

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Береснева А.С.

г. Выборг, МБОУ СОШ № 8, 5 класс

Научный руководитель: Егорова Т.Ю., г. Выборг, учитель химии, МБОУ СОШ № 8

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/0317/13/29052>

Глобальной проблемой человечества в новом тысячелетии становится проблема получения пригодной для питья пресной воды. Дефицит пресной воды остро ощущается на территории более 40 стран, расположенных в засушливых областях земного шара и составляющих около 60% всей поверхности суши. Растущий мировой дефицит пресной воды может быть скомпенсирован опреснением океанических, морских и подземных вод, запасы которых составляют 98% всей воды на земном шаре. Пресная вода составляет около 2% всех водных ресурсов планеты. Существует проблема мирового масштаба – истощение пресных водных ресурсов. Кристаллизация применяется при получении пресной воды из соленой воды морей. При этом кристаллизуются не растворенные в ней соли, а сама вода.

Проблема: дефицит пресной воды мирового масштаба.

Гипотеза: из морской воды можно получить пригодную для питья пресную воду.

Мы решили приготовить соленый раствор, используя поваренную соль, и получить из него пресную воду методом кристаллизации.

Актуальность работы: роль кристаллизации для восполнения запасов пресной воды.

Цель работы: получение пресной воды методом кристаллизации.

Задачи:

1. Изучить общие сведения о пресной воде и способах ее получения из морской воды, используя литературные источники.
2. Приготовить водный раствор с заданной массовой долей соли и получить из него пресную воду методом кристаллизации.
3. Провести наблюдение за процессом опреснения.
4. Проанализировать результаты исследований.

Методы исследования: теоретические исследования, экспериментальные методы, наблюдение и фотографирование, анализ полученных результатов.

1. Теоретическая часть. Основные сведения о пресной воде

1.1. Пресная вода как часть морской воды

Около 99% мировой воды приходится на воды океанов и морей. **Морская вода** содержит в себе множество химических элементов, а также пресную воду. Пресная вода является ценной составной частью морской воды. Многие регионы и уголки Земли нуждаются в пресной воде, там просто катастрофическая нехватка живительной влаги. По утверждению ученых, все человечество вынуждено будет обратить взор на мировой океан, как источник воды.

Россия по ресурсам поверхностных пресных вод занимает первое место в мире. Однако до 80% этих ресурсов приходится на районы Сибири, Севера и Дальнего Востока. Всего около 20% пресноводных источников расположено в центральных и южных областях с самой высокой плотностью населения и высокоразвитыми промышленностью и сельским хозяйством. Некоторые районы Средней Азии (Туркмения, Казахстан), Кавказа, Донбасса, юго-восточной части РФ, обладая крупнейшими минерально-сырьевыми ресурсами, не имеют источников пресной воды. Вместе с тем ряд районов нашей страны располагает большими запасами подземных вод с общей минерализацией от 1 до 35 г/л, не используемых для нужд водоснабжения из-за высокого содержания растворенных в воде солей. Эти воды могут стать источниками водоснабжения только при условии их дальнейшего опреснения [7].

Важным параметром морской воды при опреснении является соленость, под которой подразумевается масса (в граммах) сухих солей (преимущественно NaCl) в 1 кг морской воды. Средняя соленость вод мирового океана постоянна и составляет 35 г/кг морской воды [2].

Чтобы избежать «водяного голода», ученые предлагают опреснять воды Мирового океана. И сейчас по всей Земле строят

дистилляционные установки для получения пресной воды. Есть и другие способы опреснения воды.

1.2. Обзор способов опреснения

В состав морской воды, входит большая концентрация солей, поэтому она непригодна для питья, и мы попробуем рассмотреть: каким же именно образом можно получить из огромной массы вод мирового океана пресную воду, которая так нужна для человечества.

Самым популярным способом является отделение солей от воды дистилляцией. Принцип несложен – вода нагревается до температуры кипения, собираются пары, которые потом конденсируются, а соли остаются.

Еще существует другой метод – способ обратного осмоса. Суть в том, что морская вода пропускается через специальную мембрану, которая имеет свойство пропускать воду и не пропускать солевые соединения [7].

Следующий способ на практике применяется редко, так как требует сложного оборудования – это метод кристаллизации. Кристаллизация – от греческого – лед – процесс образования кристаллов из растворов [3].

1.3. Опреснение воды методом кристаллизации

Данный метод заключается в следующем: в естественных природных условиях лед, образующийся из морской воды, является пресным, поскольку образование кристаллов льда при температуре ниже температуры замерзания происходит только из молекул воды. При искусственном медленном замораживании соленой морской воды вокруг центров кристаллизации образуется пресный лед. При последующей сепарации, промывке и таянии кристаллического льда образуется пресная вода с содержанием солей 500-1000 мг/л NaCl. Замораживание морской воды проводят в кристаллизаторах (контактные, вакуумные, с теплообменом через стенку) в условиях непосредственного контакта охлаждаемого раствора с хладагентом – газообразным или жидким. Для лучшего опреснения морского льда применяется фракционное плавление при температуре 20 °С с промывкой и сепарацией кристаллов льда от маточного раствора методами фильтрования, гидравлического прессования и центрифугирования [7].

Данный метод применяется для концентрирования непивных продуктов, для опреснения морской воды, концентрирования и разделения химических растворов и др. Он достаточно прост и экономичен, но требует сложного оборудования и энергое-

мок. Поэтому на практике он используется чрезвычайно редко.

Наш эксперимент – получить пресную воду из раствора с заданной массовой долей растворенного вещества поваренной соли, используя метод кристаллизации.

2. Практическая часть. Опреснение воды

2.1. Экскурсия на Экотерминал

Цель: ознакомление с технологическим оборудованием, применяемым для получения чистой воды методом обратного осмоса, дистилляции и фильтрации.

Мы с руководителем побывали с экскурсией на Экотерминале. Терминал занимается приемкой, хранением, технологической обработкой и отгрузкой наливных грузов. В хранилище Экотерминала мы ознакомились с технологическим процессом и оборудованием, предназначенным для очистки воды. Обычная вода, поступающая из городского водопровода, и используемая в производстве пищевой продукции, подлежит специальной подготовке путем пропуска ее через установку обратного осмоса. Суть водоподготовки заключается в том, что обычная вода подается на установку и проходит через специальную мембрану. Мембрана пропускает чистую воду, а примеси в виде солей задерживаются. Очищенная таким способом вода используется далее в пищевом производстве.

В химической лаборатории Экотерминала мы ознакомились с другим способом водоподготовки – методом дистилляции. Дистиллятор – это специальная установка, в которой обычная вода нагревается до температуры кипения, образующиеся пары охлаждаются и собираются в виде конденсата в специальный приемник, а соли остаются. Вода, полученная методом дистилляции, называется дистиллированной и используется для приготовления химических реактивов, проведения специальных лабораторных анализов и ополаскивания лабораторной посуды. Этим способом получают воду, очищенную от растворенных в ней веществ.

2.2. Получение пресной воды из соленой воды методом кристаллизации

2.2.1. Подготовка оборудования и химической посуды для работы

Оборудование: весы, набор разновесов, лабораторный штатив, химические стаканы, химическая воронка, бумажные фильтры, стеклянная палочка с резиновым наконечником, предметное стекло, чашка Петри, шпатель, стеклянные банки объемом 0,5 литра. (см. полный текст работы. Приложение 1, фото 1).

2.2.2. Ознакомление с образцом поваренной соли

План работы: ознакомление с образцом поваренной соли.

Цель – изучить внешний вид вещества.

Результат ознакомления с солью изложен в виде таблицы

Таблица 1

Свойства соли

Вещество	Цвет	Прозрачность
Поваренная соль	Белый	Прозрачная

Поваренная соль – химическая формула NaCl (хлорид натрия)

Внимательно рассмотрев соль, я записала свои наблюдения в таблицу.

Таблица 2

Исследование физических свойств соли

Свойства соли	Наблюдения
	Поваренная соль (хлорид натрия)
Агрегатное состояние	Твердое (кристаллический порошок)
Цвет	Белый
Растворимость в воде	Хорошая
Запах	Без запаха

Хлорид натрия содержится в морской воде, придавая ей соленый вкус, встречается в природе в виде минерала галита (каменной соли). В пищевой промышленности и кулинарии используют как вкусовую добавку и для консервирования пищевых продуктов. В медицине применяется как дезинтоксикационное средство, для коррекции состояния систем организма в случае обезвоживания, как растворитель других лекарственных препаратов. Применяется как антифриз против гололеда. В химической промышленности используется для получения хлора, соды, соляной кислоты, гидроксида натрия, натрия [2].

2.2.3. Приготовление соленого раствора

Цель опыта: приготовить водный раствор с заданной массовой долей растворенного вещества соли.

Для того чтобы приготовить раствор, необходимо навеску соли растворить в воде. В морской воде содержится около 3,5% растворенных веществ [2]. Отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора называют массовой долей растворенного вещества .

Для приготовления 100 г раствора с массовой долей растворенной соли 3,5% нам понадобится: вода дистиллированная – 96,5 мл, соль поваренная – 3,5 г.

Ход работы: Отмерим мерным цилиндром 96,5 мл воды и выльем ее в химический стакан. На лабораторных весах взвесим 3,5 г соли. Затем поместим соль в стакан с водой и перемешаем стеклянной палочкой до полного растворения. (Приложение 1, фото 2-3, приложение 2, фото 4).

Результат: получен бесцветный раствор поваренной соли. (Приложение 2, фото 5).

Что такое раствор? Раствор – это однородная система, состоящая из частиц растворенного вещества (поваренная соль), растворителя (это вода) и продуктов их взаимодействия. [3]

Для чистоты эксперимента раствор нужно фильтровать. Приготовленный раствор осторожно наливаю на фильтр по стеклянной палочке тонкой струей, направляя ее на стенку воронки. Через фильтр проходит прозрачный чистый раствор (фильтрат), а на бумажном фильтре задерживается осадок из механических примесей и примесей нерастворимых веществ, присутствующих в рабочем образце (их оказалось очень мало). Фильтрация необходима для того, чтобы избавиться от примесей, присутствующих в рабочем образце соли.

Результат фильтрации: получен чистый фильтрат. (Приложение 2, фото 6).

2.2.4. Получение пресной воды

Подготовленный фильтрат пробуем на вкус. Раствор имеет солоноватый вкус, похожий на вкус морской воды. Фильтрат разливаем в две стеклянные банки объемом по 0,5 литра, накрываем банки пластмассовыми крышками и ставим в морозильную камеру холодильника на прокладку из картона (для теплоизоляции дна). В морозильной камере фильтрат будет кристаллизоваться, превращаясь в лед. Через 30 минут раствор сильно охладился, но не закристаллизовался. Через 60 минут появилась наледь. Первые образовавшиеся на поверхности воды кристаллы льда в виде ледяной корки надо удалить, так как в нем могут содержаться быстро замерзающие примеси. Затем повторно замораживаем воду примерно до половины оставшегося объема. Экспериментальным путем найдено время, требуемое для замерзания половины объема. Через 5 часов верхняя часть раствора закристаллизовалась, образовался лед. В результате получили двухкомпонентную систему, состоящую из льда (фактически замерзшая вода без примесей) и водного незамерза-

ющего рассола подо льдом, содержащего соль. Незамерзшие остатки воды сливаем. Полученный образец льда промываем холодной водой, выкладываем на чашку Петри и оставляем таять при комнатной температуре. (Приложение 4, фото 10). При таянии кристаллического льда образуется вода. Пробуем ее на вкус. Полученная вода обладает менее солоноватым вкусом, чем свежеприготовленный фильтрат. Эту воду можно использовать для питья, приготовления чая, кофе и других блюд пищевого рациона, как обычную пресную воду. Из полученной воды мы приготовили чай (Приложение 4, фото 11).

Результат: при искусственном замораживании соленой воды образовалась двухкомпонентная система, состоящая из пресного льда и водного рассола подо льдом.

Вывод: из соленой воды образуется пресный лед, который после таяния превращается в пресную воду.

Заключение

В ходе работы я узнала много новой, интересной и полезной информации.

Гипотеза подтвердилась – из морской воды можно получить пригодную для питья пресную воду. На практике осуществила процессы растворения, фильтрации и кристаллизации. Кристаллизация применяется при получении пресной воды из соленой воды морей. При этом кристаллизуются не растворенные в ней соли, а сама вода.

Теоретически и практически из морской воды сделать пресную можно, но пока технологии массового производства этого продукта предполагают высокие затраты. Человечество все совершенствует инженерные решения в этом направлении и в ближайшее время, надеемся, дешевая опресненная морская вода станет реальностью.

Около 60% поверхности Земли составляют зоны, где отсутствует пресная вода или ощущается ее острый недостаток. Почти 500 млн. человек страдают от болезней, вызванных недостатком или качественной неполноценностью питьевой воды [1]. Пресная вода составляет около 2% всех водных ресурсов планеты. В дальнейшем человечество окажется перед необходимостью рассматривать океаны как альтернативный источник воды. Ведь на поверхности соленого моря образуется морской лед, состоящий из почти пресной воды. Решить данную проблему поможет метод кристаллизации соленой воды океана. Идея заключается в том, что сначала замерзает и кристаллизуется в лед чистая вода, а примеси, содержащиеся соли, оста-

ются в растворе. О своей работе рассказала одноклассникам. (Приложение 3, фото 7).

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Пресная вода является ценной составной частью морской воды. В естественных природных условиях лед, образующийся из морской воды, является пресным.

2. Практическая часть работы содержит отчет о посещении с экскурсией Экотерминал. Увидели процесс подготовки чистой воды для нужд пищевого производства, ознакомились с методами получения чистой воды: фильтрованием, методом обратного осмоса и методом дистилляции. Установка обратного осмоса пропускает через мембрану чистую воду, задерживая растворенные в воде примеси. В дистилляторе исходная вода нагревается до кипения, образовавшиеся пары охлаждаются и превращаются в конденсат. Полученный конденсат называется дистиллированной водой.

3. В ходе работы проведен опыт по приготовлению соленой воды (получение аналога морской воды), дальнейшей кристаллизации путем искусственного замораживания и получения пресной воды из образца льда при его таянии. В процессе работы велись наблюдения с фиксацией полученных сведений в рабочую тетрадь.

4. Проведенный практикум показал, что пресную воду можно получить из соленых вод морей и океанов, используя вышеописанные способы опреснения. Результат проведенной работы представлен в виде фотографий.

Список литературы

1. Большая серия знаний. Бионика-М.: ООО «ТД Издательство Мир книги», 2005-128с.
2. Габриелян О.С. Химия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений – М.: Дрофа, 2013 – 267с.
3. Электронный ресурс: Толковый словарь Ефремовой
4. Журин А.А., Начала химического эксперимента: Практические занятия по химии. 8-й класс сред.общеобразоват. школы. – М.: Школьная Пресса, 2001 – 128 с.
5. Зазнобина Л.С. Начала химического эксперимента: Практические занятия по химии. 8-й класс сред.общеобразоват. школы. – М.: Школьная Пресса, 2001 – 128 с.
6. Крицман В.А. Книга для чтения по неорганической химии. Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1975 – 303с.
7. Мосин О.В. Физико-химические основы опреснения морской воды // Сознание и физическая реальность, 2012, № 1, с. 19-30.
8. Электронный ресурс: статья Кристаллизация на www.xumuk.ru
9. Электронный ресурс: статья Кристаллизация на dic.academic.ru
10. Электронный ресурс: tolsklovar.ru/k11437.html.