсацией. Во время образования пара вместе с молекулами воды переходят молекулы растворенных в воде веществ. Преимуществом этого способа является малое количество реагентов и отходов в виде твердых солей [2].

Недостатки – медлительность процесса, потребление большого

количества воды и энергии, загрязняющие вещества могут перенестись в конденсат.

Наиболее часто обессоливание воды проводят методом ионного обмена. При глубоком обессоливании из раствора удаляются все макро – и микроэлементы (соли и примеси). Степень очистки раствора по каждому макроэлементу (катиону и аниону) зависит от степени их сродства к данному иониту, т. е. от расположения в рядах селективности [3].

Процесс ступенчатый, на каждой ступени вода последовательно очищается сначала на катионите в Н-форму, а затем на анионите в ОН-форму. Очищенная вода имеет нейтральное рН и низкое солесодержание, примерно в 5-10 раз ниже, чем в исходной воде [4].

Преимущества метода – высокая степень очистки, простота, могут очищать сильно загрязненные сточные воды.

Недостатки – регулярные затраты реагентов на регенерацию по мере выработки, необходимость утилизации использованных реагентов [4].

Еще один достаточно действенный метод – мембранный. Степень обессоливания воды определяется селективностью мембран. При обессоливании воды мембранным способом рассматривают два метода разделения: нанофильтрация и гиперфильтрация (обратный осмос).

При нанофильтрации достигается частичное обессоливание воды, т.е. умягчение воды (почти полное удаление солей жесткости, натрия и калия, хлора).

Более полное обессоливание обеспечивает обратный осмос (гиперфильтрация). В этом случае эффективность обессоливания обеспечивается по всем компонентам (катионам и анионам) [5].

Преимуществами являются глубокая очистка воды, самоочищение мембран. Недостатками являются эффект концентрационной поляризации (снижение пропускной способности), дороговизна и сложность установок, большая электрическая потребляемость [5].

В настоящее время разрабатываются технологии совместной работы двух методов (мембранный и ионный) очищения воды. Исходная вода поступает на очищение мембранным методом, где большая часть вредных и отравляющих соединений захватывается мембранами, а затем уже поступает на очищение в фильтры, загруженные ионообменной смолой. Такая схема очистки позволяет более полно очистить воду от загрязняющих ее катионов и анионов, уменьшить энергопотребление, так как нагрузка на мембраны не будет превышать установленные нормы и меньше расходуется реагентов на регенерацию ионитов, потому что перед смолами вода уже будет немного очищена от вредных для них соединениями.

Следовательно, целью работы - очистка воды методом ионного обмена и определение его эффективности.

Для выполнения эксперимента отбиралась проба воды с ВПУ (водоподготовительная установка). Далее проводили анализы технической воды по критериям, указанные в ГОСТе 9.134-90, результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ технической воды

Параметры воды	Значение	Единицы измерения
Водородный показатель	7,65	
Мутность, не более	1,1	ЕМФ
Железо, не более	0,13	мг/л
Нефтепродукты, не более	-	мг/л
Сульфаты, не более	16,79	мг/л
Фосфаты, не более	0,11	мг/л
Нитраты, не более	6,17	мг/л
ХПК, не более	1,53	мг/л
Хлориды, не более	2,13	мг/л
Жесткость общая	3,3	мг/л
Уд. электропроводность	230,9	мкСм/см

Набор данных по качеству исходной воды, поступающей на ВПУ, осуществлялся в период с марта по декабрь 2016г. В таблице 2 приведены результаты за декабрь 2016 г.

На рисунках 1-2 представлены графики изменения концентрации ионов жесткости, суммарной концентрации анионов сильных кислот, индекса загрязнения воды органическими веществами за период июнь – декабрь 2016г.

Изменения показателей качества воды носят сезонный характер, а в теплый период года зависят от количества осадков, температуры. В наблюдаемый период с началом таяния снега и льда, жесткость речной воды резко снижается (рис.1), в летние месяцы из-за отсутствия осадков она медленно повышалась, вплоть до октября. Затем с появлением ледяного покрова на реке увеличение жесткости продолжилось. С увеличением общей минерализации увеличивается и суммарная концентрация анионов сильных кислот (сульфаты, хлориды, нитраты).

Индекс загрязнения воды органическими веществами достаточно высок в летний период, с понижением температуры он уменьшается (рис. 2).

Исследуемая вода нуждается в специальной очистке до значений близких к стандартам.

В первую очередь, соответственно, осуществлялся подбор ионообменных смол, смолы более усовершенствованного типа, с наиболее подходящими очистительными свойствами, сменили обыденные. Так, например, катионит Т – 100 заменил катионит КУ – 2 – 8, так как у него более высокая обменная емкость (у КУ – 2 – 8, емкость составляет 1,7 мг/мл; у Т – 100 – 2,0 мг/мл) и он может поглотить больше катионов жесткости, к тому же он обладает большей механической прочностью.

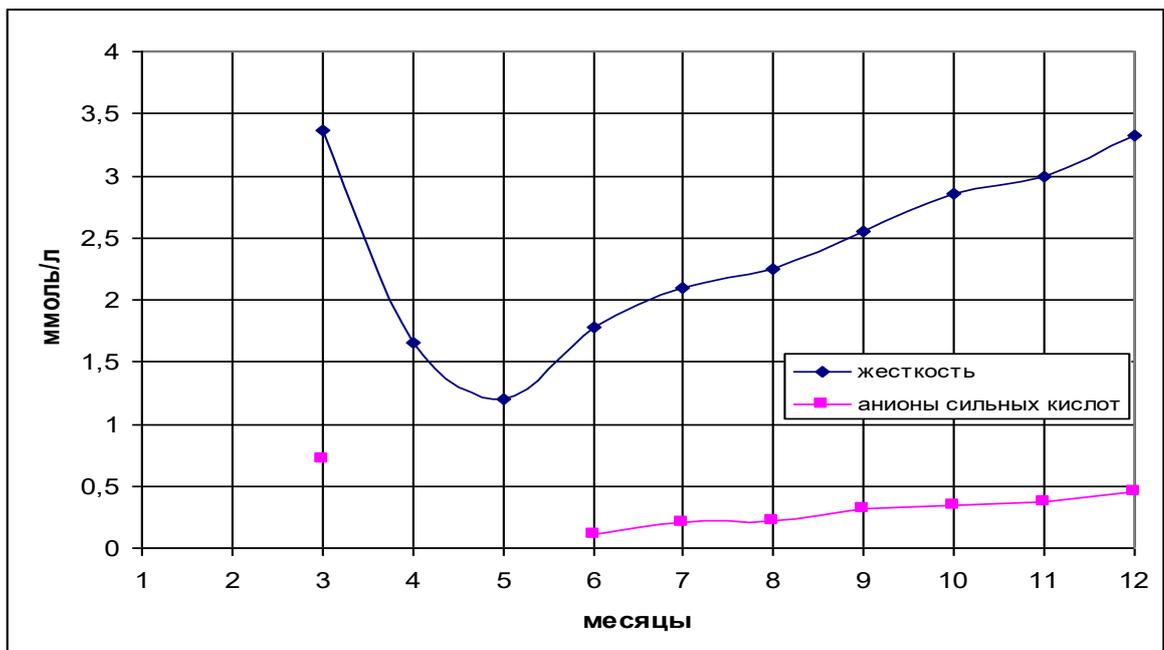


Рис.1 Изменение концентрации ионов жесткости и суммарной концентрации анионов сильных кислот

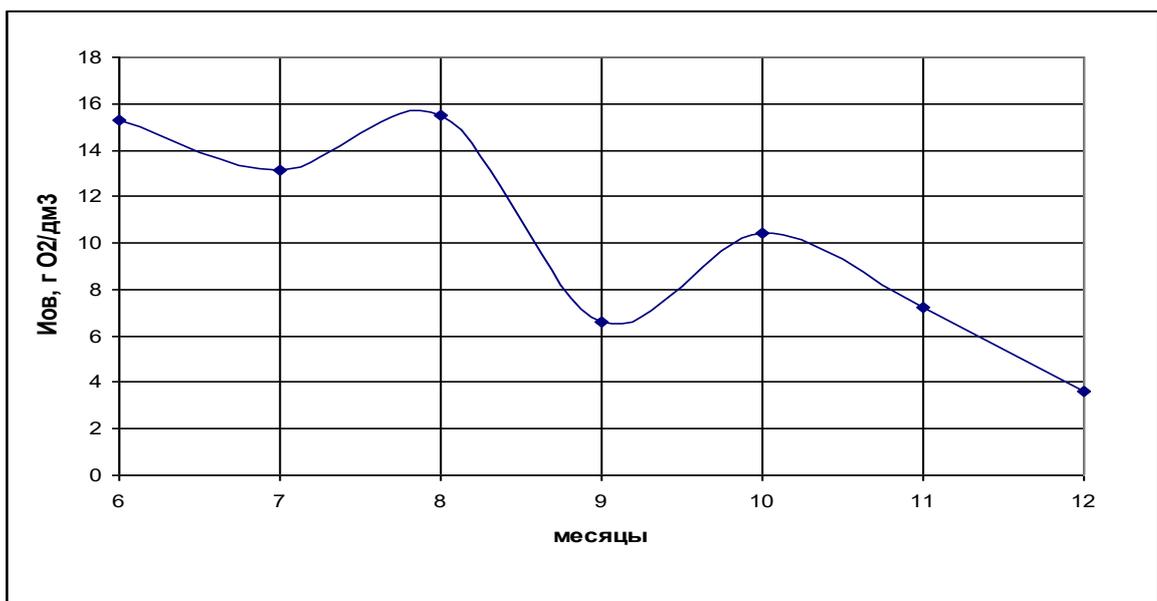


Рис 2 Изменение индекса загрязнения воды органическими веществами за период с июня по декабрь 2016 г

А анионит АВ – 17 – 8 был заменен Т- 800, так как лучше поглощает кремневую кислоту и удаляет анионы кислот, к так же он механически прочнее.

Была выставлена оптимальная скорость фильтроцикла,  $9 \pm 1$  л/ч ( $75 \pm 15$  мл/мин), что необходимо для того, чтобы не осуществлялся проскок общей и карбонатной жесткости.

Раз в день отбирались пробы для осуществления контроля параметров с помощью титриметрического и кондуктометрического методов исследования. Результаты анализов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты анализов обессоленной воды

Параметры воды	Значение	Единицы измерения
Водородный показатель	7,5	
Мутность, не более	1,0	ЕМФ
Железо, не более	0,016	мг/л
Нефтепродукты, не более	-	мг/л
Сульфаты, не более	-	мг/л
Фосфаты, не более	-	мг/л
Нитраты, не более	-	мг/л
ХПК, не более	0,12	мг/л
Хлориды, не более	0,29	мг/л
Жесткость общая	0,6	мг/л
Уд. электропроводность	202	мкСм/см

На основании приведенным выше результатов можно сделать вывод: обессоливание воды методом ионного обмена эффективно работает. Показатели анализов воды полностью соответствуют стандартам, что положительно влияет на качество продуктов, производимых на предприятии, а также на сохранение оборудования от коррозии.

**Список литературы:**

1. Водоподготовка [Текст]: справочник / Б. Н. Фрог, А. Г. Первов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. - 512 с.
2. Глубокая очистка воды [Текст]: справочник/ А. В. Первеев, Е. А. Борисова. - М.: Белорусская библиотека, 2010.
3. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования [Текст]: справочник Б. Е. Рябчиков. - М.: Де Липриот, 2004. – 328 с.
4. Водоснабжение, том 2. Улучшение качества воды: Учебник для вузов [Текст]: справочник М. А. Сомов, М. Г. Журба. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 544 с., 295 ил.
5. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран, обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация [Текст]: справочник/ А.Г. Первов. –М.: Издательство АСВ, 2009. - 282с.