

ИНФОРМАЦИЯ

Международная конференция по оптоакустике и оптотермическим явлениям: теория и приложения

Международная конференция по оптоакустике и оптотермическим явлениям: теория и приложения (Conference on Photoacoustic and Photothermal Theory and Application – CPPTA) проходила 25–27 сентября 2013 г. в г. Варшаве (Польша). Она организована факультетом электроники и информационных технологий Варшавского политехнического университета. Председатель конференции – профессор Томаш Старецкий. Состав научного комитета конференции включает 36 ученых из стран Европы, США, Азии.

На Конференции было представлено 6 пленарных приглашенных докладов, 29 устных и более 30 стендовых. Конференция открылась приглашенным докладом профессора M.W. Sigrist (Institute for Quantum Electronics, ETH Zurich, Switzerland) в соавторстве с J.M. Rey и J. Kottmann «Опτικο-акустическая спектроскопия в газоанализе и биомедицинских приложениях».

Обзор методов и техники лазерного газоанализа, включая опτικο-акустические газоанализаторы, был проиллюстрирован успешной разработкой неинвазивного опτικο-акустического сенсора уровня глюкозы в крови. Миниатюрный опτικο-акустический датчик с объемом камеры 78 мм³, связанный волоконно с лазерным источником, крепился на кожу запястья. Он фиксировал диффузию глюкозы через кожу с порогом детектирования 100 мг/дл (при отношении сигнал-шум, равном 1). Это значение попадает в область физиологических вариаций глюкозы в крови 30–500 мг/дл. Первые результаты тестирования подтверждают перспективы создания non-invasive in vivo глюкометра (см. Kottmann J., Rey J.M., Luginbuhe J., Reichmann E., Sigrist M.W. // Biomedical Opt. Express. 2012. N 3. P. 667–680).

Пленарный доклад P. Hess (Institute of Physical Chemistry, University of Heidelberg, Germany) и A.M. Lomonosov (General Physics Institute, RAS, Russian Federation) посвящен распространению ультразвуковых волн, индуцированных лазерными импульсами в трех-, двух- и одномерных структурах с целью развития методов неразрушающего контроля материалов и конструкций (Lomonosov A.M., Hess P., Mayer A.P. // Appl. Phys. Lett. 2013. V. 101. 031904-1-4).

Возможности определения характеристик слоистых структур, состоящих из периодических слоев (оптически прозрачных и поглощающих излучение) по временной зависимости акустических волн, возбуждаемых лазерными импульсами, обсуждались в докладе В. Wu, С. Frez, G.J. Diebolt «High frequency photoacoustic transients generated at surfaces». Экспериментальные результаты, подтверждающие теоретические выводы, получены с лазерным импульсом 2-й гармоники Nd:YAG-лазера длительностью 10 нс в слоистых средах (слой стекла – слой поглощающей жидкости). По характеристикам опτικο-акустического сигнала авторы предложили метод восстановления геометрических характеристик слоистых структур.

В пленарном докладе «Thermal wave measurements at the nanoscale» J. Pelzl (Institute of Experimental Physics, Ruhr University, Germany) рассмотрены основные принципы калориметрии и спектроскопии наноразмерных структур. Продемонстрированы перспективы исследования спектров поглощения в микроволновом и ИК-диапазонах, спектров рамановского рассеяния при точечном воздействии лазерного излучения на нанобъекты.

В серии представленных на CPPTA-2013 устных докладов выделим те, которые наиболее близки к основной тематике журнала «Оптика атмосферы и океана».

Разработка одночастотного компактного внутрирезонаторного оптического параметрического генератора с накачкой лазером с длиной волны 1,062 мкм представлена в докладе J. Barrientos Barria, J.M. Melkonian, M. Raybaut, J.B. Dherbecourt, A. Godord, M. Lefebvre (Onera, France). При помещении нелинейного кристалла в сплошной интерферометр авторами получена перестраиваемая генерация в области 3,3–3,7 мкм с шириной спектра ≤ 100 МГц и выходной мощностью десятки мВт. Выходное излучение Optical Parametric Oscillator (ОРО) по оптоволокну передавалось на вход опτικο-акустического детектора и использовалось для измерения спектров поглощения метана и водяного пара. Целый ряд докладов продемонстрировал развитие взаимодополняющих друг друга технологий опτικο-акустического газоанализа с использованием различных типов диодных лазеров ИК-диапазона. Обзор ОА-газоанализаторов с кварцевыми резонаторами в качестве микрофонов C₂H₆, NO, CH₄, N₂O с минимально детектируемыми концентрациями от 740 pptV (C₂H₆) до единиц ppbV (NO, CO, CH₄, N₂O) дан в докладе F.K. Tittel (Rice University, Houston, USA) с соавторами. Описание разработок этой группы содержится на сайте <http://ece.rice.edu/lasersci/>.

В докладе специалистов ИОА СО РАН показана эффективность использования резонансных дифференциальных ОА-спектрометров с диодными лазерами как для фундаментальной спектроскопии высокого разрешения метана в практически важном спектральном интервале 1,65 мкм (используемом для мониторинга метана в атмосфере), так и для диагностики эмиссий метана в окружающую среду, например из угольных пластов (Yu.N. Ponomarev, V.A. Kapitanov «Dual channel diode laser spectrometer with ring type photoacoustic detector for high resolution spectroscopy and gas analysis»). В докладе В.Г. Ageev, Yu.N. Ponomarev, V.A. Sapozhnikova «Laser Photoacoustic Method in dendrochronology: 300-years CO₂ chronology of annual tree rings» метод многоволнового опτικο-акустического лазерного газоанализа с перестраиваемым CO₂-лазером использован для получения распределения CO₂, H₂O и отношения ¹²CO₂/¹³CO₂ в годовых кольцах хвойных деревьев на временных интервалах глубиной до 300 лет. Проблемы миниатюризации опτικο-акустических

сенсоров, интегрированных в кремниевые технологии, рассмотрены в докладе J. Ronxel, B. Parvitte, A. Gilere, S. Nikoletti, M. Brun, S. Boutami, A. Grarny, A. Walther, R. Vallon, V. Zeninary (Reims University, CEA, LETI, MINATEC, Grenoble, France).

Проведено численное моделирование характеристик микрооптико-акустических ячеек, в которых детектирование амплитуды акустического сигнала обеспечивается применением кантилеверов вместо микрофонов.

Завершенная разработка оптико-акустического двухканального лазерного гигрометра для самолетных комплексов по международным проектам CARIBIC и EUFAR/DENCHAR представлена в докладе D. Tatrai, Z. Bozoki, G. Gulyas, A. Varga, G. Srabo (University of Szeged, Hilase Ltd, Hungary). В бортовом гигрометре используются диодный лазер с длиной волны 1,392 мкм и две оптико-акустические ячейки, работающие на продольном резонансе. В этом же университете разработан многоволновой оптико-акустический спектрометр для исследования поглощения сажевого аэрозоля на основной частоте генерации неодимового лазера и частотах 2-, 3- и 4-й гармоник. Результаты измерений сопоставляются с данными измерений на аэталометре с семью длинами волн и демонстрируют хорошее согласие. Основные методы и экспериментальная техника описаны в публикации (Ajfai T., Filep A., Schnaifer M., Linke C., Vragel M., Bozoki Z., Srabo G., Leisner T. // J. Aer. Sci. 2010. V. 41. P. 1020–1029).

Численное моделирование оптико-акустических ячеек открытого типа выполнено в ряде работ группы под руководством Т. Starecki (Institute of Electronic Systems, Warsaw University of Technology). Методом параметрического анализа исследованы характеристики дифференциальных оптико-акустических ячеек в виде классического резонатора Гельмгольца (Geras A., Starecki T. // J. Thermophys. 2013. doi: 10.1007/s10765-013-1497-9).

На СРРТА-2013 состоялась презентация нескольких оптических фирм, в том числе польской фирмы GASERA, которая рекламировала модуль оптико-акустического газоанализатора для коммерческих Фурье-спектрометров. Оптико-акустическая ячейка объемом 10 мл изготовлена из нержавеющей стали. В ней использован оптический кантилеверный микрофон с встроенным лазерным интерферометром. Оптимальный режим работы оптико-акустического модуля PA101 в составе Фурье-спектрометров обеспечивается при частоте сканирования 2,5 кГц или менее. Прибор тестирован на спектрах поглощения CH₄, NO, H₂O в диапазоне длин волн от 1200 до 2000 см⁻¹.

На Конференции была четко продемонстрирована тенденция быстрой коммерциализации разработок научных групп, работающих в тесном контакте с коммерческими фирмами и с участием специалистов из этих фирм на этапе завершения экспериментальных образцов новой техники и ее испытаний. СРРТА-2013 была хорошо организована. Участники имели возможность для детальных обсуждений. В будущем планируется придать этой Конференции регулярный характер.

Ю.Н. Пономарев