DOI: 10.17117/na.2015.12.02.149

Поступила (Received): 24.12.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.149.pdf>**Пономарев А.Я.****Влияние углекислого газа на гидробионты****Ponomarev A.Ya.****The effect of carbon dioxide on aquatic organisms**

Показана роль углекислого газа в жизни гидробионтов, влияние содержания диоксида углерода на качество воды и миграцию веществ, особенность процесса растворения в воде
Ключевые слова: диоксид углерода, растворение углекислоты, pH, диссоциация, константа диссоциации

Shows the role of carbon dioxide in the lives of aquatic organisms, effect of carbon dioxide on water quality and the migration of substances process of dissolution in water
Key words: carbon dioxide, dissolved carbon dioxide, pH, dissociation, dissociation constant

Пономарев Анатолий Яковлевич*Кандидат технических наук, доцент**Российский государственный социальный университет**г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4***Ponomarev Anatoly Yakovlevich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Russian state social university**Moscow, Wilhelm Pieck st., 4*

Углекислый газ оказывает определенное влияние на качество природных вод, на жизнедеятельность водных организмов, на биохимические процессы, протекающие в водной среде. Содержание растворенного углекислого газа в воде регулирует донные отложения, например, повышенная концентрация углекислоты растворяет ракушки и другие карбонатные соединения, а пониженное содержание напротив способствует отложению карбонатов. В опасной концентрации для живых организмов углекислый газ скапливается в водоемах при большом наличии гниющих органических веществ, коими могут являться отмершие части растений, погибшие гидробионты [3].

Углекислый газ поступает в водные объекты из атмосферы, выделяется при дыхании растений и разложении органических веществ и поставляется при извержении вулканов и поствулканических процессах. Расходуется углекислый газ на фотосинтез растений и на образование водными организмами скелетов и раковин.

Важным свойством углекислого газа является то, что в воде он растворяется в значительно больших количествах, чем кислород и азот, и находится частью в растворенном, свободном состоянии, частью в химически связанной форме бикарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ или карбонатов (CaCO_3) . Растворимость CO_2 в воде как и других газов возрастает с понижением температуры. Поэтому холодные воды Арктики и вообще высоких широт содержат больше углекислого газа,

чем воды низких широт. Значительное содержание CO_2 отмечается в морских придонных холодных водах на глубинах ниже 4000-5000 м, что сказывается на растворении известковых раковин [1].

Если бы вода была нейтральной, то насыщающее количество углекислого газа вследствие малости парциального давления составляло лишь 0,5 мл/л, в то время как насыщающее количество азота достигает 19 мл/л, а кислорода 10,5 мл/л. Однако морская вода имеет слабо щелочную реакцию и углекислый газ ведет себя в ней совершенно иначе, чем кислород и азот или другие нейтральные газы. Часть углекислого газа по мере растворения вступает в химическую реакцию с основаниями и раствор становится ненасыщенным. Для его насыщения в раствор переходят все новые и новые количества углекислого газа из атмосферного воздуха, от дыхания растений или разложения органических веществ, и в результате общее его содержание в воде может достигать 50 мл/л.

Углекислый газ, соединяясь с водой, образует угольную кислоту [2]:

Угольная кислота в водном растворе имеет две степени диссоциации, выделяя сначала бикарбонатный ион HCO_3^-

а затем карбонатный CO_3^{2-}

Угольная кислота является двухосновной слабой кислотой, ее первая и вторая константы диссоциации при 25 °С равны соответственно $K_1 = 4,27 \cdot 10^{-7}$, $K_2 = 4,68 \cdot 10^{-11}$.

Между углекислым газом атмосферы и водной массой устанавливается, таким образом, подвижное равновесие.

Морская вода обладает свойствами щелочи, щелочность морской воды определяется щелочным резервом – количеством кислоты, которое надо прибавить к определенному объему воды, чтобы в ней не оставалось карбонатных и бикарбонатных ионов и недиссоциированных молекул угольной кислоты. Этим определяется активная реакция морской воды.

Первая и вторая диссоциации угольной кислоты приводят к образованию водородных ионов. Их концентрация определяет так называемую активную реакцию морской воды pH. Она характеризует равновесие между угольной кислотой и карбонатами и бикарбонатами. Бикарбонаты и карбонаты делают морскую воду щелочной, угольная кислота, наоборот, делает ее кислой. Поэтому активная реакция (концентрация водородных ионов) определяет степень диссоциации угольной кислоты, соответствующую равновесию с карбонатными и бикарбонатными ионами.

Диссоциация угольной кислоты на водородный и бикарбонатный ионы, а последнего на карбонатный и водородный сопровождается увеличением содержания в морской воде водородных ионов. В 1 л нормальной воды содержится $1 \cdot 10^{-7}$ водородных ионов. Эту концентрацию ионов обычно обозначают десятичным логарифмом с обратным знаком, т. е.

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+].$$

Если $pH=7$ вода является нейтральной; если $pH >7$ вода обладает щелочными свойствами, если $pH <7$ – кислотными [1].

Наибольших значений (8,0-8,35) pH достигает в поверхностном слое океана благодаря интенсивному потреблению CO_2 при фотосинтезе. С увеличением глубины pH уменьшается, что связано с увеличением концентрации CO_2 .

Большинство организмов не выносят колебаний величины pH . Обмен веществ у них функционирует лишь в среде со строго определенным режимом кислотности-щелочности. Концентрация водородных ионов в естественных водоёмах во многом зависит от карбонатной системы, которая является важной для всей гидросферы и описывается сложной системой равновесий, устанавливающихся при растворении в природных пресных водах свободного CO_2 . По этой причине pH пресных природных вод редко бывает теоретически нейтральной, т.е. равной 7. Чаще всего pH чистой воды колеблется от 6,9 до 5,6. В природе на воду оказывает действие многочисленные факторы: температура, давление, содержание в атмосфере кислорода, аммиака, диоксида и триоксида серы, азота, состав пород по которым протекает река или расположено озеро. Максимальная продуктивность вод приходится на pH между 6,5 и 8,5.

Таким образом, показатель pH , колебания которого вызваны содержанием растворенного углекислого газа в воде, оказывает существенное влияние на условия местообитания в водоёмах. Если pH не приближается к крайнему значению (от 6,5 до 8,5), то сообщества способны компенсировать изменения этого фактора. Изменение pH пропорционально изменению количества CO_2 , т.е. pH может служить индикатором скорости общего метаболизма сообщества – фотосинтеза и дыхания. В воде с низким значением pH содержится мало биогенных элементов, что делает продуктивность водоема незначительной.

Список используемых источников:

1. Пономарев А.Я. Особенности очистки коллоидных растворов сточных вод. Тамбов. 2014. С. 106-107.
2. Пономарев А.Я. и др. Физико-химические и токсические свойства топлив и их учет в обеспечении безопасности персонала. Ч. 1. Смоленск: НОВАЛЕНКО, 2015. С. 42-45.
3. Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. 443 с.