

Экспериментальные и теоретические исследования сонолюминисценции

Сонолюминесценция (СЛ) – слабое световое излучение в широком диапазоне частот (от ультрафиолета до ближней инфракрасной области), возникающее при облучении жидкостей ультразвуком.

Сонолюминесценция связана с кавитацией - нелинейными пульсациями парогазовых пузырьков, которые формируются в жидкости при воздействии на нее переменного давления. Процесс сжатия кавитационных пузырьков может протекать крайне интенсивно и сопровождается огромной концентрацией энергии - до 12 порядков величины. В течение коллапса температура и давление содержимого пузырька достигают значений в 3000 - 5000 К (и более) и 300 – 500 атм, что приводит к формированию большого числа и разнообразия возбужденных состояний молекулярных и атомных частиц.

Помимо СЛ, энергия, запасенная кавитационным пузырьком выделяется в виде широкополосного шума, звукохимических реакций, эрозии любых твердых поверхностей, разрушения растительных и животных клеток и т.п.

В последние годы свойство кавитационных пузырьков эффективно концентрировать энергию широко используется в звукохимии, производстве материалов, ультразвуковой очистке, биологии, медицине. Спектральные исследования СЛ являются эффективным методом для изучения механизма и энергетики процессов, протекающих внутри кавитационного пузырька, природа которых, несмотря на огромное количество публикаций, остается во многом открытым вопросом.

Форма спектров СЛ определяется, прежде всего, химическим составом жидкости.

На практике, спектры СЛ используют для изучения звукохимических реакций. Возможно использование спектров СЛ для определения содержания ионов в жидкостях, растительных и животных клетках.

Нашей группой была создана экспериментальная установка, на которой впервые в 1990 г. были получены калиброванные спектры СЛ воды в атмосфере инертных газов. В течение последующих лет проведены обширные экспериментальные и теоретические исследования СЛ, результаты которых признаны и широко цитируются в российских и зарубежных научных изданиях.

Основные результаты наших исследований:

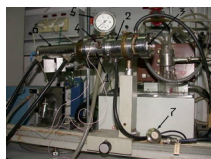
- обнаружена и систематически исследована высокоэнергетическая компонента СЛ в ультрафиолетовом диапазоне в области между 200 и 300 нм;
- разработана схема физико-химических процессов внутри пузырька, объясняющая наличие континуума и полос излучения в спектрах СЛ;
- исследованы и объяснены изменения в спектрах СЛ воды под влиянием частоты, интенсивности ультразвука, природы насыщающего газа, температуры и давления;
- впервые показано, что причиной отличий между спектрами СЛ одиночного пузырька (режим стабильной СЛ одиночного пузырька обнаружен в 1992 [Gaitan D.F. e.a., JASA, 1992]) и спектрами СЛ кавитационной области является не существенно различная природа излучения для этих двух режимов (как было принято считать), а более высокая температура в случае режима одиночного пузырька.
- исследованы спектры водных растворов солей щелочных и щелочноземельных металлов, обнаружен эффект быстрого роста интенсивности эмиссионных линий металлов в спектрах под влиянием гидростатического давления.

Основные публикации:

- Didenko Y. T., Gordeychuk T. V., Koretz V. L. The effect of ultrasound power on water sonoluminescence // J. Sound Vibr. 1991. Vol. 147, N 3. P.409-416.
- Didenko Y.T., Pugach S.P. Spectra of water sonoluminescence // J. Phys. Chem. - 1994. - Vol. 98, N 39. - С. 9742-9749.
- Диденко Ю.Т., Настич Д.Н., Пугач С.П., Половинка Ю.А., Квочка В.И. Спектры сонолюминесценции воды при различных температурах // ЖФХ. - 1994. - Т. 68, N 11. - С. 2080-2085.
- Диденко Ю. Т., Пугач С. П., Гордейчук Т. В. Спектры сонолюминесценции воды: Влияние мощности ультразвукового облучения // Оптика и спектроскопия. 1996. Т. 80, N 6. С. 913-919.
- Гордейчук Т. В., Диденко Ю. Т., Пугач С. П. Спектры сонолюминесценции воды в высоко- и низкочастотных звуковых полях // Акустич. журн. 1996. Т. 42, N 2. С.

274-275.

- [Didenko Y. T., Gordeychuk T. V. Multibubble sonoluminescence spectra of water, which resemble single-bubble sonoluminescence // Phys. Rev. Lett. - 2000. - Vol. 84, N 24. - P. 5640-5643.](#)
- Гордейчук Т. В. Об использовании спектров сонолюминесценции для определения элементного состава жидких сред // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18, N 1.
- Казачек М.В., Гордейчук Т.В. Оценка пикового давления кавитации по структуре D-линии Na в спектрах сонолюминесценции // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. Вып.4. С. 87-94.
- Гордейчук Т.В., Казачек М.В. Экспериментальное наблюдение интенсивного роста сонолюминесценции металлов под влиянием давления и температуры // Оптика и спектроскопия. 2009. Т. 106. № 2. С. 277-280.
- Gordeychuk T.V., Kazachek M.V. The effect of hydrostatic pressure and temperature on sonoluminescence of metal atoms from aqueous salt solutions // NONLINEAR ACOUSTICS – FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS. AIP, 2008. P. 201–204.
- Гордейчук Т.В. Сонолюминесценция воды // Дальневосточные моря России. М.: Наука, 2007. Кн. 4: Физические методы исследования / отв. ред. Г.И. Долгих. М.: Наука, 2007. 628 с. С. 232-248.



Ультразвуковая ячейка для измерения спектров сонолюминесценции

- 1 - корпус ячейки; 2 - рубашка охлаждения; 3 - кварцевое окно;
- 4 - термистор; 5 - манометр; 6 - магнитострикционный излучатель;
- 7 - держатель с пьезокерамическим излучателем.

