

ры прочность соединений УЗ пайки достигает определенного максимума в зависимости от состава припоя. Воздействие УЗ активирует диффузию реакционно-активных компонентов в зоне пайки и повышает тем самым прочность соединений, получаемых без применения флюса. Прочность соединения для припоя системы Sn-20Zn-10Cd в 5–6 раз выше, чем для припоя Sn-10Zn, поэтому для УЗ пайки рекомендуются припои, содержащие как минимум два металла средней химической активности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Ультразвуковая пайка – [Интернет-ресурс]: <https://www.japanunix.com/en/method/ultrasonic/>.
2. Jacobson, D.M. Fluxless Soldering / D.M. Jacobson, G. Humpston // Int. Materials Reviews, 2006, vol. 51, No 5. – P. 313–328
3. Новоттник, М. Паяемость бессвинцовых припоев / М. Новоттник, А. Новиков // Технологии в электронной промышленности, 2006, № 6. – С. 61–63.
4. Шиляев, А.С. Ультразвуковая обработка расплавов при производстве и восстановлении деталей машин / А.С. Шиляев – Минск.: Наука и техника, 1992. – 176 с.
5. Diffusion Behavior of Zn during Reflow of Sn-9Zn Solder on Ni/Cu Substrate / J. Mittal [et al.] // Journal of Electronic Materials, 2009.vol. 38, No. 12. – P. 2436–2442.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРО-И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

В. В. Лукьяница

*Белорусский государственный медицинский университет, кафедра физики,
пр. Дзержинского 83, 220116 Минск, Беларусь, e-mail: lukyan.1952@mail.ru*

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

Установлено, что рН 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.

INFLUENCE OF ULTRASOUND ON THE HYDROGEN INDEX OF WATER USED IN MICRO-AND NANOELECTRONICS TECHNOLOGY

V. V. Lukjanitsa

*Belarusian state medical University, Department of physics, 83 Dzerzhinsky Ave., 220116 Minsk, Belarus
Corresponding author: V. V. Lukjanitsa (lukyan.1952@mail.ru)*

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.

Key words: water; hydrogen index; optical density of water; ultrasound.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы обусловлена тем, что при производстве микро- и нано- полупроводниковых приборов вода является одним из основных технологических материалов. Она в качестве универсального растворителя используется на различных этапах и ступенях технологии изготовления кремниевых полупроводниковых приборов. В частности, для улучшения очистки стартовых (базовых) пластин кремния вода применяется в сочетании с ультразвуком (УЗ).

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 водородным показателем (pH). 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.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была дистиллированная вода.

Результаты получены из измерений и последующего совместного анализа временных зависимостей pH и разности $\Delta D = D - D_0$ оптических плотностей воды до (D_0) и после (D) её обработки ультразвуком ($\nu = 22$ кГц). Для измерения pH 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.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

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

Из рис. 1 видно, что с течением времени ультразвукового воздействия (t_b) pH воды резко уменьшается, выходя при $t_b \geq 10$ мин. на «плато», где имеют место последующие небольшие колебания pH. 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 озна-

часть, 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». Подобное «просветление» воды нами наблюдалось под действием магнитного поля и лазерного излучения [2, 3].

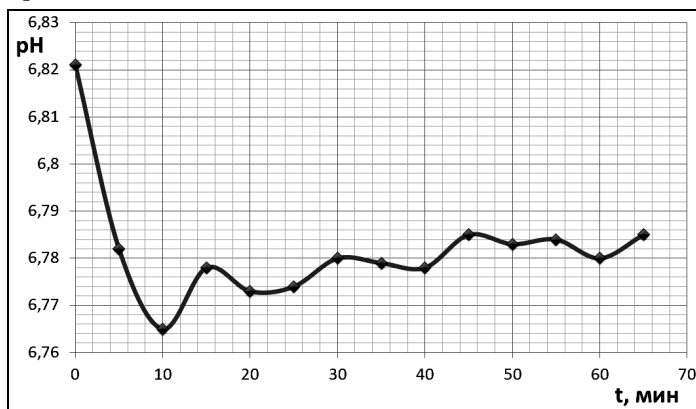


Рисунок 1. – Зависимость pH от времени воздействия ультразвуком на воду с интервалом 5 мин.

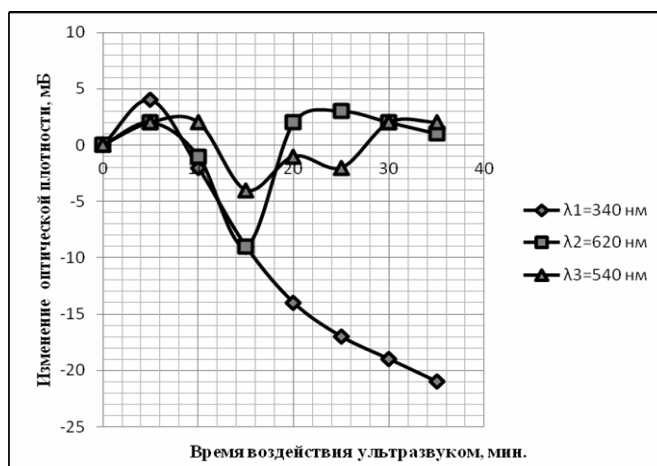


Рисунок 2. – Зависимости изменений оптической плотности воды на различных длинах волн ($\lambda_1 - \lambda_3$) от времени воздействия на воду ультразвуком

Другими словами, под воздействием УЗ происходит изменение не только химических (pH), 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 ультразвукового 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.

ВЫВОДЫ

Под действием ультразвука с частотой 22 кГц на воду её pH уменьшается, что приводит к изменению растворяющих свойств воды и скорости (эффективности) протекания химических реакций в водных растворах. Полученные результаты могут найти применение не только в технологии микроэлектроники, но и в других технологиях, использующих сочетанное воздействие воды и ультразвука. В частности, это технологии медицины и фармакологии, тонкие химические и физические технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

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.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ $\text{Bi}_{0.80}\text{Gd}_{0.20-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$

И. И. Макоед¹, Г. С. Римский², К. И. Янушкевич²

¹⁾ Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, бульвар Космонавтов, 21, 224016, Брест, Беларусь, e-mail: makoe@brsu.brest.by

²⁾ Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению, ул. П. Бровки, 12, 220072, Минск, Беларусь, grigorij.rimskij@mail.ru; kazimiry@inbox.ru

Методом диэлектрической спектроскопии исследованы оптические свойства керамических образцов $\text{Bi}_{0.80}\text{Gd}_{0.20-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0-0.20$). Экспериментально исследованы диэлектрические функции в диапазоне $400-1000\text{ см}^{-1}$ при комнатной температуре. Выполнено теоретическое моделирование диэлектрических свойств в рамках модели невзаимодействующих квазигармонических осцилляторов. Установлены корреляции «структура – оптические свойства».

Ключевые слова: феррит висмута; содопирование; оптические свойства.

OPTICAL PROPERTIES OF $\text{Bi}_{0.80}\text{Gd}_{0.20-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ MULTIFERROICS

I. I. Makoed¹, G. S. Rimskij², K. I. Yanushkevich²

¹⁾ A. S. Pushkin Brest State University, Kosmonavtov Boulevard 21, 224016 Brest, Belarus

²⁾ Scientific and Practical Materials Research Center, NAS of Belarus, P. Brovki str. 19, 220072 Minsk, Belarus
Corresponding author: I. I. Makoed (makoe@brsu.brest.by)

The optical properties of $\text{Bi}_{0.80}\text{Gd}_{0.20-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0-0.20$) ceramic samples are studied by means of dielectric spectroscopy. Room-temperature dielectric functions are examined experimentally at $400-1000\text{ см}^{-1}$. Theoretical modeling of dielectric properties is carried