

Определение качественного и количественного состава электролита по особенностям осцилляций кавитационного пузыря с применением машинного обучения

И. С. Королев, ГБОУ СОШ №358, Санкт-Петербург.

Т. А. Алиев, магистр первого года, «НОЦ Инфохимии» Университет ИТМО, Санкт-Петербург.

Научный руководитель: к.х.н. С.А. Уласевич, ведущий научный сотрудник «НОЦ Инфохимии» Университет ИТМО, Санкт-Петербург.

В последнее время огромный интерес уделяется кавитационным пузырям, стабилизированным коллоидными частицами и органическими молекулами. Такие системы находят свое применение в катализе, системах доставки лекарств и при разработке современных материалов. Кроме того, кавитационные пузыри, генерируемые лазером или управляемые акустикой, находят свое применение в биологии и медицине.

Известно, что наличие вязкоупругой среды сильно влияет на колебательную динамику пузыря, на свойства его линейного резонанса, а также на его нелинейное поведение. Следует отметить, что присутствие в электролите органических молекул или твердых частиц также могут изменять динамику кавитационных пузырьков из-за изменения реологических свойств межфазного слоя, величины поверхностного натяжения, плотности и прочих факторов.

В связи с этим целью данной работы является разработка системы качественного и количественного детектирования состава электролита по особенностям осцилляций кавитационного пузыря с применением искусственного интеллекта. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение особенности осцилляций кавитационных пузырей в водно-спиртовых растворах.
2. Изучение физико-химических свойств (плотность растворов, величина поверхностного натяжения).
3. Создание баз данных по осцилляциям кавитационных пузырей для обучения искусственного интеллекта.
4. Разработка алгоритма машинного обучения для определения качественного и количественного состава электролита по особенностям осцилляций кавитационного пузыря.

Динамика поведения кавитационного пузыря исследовалась с использованием высокоскоростной камеры Phantom Miro C110 при одновременном измерении кавитационной активности на кавитометре ICA-5D и генерации кавитационных пузырей на ультразвуковом генераторе УЗГ 5522. В качестве сравнения кавитационную активность измеряли также в дистиллированной воде ($\Omega = 18,2 \text{ МОм} \cdot \text{см}$) и этиловом спирте (массовая доля этанола 95,57%). Кавитационные пузыри снимали со скоростью 1000 кадров в секунду, при разрешении 738×738 пикселей.

В ходе ультразвуковой обработки при частоте 22 кГц наблюдались пузыри различной формы и размера. В частности, кавитационные пузыри, снятые в дистиллированной воде, сильно отличались по форме и размеру от кавитационных пузырей, снятые в концентрированном этиловом спирте. Выявлено, что похожая тенденция наблюдается и при исследовании поведения кавитационных пузырей в водно-спиртовых с различным содержанием этанола

. На основе полученных данных была создана база данных с фотографиями, отображающими динамику поведения кавитационных пузырей. На основе полученной базы

данных был разработан алгоритм, способный с достоверностью 85% определять состав электролита.

Таким образом, изменение динамики кавитационного пузыря может служить характеристикой для определения качественного и количественного состава электролита. Данная работа имеет научную значимость как новый, нестандартный метод применения машинного обучения для анализа качественного и количественного состава электролита.

Работа поддержана грантом РФФ №. 19-79-10244.