

УДК 621.315.61

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА И ОЗОНА НА ВОДУ

МАМЕДОВ Н.А., ГАРИБОВ Г.И., АЛЕКБЕРОВ Ш.Ш.

*Бакинский Государственный Университет*

В работе экспериментально исследуется влияние различных внешних факторов, таких, как термическая обработка, насыщение воздухом и озоном, воздействие электрического разряда, на свойства воды. Показано, что эти воздействия приводят к уменьшению коэффициента поверхностного натяжения питьевой воды, причем наибольшее уменьшение коэффициента поверхностного натяжения наблюдается при насыщении воды озоном.

В последние годы, как в научно-популярной, так и в медико-биологической литературе широко обсуждается роль активизированной воды в процессах метаболизма. Под активизированием подразумевают увеличение проникающей способности воды в отдельные органы и ткани живых организмов. К активизирующим воду факторам относят: термическую, электрическую и электромагнитную обработки, намагничивание, заморозание – оттаивание, механическую обработку (воздействие центробежной силы, передача больших скоростей, резкое торможение струи движущейся воды), насыщение воздухом и озоном и т.д.

В результате внешнего воздействия каждая единица объема воды получает энергию, разрушаются водородные связи [1], что способствует образованию свободных радикалов или изменению свойств и структуры агрегатов – кластеров [2,3], отвечающих за физико-химические свойства воды. В процессе активизирования длинные молекулярные цепочки  $(\text{H}_2\text{O})_n$  – ассоцианты разрываются. Это приводит к изменению величины относительной интегральной характеристики воды – коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$ .

Для нахождения коэффициента поверхностного натяжения мы пользовались методом определения высоты поднятия воды по капиллярным трубкам.

Гидростатическое давление столба жидкости в трубке  $\rho gh$ , поднятой на высоту  $h$ , компенсируется давлением  $\Delta P$ , создаваемым поверхностным натяжением искривленной поверхности и направленным вверх. Если предположить, что жидкость полностью смачивает стенки капилляра, то радиус кривизны мениска жидкости можно считать равным внутреннему радиусу капилляра  $r$ . Тогда условие равновесия жидкости в капилляре можно записать:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{r} = \rho gh \quad (1)$$

откуда определяется коэффициент поверхностного натяжения:

$$\sigma = \frac{rh}{2} \rho g \quad (2)$$

Здесь  $\rho$  – плотность жидкости,  $g$  – ускорение силы тяжести. Как следует из формулы (2), высота поднятия жидкости  $h$  обратно пропорциональна радиусу капиллярной трубки  $r$ . Произведение

$$rh = \frac{2\sigma}{\rho g} = a^2 \quad (3)$$

является физико-химической константой данной жидкости и не зависит от формы при-

бора, размера трубки и материала её стенок, определение которой необходимо для идентификации измерений. Таким образом, определив высоту поднятия жидкости  $h$  в капиллярной трубке, зная внутренний радиус капилляра  $r$  и плотность жидкости  $\rho$  при данной температуре, по формуле (2) можно вычислить коэффициент поверхностного натяжения жидкости  $\sigma$ .

В наших опытах использовались три капиллярные трубки, имеющие разные внутренние радиусы, которые определялись с помощью микроскопа МПБ-2 и составляют 0,193; 0,718 и 1,33 мм. Величина внутреннего радиуса каждого капилляра определялась в нескольких его сечениях. Измерения показали, что для каждого капилляра эти величины в пределах ошибок измерений не отличаются друг от друга и, следовательно, трубки являются цилиндрическими. Отметим, что для всех трех трубок постоянная  $a^2$ , вычисленная для значения  $\sigma$ , найденной нами для дистиллированной воды, удовлетворительно согласуется с данными, имеющимся в литературе [4].

Капиллярные трубки в общем держателе (в двух параллельно закрепленных плоскостях) устанавливались вертикально и опускались в кювету с исследуемой водой на 6-8 см больше, чем требовалось для проведения опытов. В этом положении трубки оставляли 5-6 минут, чтобы стенки каналов трубок основательно смачивались. Затем трубки приподнимали так, чтобы нижние концы капилляров глубиной около 0,5 см оставались в воде. Закрепив в таком положении капилляры в штативе, с помощью катетометра измеряли высоту поднятия воды в капиллярах. Эти высоты определялись по уровню вершины мениска в капиллярах, и к каждому отсчету прибавлялась поправка на мениск, равная  $1/3$  радиуса канала капилляра. В наших опытах был использован катетометр марки В-630. Точность определения уровней жидкостей в капиллярах и в кювете (широком сосуде) составляла 0,01 мм. Перед каждым измерением производили очистку капилляров по известной методике [5].

Во всех экспериментах строго контролировалась чистота, постоянность температуры ( $t=26^\circ\text{C}$ ), высота воды в кювете, глубина погружения капилляров и т.д.

Результаты измерений занесены в таблицу (контрольными являются измерения поверхностного натяжения дистиллированной воды).

Таблица.

Тип воды	Дистиллированная	Питьевая водопроточная	Воздействие электрическим разрядом	Талая	Насыщенная воздухом	Насыщенная озоном	
						через 10 мин. после барботирования	через 1, 5 часа после барботирования
$\sigma$ ( $10^{-3}$ Н/м)	71,35	62,98	61,8	60,43	62,27	58,35	62,32

В таблице приведены средние значения  $\sigma$ , измеренные одновременно тремя капиллярами.

Насыщение воды воздухом и озоном производилось в стеклянной трубке высотой 1 м и диаметром 40 мм. Воздух или озон подавали через мелкодисперсный распылитель с нижней части трубки в течение 22 минут.

При скорости подачи газа 4 л/мин расход воздуха по объему был 88 л, в котором кислород  $\text{O}_2$  составлял по объему 18,48 л и по массе 26,4 г, из которого в одном литре воды растворяется 67,88 мг.

При той же скорости подачи смеси воздуха и озона расход озона по массе составлял 352 мг, из которого в одном литре воды растворяется 9,68 мг. Количество растворенного в воде газа вычислялось по закону Генри [6].

Электрическая обработка воды производилась в стеклянной трубке высотой

7,5 см и диаметром 30 мм. Один из электродов (спираль из эмалированной меди) находился внутри воды, а другой опоясывал стеклянную трубку снаружи.

Как видно из таблицы, величина коэффициента  $\sigma$ , найденная нами для дистиллированной воды, достаточно близка к литературным данным [1]. Значение коэффициента  $\sigma$  для пресной воды, взятой из городской водопроводной линии, почти совпадает с коэффициентом  $\sigma$  для воды, насыщенной воздухом. Это совпадение, по-видимому, связано с тем, что вода в водопроводную линию подается мощными насосами, хлорирована, в результате чего она имеет завышенную насыщенность газом. Озонирование воды значительно снижает ее поверхностное натяжение. Видно, что после 22 минутного барботирования озоном (время насыщения воды озоном составляет 22 мин [7]) коэффициент поверхностного натяжения воды уменьшается до величины  $58,35 \cdot 10^{-3}$  Н/м, что на 8 % меньше поверхностного натяжения воды до озонирования. Отметим, что нами было измерено поверхностное натяжение той же озонированной воды через 1,5 часа после озонирования (время распада озона в воде  $\sim 20$  мин [6]). Опыты показали, что коэффициент  $\sigma$  для этого случая составляет величину  $62,32 \cdot 10^{-3}$  Н/м, что почти совпадает с коэффициентом поверхностного натяжения исходной воды без озонирования.

Увеличение величины  $\sigma$  от  $58,35 \cdot 10^{-3}$  Н/м до  $62,32 \cdot 10^{-3}$  Н/м объясняется разложением озона уже через 20 минутного отстоя. А через 1,5 часа часть водородных связей восстанавливается и  $\sigma$  растет.

Небольшое уменьшение поверхностного натяжения, как видно из таблицы, наблюдается и для талой воды, а также воды, подвергнутой электрической обработке.

Несколько лет назад академик Ф.Г. Рутберг электрическими разрядами очищал воду [8]. Было установлено, что вода имеет память. Вода приобретала бактерицидные свойства. Выяснилось, что в результате эрозии электродов в воде остаются наночастицы (в объеме образуются иониды), которые влияют на ее свойства. Кроме этого, при разряде в воде образуется  $\text{H}_2\text{O}_2$  – перекись водорода, которая увеличивает вязкость воды [9]. В наших экспериментах при 5 минутном воздействии однобарьерным разрядом напряжением 16 кВ, током десятки мкА и с частотой 20 кГц поверхностное натяжение воды имеет величину  $61,8 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

Таким образом, озонирование, электрическое воздействие и замерзание приводят к снижению поверхностного натяжения пресной водопроводной воды. Из них наиболее заметное воздействие на воду производит озонирование.

- 
1. *Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова.* Химия воды и микробиология, Москва, Стройиздат, 1983 г, с.14 (168).
  2. Под. ред. Чл. Корр. АН СССР Б.В. Дерягина и др. Вода в дисперсных системах, Москва, Химия, 1989 г, с.132 (285).
  3. *Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, В.М. Муллер.* Поверхностные силы, Москва, Наука, 1987 г, с.359 (398).
  4. Физический энциклопедический словарь. М., 1962, т.2, с.277(608); 1965, т.4, с.56(592).
  5. Под ред. проф. В.И. Ивероновой. Физ. Практикум, Изд. Наука, М., 1967, т. I, с.240(352).
  6. *Я.И. Герасимов и др.* Курс физической химии I-т, Москва, Химия 1987 г, с.215 (592).
  7. *В.Ф. Кожин, И.В. Кожин.* Озонирование воды, Москва, Стройиздат, 1974, с.18 (159).
  8. Наука “уходит” в наномир. Вестник Российской Академии Наук, т.72, №10, с.905, 2002г.
  9. *Э.Н. Рэмсден.* Начала современной химии, Ленинград, Химия 1989 г, с.446 (784).

## **ELEKTRİK QAZBOŞALMASININ VƏ OZONUN SUYA TƏSİRİNİN BƏZİ ASPEKTİ**

**MƏMMƏDOV N.Ə., QƏRİBOV Q.İ., ƏLƏKBƏROV Ş.Ş.**

İşdə termik emal, hava və ozon ilə doyurma və elektrik boşalması kimi xarici faktorların içməli suyun səthi gərilməsinə təsiri təcrübi tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, baxılan xarici təsirlər suyun səthi gərilmə əmsalının azalmasına səbəb olur və  $\sigma$  əmsalının ən çox dəyişməsi suyun ozonlaşdırılmasında müşahidə olunur.

## **SOME ASPECTS OF INFLUENCE OF THE ELECTRIC DISCHARGE AND OZONE ON WATER**

**MAMMADOV N.A., GARIBOV G.I., ALEKBEROV Sh.Sh.**

In this research work the influence of the different external factors, such as a heat treatment, saturation by air and ozone, effect of electric discharge on interfacial tension of water is researched experimentally. It is shown, that these effects cause to decrease of coefficient of interfacial tension of potable water, and greatest decrease of coefficient  $\sigma$  is watched at saturation of water by ozone.