

**ИК-влагометрия**

Последние годы отмечены существенным прогрессом в создании инфракрасных (ИК) свето- и фотодиодов, работающих при комнатной температуре и пригодных для применения в оптических анализаторах, использующих измерение поглощения вблизи фундаментальных полос метана  $\nu_3$  (3.3 мкм) и аммиака (3 мкм) [1]. При этом благодаря использованию сильно легированных подложек арсенида индия удается получать конструкции «флип-чип» со свободной от контактов излучающей поверхностью, что создает благоприятные условия для оптической стыковки последней с иммерсионными линзами, позволяющими значительно уменьшить потери на отражение и сузить диаграмму направленности излучения.

Вода является едва ли не самым важным компонентом, контроль за содержанием которого важен в пищевой деревообрабатывающей, химической и др. отраслях промышленности. В ФТИ им. А.Ф. Иоффе были проведены исследования, направленные на создание датчиков, измеряющих содержание воды в ее смесях с углеводородами [2, 3], однако, не было сделано попыток создания датчиков влажности воздуха вблизи основной полосы поглощения – 2.7 мкм.

В данном протоколе мы сообщаем о предварительных результатах по измерению влажности воздуха с использованием иммерсионных оптоэлектронных компонент, работающих вблизи основной полосы поглощения паров воды – 2.7 мкм.

Свето- и фотодиоды были получены, как описано в [1] и патенте РФ # 2261501. Диоды дополнительно содержали иммерсионные линзы диаметром 3.3 мм, изготовленные из антимонида кадмия. Спектральные характеристики диодов представлены на Рис.1, из которого видно, и спектры диодов, и их произведение, представляющее собой спектр «чувствительности» оптопары, перекрывается с коротковолновой стороны ( $\lambda=2.6-2.9$  мкм) со спектром поглощения паров воды, взятого нами из базы HITRAN.

Экспериментальная установка включала оптическую кювету со сферическим зеркалом и окном из кварца, светодиод 2.9 мкм в корпусе типа «винт», соединенный с генератором MIRDOG-G (200 мА, 2 кГц, 100 мкс), фотодиод 2.9 мкм в корпусе типа «винт», соединенный с предварительным усилителем MIRDOG-A, как показано на Рис.2. Выход усилителя был подсоединен к А/Д конвертеру, сигнал которого вводился в компьютер. Генератор влажного воздуха был собран на основе аквариумного микрокомпрессора, прокачивающего («пробулькивающего») воздух через воду, находящуюся при комнатной температуре (20°C).

На Рис 3 приведена зависимость сигнала на фотодиоде от времени, показывающая следующие фазы эксперимента:

- 1) квазистабильное состояние при постоянной продувке влажного воздуха через кювету ( $t=0-600$  с).
- 2) резкое увеличение величины сигнала при замещении в кювете влажного воздуха более сухими, взятым из атмосферы комнаты, в которой проводились измерения ( $t=600-610$  с)
- 3) постепенное падение сигнала, вызванное поглощением парами воды при постепенной замене «сухого» воздуха смесью, поступающей из генератора влажности ( $t=610-1080$  с).
- 4) повторение тех же фаз, что и в 1) 2) 3) ( $t=1080-1400$  с).

Как следует из полученных результатов, имеются хорошие перспективы для создания оптических анализаторов влажности на основе оптопар 2.9 мкм. Среди ближайших задач, которые необходимо решить для создания таких анализаторов являются проведение температурной коррекции выходных сигналов с помощью аналитических выражений и стабилизация сигналов за счет использования регулируемого термоохлаждения. Последнее будет также полезным для увеличения чувствительности сенсора из-за увеличения отношения сигнал/шум оптопары и получения большего перекрытия спектра «чувствительности» со спектром паров воды за счет сдвига спектральных характеристик диодов в коротковолновую сторону при понижении температуры.

Отметим, что описанный выше датчик может быть применен для измерения влажности природного газа, например в трубопроводах, поскольку газ (в основном, метан) прозрачен для излучения в области 3 мкм.

**St.Petersburg, February 20, 2006**

**Water vapor measurements**

Recent years have seen extensive research of the mid-IR (2-5  $\mu\text{m}$ ) diodes and as a consequence robust resonant cavity LEDs, optically pumped LEDs with structured surface, uncoated LEDs with flat surface and immersion lens LEDs and have already approached the 1 mW output power range. The latter has an advantage of narrow (collimated beam) that is convenient to use in optical instrumentation.

<sup>1</sup> Boris A. Matveev, Meyrhan Aydaraliev, Nonna V. Zotova, Sergey A. Karandashov, Natalia D. Il'inskaya, Maxim A. Remennyi, Nikolai M. Stus', Georgii N. Talalakin, «Flip-chip bonded InAsSbP and InGaAs LEDs and detectors for the 3  $\mu\text{m}$  Spectral Region» IEE Proc.-Optoelectronics 2003, v.150, No 4, pp.356-359

<sup>2</sup> B. A. Matveev, N.V.Zotova, S. A. Karandashev, M. A. Remennyi, N. M. Stus' and G.N.Talalakin "3.4  $\mu\text{m}$  "Flip-chip" LEDs for Fiber Optic Liquid Sensing" Proceedings of the 1-st International CONFERENCE on ADVANCED OPTOELECTRONICS and LASERS (CAOL'2003), September 16-20, 2003 Alushta, Crimea, Ukraine v.2, pp138-140

<sup>3</sup> B.A. Matveev, G.A. Gavrillov, V.V. Evstropov, N.V. Zotova, S.A. Karandashov, G.Yu. Sotnikova, N.M. Stus', G.N. Talalakin and J. Malinen, "Mid-infrared (3-5  $\mu\text{m}$ ) LEDs as sources for gas and liquid sensors", Sensors and Actuators, B 38-39, (1997) 339-343

