

Причины получения пониженного окислительно-восстановительного потенциала в талой и дождевой воде

Аристова Н.А.* , Кузина Е.Д.** , Пискарев И.М.**

normol@mail.ru* , 7667568@mail.ru** , i.m.piskarev@gmail.com**

Традиционно считается, что пониженный окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) талой и дождевой воды связан с изменениями ее структуры. В работе исследован механизм снижения ОВП талой и дождевой воды, не связанный с ее структурой. Для этого водопроводная вода замораживалась в холодильнике при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение суток и затем оттаивалась. При оттаивании воды из нее интенсивно выделялся газ. Растворимость газа во льду равна нулю, поэтому лед был насыщен пузырьками газа, не успевшего выделиться при замерзании, а при оттаивании пузырьки газа улетучивались. Выделение пузырьков газа при оттаивании воды указывает на то, что содержание газов, и, в частности, растворенного кислорода при оттаивании в ней уменьшается. В оттаявшей и достигшей комнатной температуры воде измеряли значение ОВП_{ХСЭ} и концентрацию растворенного кислорода.

Окислительно-восстановительный потенциал стал отрицательным, ОВП_{ХСЭ} = -145 ± 30 мВ. В исходной воде было ОВП_{ХСЭ} = 610 ± 50 мВ. Концентрация растворенного кислорода сильно уменьшилась, от 5.4 ± 0.2 мг О/л в исходной воде до 0.2 ± 0.1 мг О/л в оттаявшей. Этот эксперимент дает основание предполагать, что причиной снижения ОВП является уменьшение концентрации растворенного кислорода. Пониженное значение ОВП дождевой воды также может быть обусловлено в первую очередь малой концентрацией растворенного кислорода.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, концентрация растворенного кислорода, талая вода, дождевая вода

Key words: red-ox potential, concentration of dissolved oxygen, thawed water, rainwater

Введение

Питьевая вода играет очень большую роль в жизни человека. Достаточно сказать, что тело человека на $\sim 70\%$ состоит из воды. Поэтому свойства питьевой воды выходят на первый план. Известно, что одним из важнейших показателей является окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) воды. Более полезной считается вода с пониженным значением ОВП.

Предполагают, что одной из причин получения пониженного ОВП является структура воды. Это вполне возможно, однако структура воды является практически не измеримым параметром. В работе [1] на первое место в определении величины ОВП воды поставлено наличие в ней окислителей и восстановителей. В нейтральной воде с $\text{pH} = 7$ при отсутствии каких-либо растворенных веществ ОВП = 0. В питьевой воде, контактирующей с воздухом, растворяется кислород. Кислород – окислитель, и он будет определять значение ОВП. Питьевая вода при комнатной температуре, насыщенная кислородом, имеет ОВП ~ 600 мВ. В работе [1] показано, что при введении в воду водорода начинается процесс расходования кислорода в реакции с водородом. Когда кислород полностью израсходуется, на это требуется несколько суток, значение ОВП становится отрицательным, и оно будет определяться концентрацией растворенного водорода. В чистой воде без каких-либо примесей значение ОВП определяется концентрацией кислорода.

Известно, что пониженным значением ОВП обладает дождевая и талая вода. Предполагают, что понижение ОВП связано со структурными изменениями воды, происходящими при замораживании и оттаивании.

Однако, по нашему мнению, это не так. Все объясняется концентрацией растворенного кислорода. Доказательству этого утверждения посвящена данная работа.

Экспериментальная часть

Электрохимические характеристики воды измерялись прибором Эксперт 001 фирмы Эконикс (Москва) с разными электродами. Величина рН измерялась стеклянным электродом ЭСК-1060, величина ОВП определялась платиновым электродом относительно хлор-серебряного, концентрация растворенного кислорода – электродом Кларка. Температуру воды измеряли термодатчиком. Для экспериментов использовалась водопроводная вода при температуре 20 °С. Кислотность исходной воды $\text{pH} = 7.4 \pm 0.1$, окислительно-восстановительный потенциал относительно хлор-серебряного электрода $\text{ОВП}_{\text{ХСЭ}} = 610 \pm 50$ мВ. Содержание растворенного кислорода 5.4 ± 0.2 мг/л. Исследуемая вода помещалась в пластиковые бутылки из-под питьевой воды объемом 0.5 л. Бутылка закрывалась по горлышку и закрывалась винтовой пластиковой пробкой. Заправленную бутылку помещали в холодильник и выдерживали при температуре -20 °С в течение 24 часов. Через 24 часа бутылку вынимали, открывали пробку и наблюдали процессы в горлышке бутылки. Оттаявшую воду выливали в стакан объемом 50 мл. Когда температура оттаявшей воды достигала 20 °С, измеряли значения рН, $\text{ОВП}_{\text{ХСЭ}}$ и концентрацию растворенного кислорода.

Дождевую воду набирали во время ливня в мае 2017 года. Характеристики дождевой воды (рН, $\text{ОВП}_{\text{ХСЭ}}$, концентрацию растворенного кислорода) определяли после того, как ее температура достигала значения 20 °С.

Результаты и обсуждение

В бутылке, извлеченной из холодильника, через 1 – 2 часа лед начинает заметно таять. В горлышке бутылки появляется вода. Из воды начинают интенсивно выходить пузырьки газа. Т.е. растворенный газ выходит из воды, и вода оказывается с пониженным содержанием воздуха (кислорода).

В только что оттаявшей и достигшей температуры 20 °С воде концентрация кислорода $[\text{O}_2] = 0.2 \pm 0.1$ мг О/л. Окислительно-восстановительный потенциал $\text{ОВП}_{\text{ХСЭ}} = -145 \pm 30$ мВ. Значение кислотности не изменилось, $\text{pH} = 7.4 \pm 0.1$.

Для дождевой воды получены значения $[\text{O}_2] = 1.1 \pm 0.2$ мг О/л, $\text{ОВП}_{\text{ХСЭ}} = -45 \pm 15$ мВ, $\text{pH} = 6.9 \pm 0.1$.

Рассмотрим процессы замораживания и оттаивания воды. Во-первых, концентрация растворенных газов в воде (в том числе и кислорода) увеличивается с уменьшением температуры. А в самом льду концентрация растворенного газа (кислорода) равна нулю. Т.е. при замораживании газ выделяется из воды. Если вода замораживается быстро, выделяющиеся газы не успевают выйти, и они остаются во льду в виде пузырьков. При оттаивании,

особенно быстром, когда лед частично плавится, пузырьки газа улетучиваются в атмосферу. В результате вода оказывается с пониженным содержанием кислорода.

Рассмотрим дождевую воду. Дождевые облака формируются на высоте, где атмосферное давление пониженное, и содержание кислорода тоже пониженное. Падая на землю, дождевые капли не успевают поглотить заметное количество кислорода. Поэтому вода будет иметь пониженное содержание растворенного кислорода и пониженный ОВП, также как талая вода.

Вывод: механизм снижения ОВП в талой и дождевой воде одинаковый. Значение ОВП определяется содержанием растворенного кислорода.

Литература:

1. Piskarev I.M., Ushkhanov V.A., Aristova N.A., Likhachev P.P., Myslivets T.S. Establishment of the redox potential of water saturated with hydrogen. 2010. Biophysics, V. 55, No. 1, pp 13 – 17.

Фамилия Имя Отчество*	Аристова Наталья Алексеевна
Информация (ученая степень, ученое звание, должность и место работы)	КТН, доцент Нижнетагильского филиала Уральского государственного университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина
Адрес места работы	622041, г. Нижний Тагил, Свердловской обл., ул. Красногвардейская, 59.
Контактный телефон (с кодом города)	8 (912) 252 6082
Почтовый адрес автора	622049, г. Нижний Тагил, Свердловской обл., ул. Захарова, д.11, кв. 40
Адрес электронной почты	mormol@mail.ru
Желаемый месяц публикации	-

Фамилия Имя Отчество**	Кузина Екатерина Дмитриевна
Информация (ученая степень, ученое звание, должность и место работы)	Генеральный директор ООО АльянсСтрой
Адрес места работы	109651, Москва, Батайский проезд, дом 17, строение 2.
Контактный телефон (с кодом города)	8 (985) 766 7568
Почтовый адрес автора	109651, город Москва, улица Флотская, дом 5, корпус А
Адрес электронной почты	7667568@mail.ru
Желаемый месяц публикации	-

Фамилия Имя Отчество***	Пискарев Игорь Михайлович
Информация (ученая степень, ученое звание, должность и место работы)	К. ф.-м. н., ВНС НИИЯФ МГУ
Адрес места работы	117234, Москва, Ленинские горы, 1(2), МГУ, НИИЯФ
Контактный телефон (с кодом города)	8 (916) 847 3510
Почтовый адрес автора	117321, Москва, Профсоюзная, 130-2-280
Адрес электронной почты	i.m.piskarev@gmail.com
Желаемый месяц публикации	-