

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ pH И ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ВОДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

ЛУКЪЯНИЦА В.В.

*Белорусский государственный медицинский университет, кафедра физики, пр. Дзержинского 83, 220116
Минск, Беларусь*

Аннотация. Проведены исследования воздействия ультразвука на водородный показатель дистиллированной воды (pH). Использовался ультразвук с частотой 22кГц. Измерялись изменения pH и спектров (340-900нм) оптической плотности воды (**D**) под действием ультразвука. Получены зависимости этих изменений от времени воздействия ультразвуком в интервале от 5 до 65мин. с шагом в 5мин.

Установлено, что pH воды сначала резко уменьшается, а затем стабилизируется с ростом времени ультразвуковой обработки воды. С учетом данных по одновременным изменениям **D** полученные результаты интерпретированы посредством структурных изменений воды при воздействии ультразвука.

Ключевые слова: Вода, водородный показатель, оптическая плотность воды, ультразвук.

RELATIONSHIP BETWEEN CHANGES IN pH AND OPTICAL DENSITY OF WATER UNDER THE INFLUENCE OF ULTRASOUND

LUKJANITSA V.V.

Belarusian state medical University, Department of physics, 83 Dzerzhinsky Ave., 220116 Minsk, Belarus

Abstract. The influence of ultrasound on the hydrogen index of distilled water (pH) has been studied. Ultrasound with a frequency of 22 kHz was used. Changes in the pH and spectra (340-900 nm) of the optical density of water (**D**) under the influence of ultrasound were measured. The dependences of these changes on the time of exposure to ultrasound in the range from 5 to 65 minutes in 5-minute increments are obtained.

It was found that the pH of water decreases sharply from the beginning, and then stabilizes with the increase in the time of ultrasonic water treatment. Taking into account data on simultaneous changes in **D**, the results were interpreted by means of structural changes in water under the influence of ultrasound.

Keywords: water, hydrogen index, optical density of water, ultrasound.

Введение

Разработчикам медицинских приборов и медицинских электронных средств и устройств следует учитывать многоуровневую организацию (клетка, орган, система) и многокомпонентный состав тела человека. Основным компонентом тела человека является вода (80%), которая находится в клетках и в межклеточной жидкости. В зависимости от ее водородного показателя (pH) изменяются эффективности (скорости) протекания метаболических процессов.

В настоящее время ультразвук широко применяется в медицине. При этом возникает вопрос: влияет ли ультразвук на свойства самой воды, а если влияет, то как? В единичных работах отмечалось возможное влияние УЗ на свойства воды. Действительно, растворяющие (химические) свойства воды во многом определяются ее. Но лишь в одной работе [1] среди прочего приведены данные по увеличению pH воды под действием УЗ с частотой 1,5 МГц при временах воздействия более 15 минут. Однако систематических и целенаправленных исследований этого, в том числе и на других частотах, не проводилось, что и определяет новизну данной работы.

В связи с этим целью данной работы является установление характера и степени влияния ультразвука низкой частоты на водородный показатель воды.

Методика проведения эксперимента

Объектом исследования была дистиллированная вода.

Результаты получены из измерений и последующего совместного анализа временных зависимостей рН и разности $\Delta D = D - D_0$ оптических плотностей воды до (D_0) и после (D) её обработки ультразвуком ($\nu = 22 \text{ кГц}$). Для измерения рН использовался электронный ионметр И-160, а для снятия в процессе ультразвукового воздействия временных зависимостей ΔD на длинах волн 340-900 нм – фотометр РМ 2111 Solar.

Результаты и их обсуждение

На рисунках 1 и 2 приведены изменения значений рН воды и соответствующие им типичные изменения ΔD в зависимости от времени обработки воды ультразвуком.

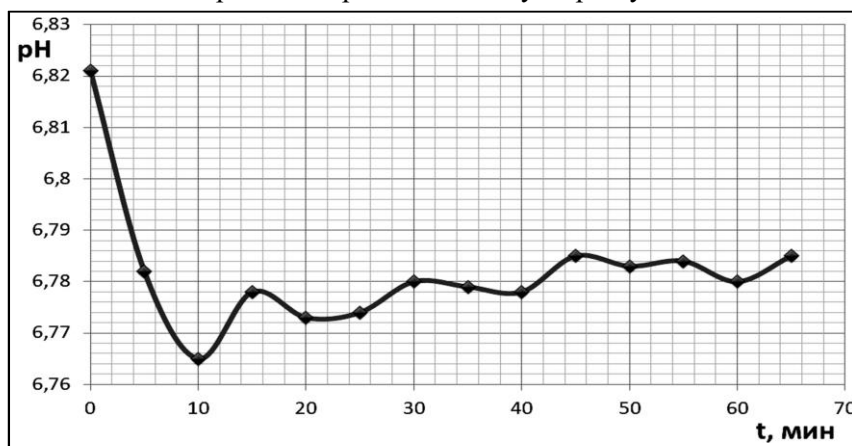


Рис. 1. Зависимость рН от времени воздействия ультразвуком на воду с интервалом 5 мин.

Fig. 1. pH dependence on the time of ultrasound exposure to water with an interval of 5 minutes.



Рис. 2. Зависимости изменений оптической плотности воды на различных длинах волн ($\lambda_1 - \lambda_3$) от времени воздействия на воду ультразвуком.

Fig. 2. Dependences of changes in the optical density of water at different wavelengths ($\lambda_1 - \lambda_3$) on the time of exposure to water by ultrasound.

Из рис.1 видно, что с течением времени ультразвукового воздействия (t_b) рН воды резко уменьшается, выходя при $t_b \geq 10$ мин. на «плато», где имеют место последующие небольшие колебания рН. В тоже время временные зависимости ΔD имеют немонотонный характер: они изменяются как по амплитуде, так и по характеру по мере увеличения времени ультразвуковой обработки воды. При этом в ряде случаев наблюдается переход ΔD в отрицательную область значений (см.рис.2). А это означает, что оптическая плотность в обработанной ультразвуком воде становится меньше ее значений (D_0), измеряемых в исходных образцах воды. То есть при некоторых временах ультразвуковой обработки воды происходит ее «просветление». Кстати, подобное «просветление» воды нами наблюдалось под действием магнитного поля и лазерного излучения [2,3].

Другими словами, под воздействием УЗ происходит изменение не только химических (рН), но и физических (D) свойств воды, что указывает на единую причину возникновения этих согласованных изменений. С учетом сохранения изменений D в течение 30 мин. после прекращения ультразву-

кового воздействия такой причиной являются структурные изменения воды, а не изменения колебаний молекул и атомов или их электронных плотностей и возбужденных электронных состояний, которые при комнатной температуре за это время полностью бы релаксировали.

Заключение

Под действием ультразвука на воду её рН уменьшается, что приводит к изменению растворяющих свойств воды и скорости (эффективности) протекания химических реакций в водных растворах.

Список литературы

1. Мусиенко, Е. С., Игнатова, Т. М., Глазкова, В. В. Изучение влияния физических полей на физико-химические свойства воды/ Е. С. Мусиенко, Т. М. Игнатова, В. В. Глазкова // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2014. - №2(6). – С. 84-90.
2. Лукьяница, В.В. Зависимость оптической плотности воды от времени воздействия магнитным полем/В.В.Лукьяница // Доклады БГУИР. – 2018. - №7. - С.36-40.
3. Лукьяница, В.В. Эффекты воздействия на воду электромагнитных полей и излучений / В.В. Лукьяница.- Riga: Lambert Academic Publishing, 2019. – 84 с.

Сведения об авторах

Лукьяница В.В., кандидат физико-математических наук, Доцент, доцент кафедры физики, Белорусский государственный медицинский университет.

Information about the authors

Lukyanitsa V. V., candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of physics, Belarusian state medical University