

УДК 628.164

СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ МОРСКОЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

¹Гасаналиев А.М., ¹Тайсумов А.Х., ²Тайсумов Х.А.

¹Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала;

²Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва,
e-mail: hastum1@mail.ru

Предложен эффективный способ получения питьевой воды из морской, основанный на последовательном смешении воды сперва с коагулянтом $Al_2(OH)_5Cl$, для перевода солей общей жесткости в нерастворимый осадок, а затем с пищевой содой $NaHCO_3$ в мольном соотношении 1:1, для предотвращения избытка коагулянта. Способ позволяет в чрезвычайных ситуациях использовать морскую воду для питья без угрозы для здоровья и получать экологически чистую морскую соль для пищевых и медицинских целей.

Ключевые слова: морская вода, питьевая вода, способ обработки, чрезвычайные ситуации

THE METHOD OF PREPARATION OF DRINKING WATER FROM SEAWATER IN EMERGENCY SITUATIONS

¹Gasanaliev A.M., ¹Taisumov A.H., ²Taisumov H.A.

¹Dagestan State pedagogical University, Makhachkala;

²Academy of the State Fire Service (AGPS) EMERCOM of Russia, Moscow, e-mail: hastum1@mail.ru

An efficient method of obtaining potable water from sea, Ba-Bathing on sequential mixing water first coagulant $Al_2(OH)_5Cl$, translation of total hardness salts in the insoluble residue, and then the food-ing soda $NaHCO_3$ in a molar ratio of 1: 1 for prevent excess coagulant. The method allows for emergency use sea-cal water for drinking without endangering health and getting clean sea salt for food and medicinal purposes.

Keywords: sea water, drinking water, processing method, emergencies

Исследование относится к химическим методам обработки морской воды с целью выживания человека в чрезвычайных ситуациях.

Известно, что природная вода включает в себя растворимые и нерастворимые вещества, содержание которых в питьевой воде регламентируется соответствующими стандартами.

Существенное значение для питьевой воды имеет понятие «общая минерализация», которая отражает суммарное содержание солей в воде без разделения на группы и классы.

Согласно требованиям Управления по охране окружающей среды (ЕРА) максимально допустимый уровень загрязнения воды составляет 500 мг/литр или 500 частиц на миллион (parts per million, ppm) к общему количеству растворенных в воде твердых частиц.

Этим требованиям не отвечает морская вода. Морская вода непригодна для питья из-за высокого содержания в ней минеральных веществ, для выведения которых из организма требуется воды больше чем выпитое количество.

Всемирная организации здравоохранения обстоятельно изучавшая материалы многочисленных экспериментов на людях и лабораторных животных, проанализировав случаи использования морской воды терпящими

бедствие, пришли к единодушному мнению, что морская вода разрушительно действует на организм человека. Она вызывает глубокие расстройства многих органов и систем (The Danger of drinking Seawater, 1962).

В этой связи, памятками и инструкциями для моряков и летчиков питье морской воды в условиях автономного пребывания на спасательных лодках и плотках категорически запрещается.

Но и без запретов, в обыденной жизни, даже в самый жаркий день на пляже никому и в голову не придет мысль сделать пару глотков прямо из моря.

Известно также, что в воде Мирового океана независимо от абсолютной концентрации количественные соотношения между концентрациями главных ионов всегда одинаковы.

Постоянство солевого состава получило название закона Дитмара, по имени английского химика, доказавшего это важное свойство морской воды в 1884 г.

Поэтому в литературе обычно приводится усредненный минеральный состав океанической воды при солёности 35‰ [1].

Из всего количества растворенных веществ в морской воде 99.6% составляют галоидные соли натрия, калия, магния и сульфаты магния и кальция, и только 0.4% солевого состава приходится на долю остальных элементов.

Известно также, что потребность взрослого человека, проживающего в умеренном климате, составляет примерно 10–15 грамм пищевой соли (NaCl) в сутки.

Существенное значение для здоровья человека при использовании питьевой воды имеет содержание в ней солей жесткости.

Жесткость воды – степень жесткости принято выражать в миллимолях ионов Ca^{2+} или Mg^{2+} (или обоих ионов) в 1 дм³ – ммоль/дм³ или в 1 кг воды – ммоль/кг. В технической литературе часто встречается единица измерения степени жесткости воды – мг экв/дм³ или мг-экв/л.

Общая жесткость воды, используемой для питья, согласно СанПиН 2.1.4.599–96 должна находиться в пределах – от 1,5 до 7 мг-экв/л, при этом кальция должно быть не более 140 мг/л, а магния – не более 85 мг/л.

Жесткость, обусловленная наличием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, называется временной, или карбонатной ($J_{\text{вр}}$).

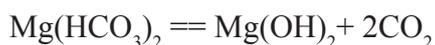
Жесткость, обусловленная хлоридами и сульфатами этих металлов (CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4), называется постоянной ($J_{\text{п}}$).

Суммарная жесткость (временной и постоянной) воды носит название общей жесткости.

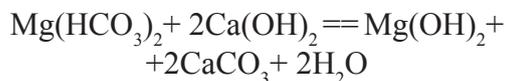
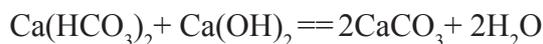
Жесткость морской воды значительно выше, чем жесткость воды рек и озер. Так, например, вода Черного моря имеет общую жесткость 65,5 ммоль/л, а среднее значение жесткости воды Мирового океана составляет 130,5 ммоль/л.

Временную (карбонатную) жесткость устраняют:

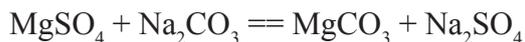
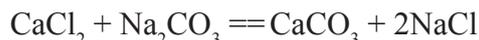
1. Кипячением.



2. Добавлением гашенной извести.



3. Постоянную (некарбонатную) жесткость устраняют добавлением соды.



4. В целях одновременного устранения обоих видов жесткости применяют смесь гашёной извести и соды – содово-известковый метод.

Все способы очистки воды и устранения солей общей жесткости, в том числе выше перечисленных, из-за своей громоздкости

неосуществимы в условиях чрезвычайных ситуаций на морской воде.

Указанных недостатков лишен способ приготовления питьевой воды из морской в чрезвычайных ситуациях, основанный на обработке воды химическими реагентами при перемешивании, отличающийся тем, что сперва в воду прибавляют коагулянт оксихлорид алюминия $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$, для перевода солей общей жесткости в нерастворимый осадок, а затем – пищевую соду NaHCO_3 , в мольном соотношении 1:1, для предотвращения избытка коагулянта.

Для получения составов и их испытаний были использованы следующие вещества:

1. Коагулянт – ОХА, $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$, ТУ 216–350–002–39928758–02.

2. Сода пищевая – NaHCO_3 , ГОСТ 2156–76.

3. Вода Красного моря.

Контрольные испытания проводились в независимых лабораториях, имеющих государственную аккредитацию.

Как известно, обработка воды коагулянтами – самый распространенный метод очистки больших объемов воды от грубодисперсных коллоидных загрязнений. Масштабы применения метода коагуляции в централизованной водоподготовке в последние годы постоянно совершенствуются. В связи с этим быстро растет ассортимент коагулянтов и сопутствующих им реагентов, предлагаемых для очистки природных вод.

В последнее время все более широкое распространение находит коагулянт – оксихлорид алюминия (ОХА), $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ (Другие названия: гидроксихлорид алюминия, полиоксихлорид алюминия, полиалюминий хлори и пр.), который является перспективным и экономичным коагулянтом нового поколения.

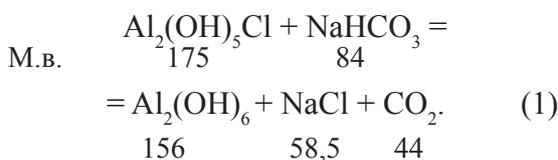
Оксихлорид алюминия широко применяется для очистки природных, оборотных и сточных вод от взвешенных веществ, тяжелых металлов, нефтепродуктов, фосфатов, синтетических поверхностно-активных веществ, для снижения цветности, мутности и пр. [2].

Выбор коагулянта, учитывающий особенности исходной воды и сезонных изменений ее качества – основа для получения воды, соответствующей нормативным требованиям.

В действующих Федеральных санитарных правилах, нормах и гигиенических нормативах общая жесткость воды, используемой для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, нормируется: допустимое максимальное содержание солей жесткости в воде по суммарному содержанию в ней ионов кальция и магния составляет 7 мг-экв/л.

Для удаления солей жесткости в данной работе применяют водные растворы коагу-

лянта ОХА с концентрацией по $Al_2(OH)_5Cl$ – 17% и пищевую соду, $NaHCO_3$ – 8,7% в равных объемных соотношениях в соответствии с реакцией (1).



Реакция (1) позволяет в любых условиях практического применения [3], избежать избытка концентрации коагулянта ОХА, ограниченного требованиями ПДК = 0,02 мг/л.

Объемное соотношение растворов реагентов 1:1, в свою очередь, позволяет упростить технику дозирования и эксплуатации реагентов, без использования специального аналитического оборудования и профессиональных знаний.

Возможные варианты применения Na_2CO_3 и $NaOH$, вместо пищевой соды, по соображениям безопасности их хранения и применения в бытовых условиях, не рассматривались.

Предварительные исследования показали, что мелкодисперсный золь гидроокси алюминия, образующийся при реакции в первый момент времени, характеризуется максимально высокой сорбционной активностью. Поэтому особенно важно обеспечить быстрое и равномерное смешение коагулянта со всем объемом очищаемой воды.

Последующее прибавление раствора соды обеспечивает полноту реакции и безопасность наличия избытка ОХА в растворе.

Ниже приведен пример такого испытания.

В полиэтиленовую емкость объемом 0,5 литра с водой Красного моря (содержащей примерно суточную норму пищевой соли для человека) прибавляют 2 мл коагулянта ОХА с содержанием 0,34 г $Al_2(OH)_5Cl$ и тщательно перемешивают встряхиванием. Наблюдается образование молочного цвета суспензии. При этом происходит физико-химическое взаимодействие реагента с растворимыми и нерастворимыми примесями, а также химическое взаимодействие ОХА с солями временной и постоянной жесткости с выделением нерастворимых карбонатов, гидроокси алюминия и гидросульфата алюминия $[Al_2(OH)_5]_2SO_4$.

Далее, при добавлении 2 мл концентрированного раствора соды процесс взаимодействия веществ завершается и происходит выпадение осадка.

Отделение прозрачного раствора от осадка производится декантацией.

Для осуществления контроля состава питьевой воды отбирают 100 мл прозрачного раствора и упаривают нагреванием до полного удаления воды. В результате упаривания образуется белая кристаллическая морская соль – 4 г, которую далее повторно растворяют в дистиллированной воде и доводят до отметки 2 литра.

Протокол испытаний

Определяемый показатель	Результат измерения	Нормативное значение	Единица измерения	Нормативный документ на методику измерения
Органолептические показатели				
Мутность	1,3	2,6	ЕМФ	ГОСТ 3351–74
Запах	1,0	2	Баллы	ГОСТ 3351–74
Катионы				
Марганец	0,01	0,1	мг/л	ГОСТ 31870–2012
Кальций	0,01	-	мг/л	ГОСТ 31870–2012
Магний	0,01	-		ГОСТ 31870–2012
Железо	0,01	0,3	мг/л	ГОСТ 31870–2012
Анионы				
Сульфат	135	500	мг/л	ПНДФ14.1:2:4.132–98
Нитрат	0,1	45	мг/л	ПНДФ14.1:2:4.132–98
Обобщенные показатели				
pH	7,1	6,0–9,0	ед. pH	ПНДФ14.1:2:3:4.121–97
Жесткость	0,1	7,0	мг-экв/л	ГОСТ 31954–2012
Минерализация	2348	1000	мг/л	ПНДФ14.1:2.114–97
Электропроводность	3320	-	μS/см	РД 52.24.495–95

Полученный раствор подвергают физико-химическому анализу на пригодность соли в пищевых целях. Результаты комплексного анализа питьевой воды в соответствии с РД52.10.243–92 («Руководящий документ. Руководство по химическому анализу морских вод»). Протокол испытаний, представлен в таблице.

Данные испытаний таблицы показывают, что последовательная химическая обработка морской воды в чрезвычайных ситуациях, предлагаемым способом, позволит получать высокого качества пищевую воду, практически не содержащую солей жестко-

сти и других, вредных для здоровья человека компонентов. Способ также позволяет получать экологически чистую морскую соль для пищевых и медицинских целей.

Список литературы

1. Википедия.
2. Алексеева Л.П. Оценка эффективности применения оксихлорида алюминия по сравнению с другими коагулянтами // Журнал «ВСТ». – 2003. – №2.
3. Гасаналиев А.М., Тайсумов А.Х., Тайсумов Х.А. Экспресс-метод приготовления питьевой воды из природных источников // 26 Международная научно-практическая конференция «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке» 1(26) Россия, г. Москва, 26–27.02.2016). – М., 2016. – С. 27–30.