

Эффект генерации звука мощным излучением ИК-диапазона при облучении воды, покрытой пленкой поверхностно-активного вещества

Мольков А.А., Капустин И.А., Ермаков С.А., Лазарева Т.Н., Лещев Г.В., Сергиевская И.А.

Институт прикладной физики, г. Нижний Новгород

a.molkov@inbox.ru

Лабораторный эксперимент

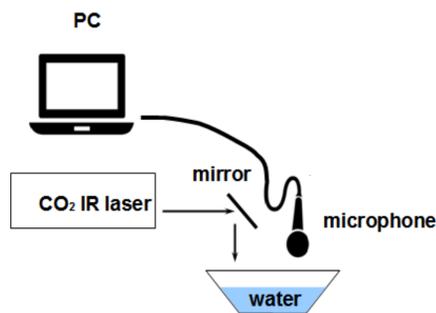


Рис.1. Схема лабораторной установки

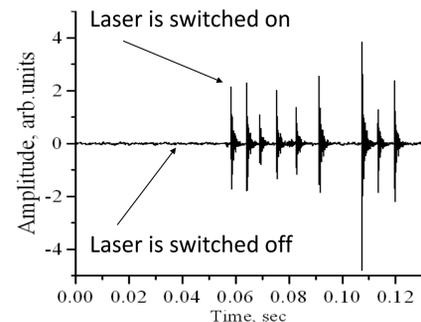


Рис. 2. Пример аудиозаписи, демонстрирующей возникновение щелчков после включения лазера

В работе представлены результаты серии лабораторных экспериментов по наблюдению нового опто-акустического эффекта, возникающего в присутствии пленки на поверхности воды при ее облучении интенсивным лазерным излучением. Экспериментальная установка включала источник ИК-излучения (10.5 мкм, 2Вт), систему зеркал, кюветы с водой и расположенным рядом с ней микрофоном (рис. 1). В отсутствие пленки, микрофон регистрировал слабый фоновый акустический сигнал. При нанесении на поверхность воды пленок различных ПАВ (сырая нефть, дизель, олеиновая кислота) регистрировался звуковой сигнал – короткие звуковые импульсы (щелчки) в периоды повторения порядка единиц-десятков Гц (рис. 2). Предположительно эффект объясняется тем, что при интенсивном нагреве воды под пленкой возникают приповерхностные течения, приводящие при соответствующих условиях к разрыву пленки и в ряде случаев даже вскипанию жидкости. При разрыве пленки вода из-за интенсивного испарения охлаждается, пленка восстанавливается и процесс повторяется.

Результаты

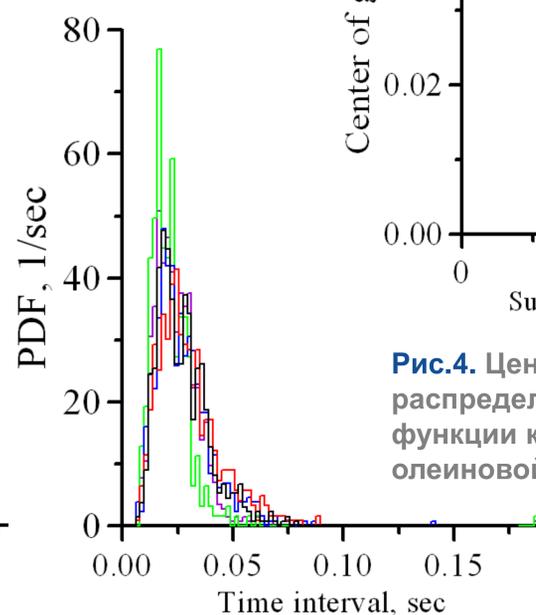
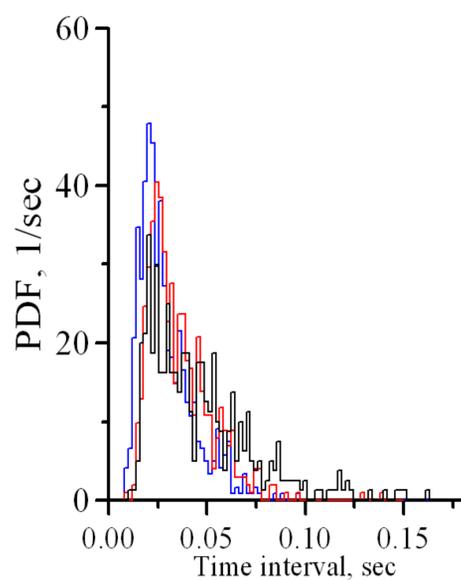


Рис.3. Гистограмма частоты следования щелчков при облучении пленки олеиновой кислоты с концентраций 3 мкг/кв.м. (слева) и 15 мкг/кв.м. (справа)

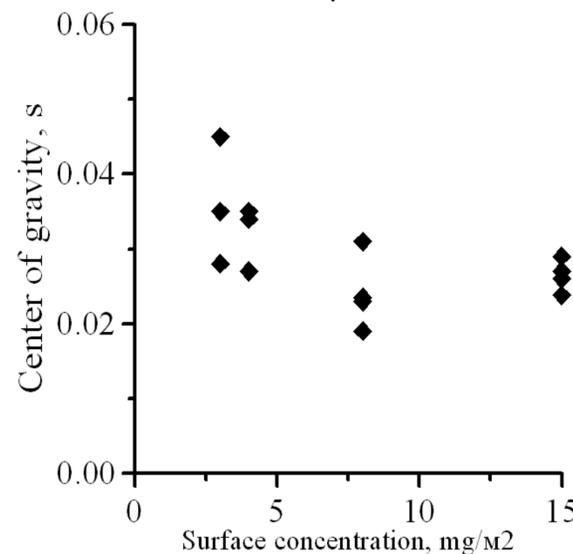


Рис.4. Центр тяжести функции распределения на рис. 3 как функции концентраций олеиновой кислоты

Для получения конкретных соотношений между статистическими характеристиками щелчков и свойствами пленок были проведены измерения в условиях контролируемой толщины пленки (либо концентрации ПАВ). В качестве вещества пленки была выбрана олеиновая кислота (OLE). Пленка наносилась калиброванной пипеткой на поверхность воды, налитой в предварительно протертую спиртом кювету. В качестве источника излучения применялся 10.5 мкм CO2 лазер марки CloudRay мощностью до 40Вт. Излучение через зеркало “заходило” в кювету под прямым углом к поверхности (рис. 1). Аналоговый микрофон размещался в воздухе вблизи кюветы. Сигнал с него оцифровывался посредством АЦП, после чего проходил спектральную обработку.

В ходе проведения экспериментов и анализа данных были получены следующие результаты: 1) оптоакустический эффект имеет пороговое происхождение: треск возникал при концентрациях пленки 2-3 мг/м²; 2) регулярная связь между интенсивностью треска и толщиной (концентрацией) пленки не установлена; 3) частота следования щелчков оказалась неоднозначной функцией концентрации поверхностной пленки в диапазоне концентраций от 2 до 15 мг/м² (рис. 3-4); 4) с увеличением температуры воды частота щелчков растет.

Заключение

Полученные результаты полезны в практической реализации нового оптико-акустического метода дистанционной диагностики пленок разной природы в реальных морских условиях, способствуя развитию новых систем оперативного экологического мониторинга океана и внутренних водоемов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-35-20054, а также в рамках госзадания (тема Разработка радиофизических методов исследования океана (0035-2019-0006)).