

# Влияние Ультразвуковой Обработки На Изменение Показателей Электропроводности и pH Растворов Органических Кислот.

Владимир Н. Хмелев<sup>1,2</sup>, *Senior Member, IEEE*, Юлия И. Захарьева<sup>2</sup>, Александр Л. Верещагин<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>ООО «Центр ультразвуковых технологий», Бийск, РФ

<sup>2</sup>Бийский технологический институт (филиал) Алтайского технологического университета им. И.И. Ползунова, Бийск, РФ

**Аннотация** - В статье представлены результаты лабораторных исследований по изучению влияния ультразвуковой обработки с частотой 30 кГц растворов органических кислот в широком диапазоне концентраций на изменение показателей pH и электропроводности. Ультразвуковая обработка в диапазоне концентраций  $10^{-1}$  –  $10^{-15}$  не приводила к существенному изменению электропроводности, а в диапазоне  $10^{-6}$  –  $10^{-15}$  привела к достоверному снижению электропроводности практически во всех вариантах. Наличие двух локальных максимумов по электропроводности может свидетельствовать об образовании заряженных кластеров в растворе при концентрации  $10^{-12}$  и  $10^{-15}$  моль/л под воздействием ультразвукового облучения.

**Ключевые слова** – Органические кислоты, ультразвуковое воздействие, электропроводность.

## I. ВВЕДЕНИЕ

**УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ** – упругие механические колебания с частотой более 20 кГц, распространяющиеся в различных материальных средах.

В диапазоне частот 5-10 кГц отмечаются такие физико-химические явления, как разделение молекул и ионов с различной массой, искажение формы волны, появление переменного электрического поля, капиллярно-акустического и теплового эффекта, активация диффузии. Проявляются сопутствующие эффекты, влияющие на процессы экстракции из лекарственного растительного и животного сырья, наблюдается усиление процессов гиперфльтрации, проницаемости клеточных мембран, становятся возможными стерилизация термолабильных веществ, фонофорез, получение концентрированных ингаляционных аэрозолей.

## II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является изучение влияния ультразвукового облучения на изменение показателей pH и электропроводности водных растворов органических кислот в диапазоне концентраций от  $10^{-1}$  до  $10^{-15}$  М.

## III. ТЕОРИЯ

Ранее нами были проведены лабораторные исследования по совместному применению гербицида на основе N-(фосфонометил)-глицина, смеси органических кислот в сверхмалых концентрациях (СМК) и ультразвукового распыления [2]. Использование аппарата ультразвукового распыления модели УЗР-0.15/44-ОМ (см. Рис.1) (рабочая частота 22 кГц, средний диаметр распыляемых частиц 40-50 мкм) привело к повышению фитотоксичности гербицида примерно в два раза, по сравнению с вариантом гербицид в воде.



Рис. 1. Ультразвуковой распылитель модели УЗР-0.15/44-ОМ

Поэтому нами было предпринято исследование влияния ультразвуковой обработки на изменение значений pH и электропроводности препарата органических кислот при разбавлении.

## IV. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА

В настоящее время широко применяется свойство ультразвуковых колебаний ускорять процессы в жидких средах.

Высокая интенсивность ультразвуковых технологий в жидких средах обусловлена [3]:

- Удельное волновое сопротивление жидких сред значительно больше, чем у газов, поэтому, большая мощность излучается из колебательной системы в жидкость при одинаковой амплитуде колебаний инструмента колебательной системы. Поэтому условия ввода ультразвуковых колебаний в жидкости благоприятнее, чем в другие среды.

- Ультразвуковая кавитация, протекающая только в жидких средах, обеспечивает максимальные энергетические

воздействия на жидкости и на твердые тела в жидкости. Ультразвуковая кавитация порождает большое количество эффектов второго порядка, которые, в свою очередь, также обеспечивают интенсификацию протекающих технологических процессов.

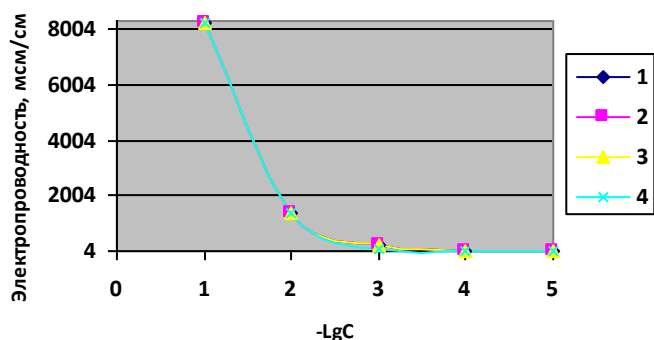
## V. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для исследования использовался раствор органических кислот, содержащий лимонную, янтарную, щавелевую, яблочную и  $\alpha$ -кетоглутаровую кислоты в определенном соотношении. Диапазон концентраций кислот составил  $10^{-1}$ – $10^{-15}$  моль/л.

Для исследования влияния ультразвука на электропроводность и pH растворов органических кислот использовали ультразвуковую ванну UM-4 (рабочая частота 30 кГц). Обработку проводили в течение 5, 15 и 30 минут, погружая колбы с растворами в ванну.

Показатель pH исходного раствора и растворов после обработки ультразвуком измеряли на pH-метре ЭКСПЕРТ 001. Полученные результаты не показали существенного изменения показателя pH.

Электропроводность измеряли на кондуктометре ЭКСПЕРТ 002, – электропроводность без ультразвуковой обработки (1), электропроводность с ультразвуковой обработкой в течение 5 минут (2), в течение 15 минут (3) и в течение 30 минут (4). Погрешность прибора составила 0,078 мсм/см. Полученные результаты показаны на Рис.1 и Рис.2

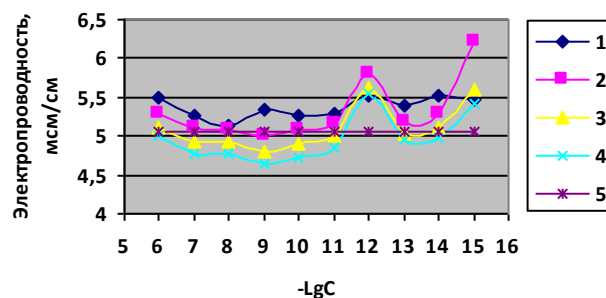


1- без ультразвуковой обработки; 2 – обработка ультразвуком 5', 3 – обработка ультразвуком 15', 4 – обработка ультразвуком 30'.

Рис. 1. Зависимость электропроводности раствора органических кислот от концентрации в диапазоне от  $10^{-1}$  до  $10^{-5}$  моль/л.

По данным Рис.1 видно, что применение ультразвука не оказывает существенного влияния на изменение электропроводности раствора органических кислот в диапазоне от  $10^{-1}$  до  $10^{-5}$  моль/л.

По полученным результатам можно сделать вывод, что ультразвуковая обработка раствора органических кислот в диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-15}$  моль/л приводит к снижению электропроводности практически во всех вариантах.



1- без ультразвуковой обработки; 2 – обработка ультразвуком 5', 3 – обработка ультразвуком 15', 4 – обработка ультразвуком 30', 5 –  $H_2O$ .

Рис. 2. Зависимость электропроводности раствора органических кислот от концентрации в диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-15}$  моль/л.

Наличие двух локальных максимумов может свидетельствовать о наличии ассоциатов в растворе при концентрации  $10^{-12}$  и  $10^{-15}$  моль/л.

## VI. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Применение ультразвуковой обработки раствора органических кислот с частотой 30 кГц в диапазоне от  $10^{-1}$  до  $10^{-15}$  моль/л не привело к значительному изменению показателя pH раствора и показателя электропроводности в диапазоне  $10^{-1}$  –  $10^{-5}$  моль/л.

Использование ультразвуковой обработки с последующим измерением показателя электропроводности на кондуктометре в диапазоне концентраций  $10^{-6}$ – $10^{-15}$  моль/л привело к снижению электропроводности растворов, а пики при концентрациях  $10^{-12}$  и  $10^{-15}$  можно связать с образованием заряженных кластеров воды.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение ультразвука изменяет активность ионов раствора органических кислот в нано- и фемтоконцентрациях, что может являться причиной изменения фитотоксичности гербицидов при совместном применении гербицида, органических кислот в сверхмалых концентрациях и ультразвуковой обработки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Верещагин, А.Л. Влияние ультразвукового облучения и регуляторов роста на ризогенную активность растительных объектов / А.Л. Верещагин, А.Н. Хмелева. – Бийск: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2010. – 73 с.
- [2] Khmelev, V. N. "Changing of Phytotoxicity N-(Phosphonomethyl)-Glycine Under the Influence of Frequency of an Ultrasonic Atomizer / V. N. Khmelev, J. I. Zakharieva, A. L. Vereshchagin; XIII International Conference and Seminar of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2012, Novosibirsk, NSTU, 02/07/2012.
- [3] Хмелев В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 196 с.