

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОФИЗИКИ

**Труды Международной
молодежной научной школы**

Томск, 25–26 сентября 2017 г.



**ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2017**

Сенсоры на основе органических тонкопленочных лазеров

И.Л. Лапина¹, Е.Н. Тельминов², Е.Н. Никонова²

¹Томский государственный университет, г.Томск, Россия,

²Сибирский физико-технический институт
имени академика В.Д. Кузнецова, г. Томск, Россия

В настоящее время внимание ученых сосредоточено на исследовании возможности создания люминесцентного сенсора на нитросоединения для мониторинга окружающей среды. Нитросодержащие вещества содержатся в промышленных отходах и являются токсичными для живых организмов. Благодаря своей способности образовывать стабильные и обратимые комплексы с переносом заряда с веществами, которые содержат слабосвязанные электроны, нитросоединения являются анализитами для люминесцентных методов.

Тонкопленочный лазер на красителях имеет высокую обнаружительную способность [1]. Даже при малых концентрациях молекул нитросоединений, лазер способен реагировать на аналит с достаточно большой скоростью. Порог генерации лазерного красителя растет из-за влияния молекулы аналита на молекулу сенсора. Работая с таким датчиком, достаточно работать в припороговом режиме. Тогда будет получен сенсор-индикатор с высокой чувствительностью на нитросоединения.

Обнаружение скрытых взрывчатых веществ является сложной задачей, но разработан абсолютно новый способ обнаружения их с помощью лазерного датчика, который способен к обнаружению молекул взрывчатых веществ при концентрациях 10 частей на миллиард (ppb) [2].

Лазер изготавливается из тонкой пленки 9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl в PFO на гофрированной кремниевой подложке. В таком варианте получается лазер с распределенной обратной связью. При оптической накачке азотным лазером в исследовании изучали воздействие паров 1,4-dinitrobenzene (DNB) с концентрацией 9,8 частей на миллиард в азоте. Излучение света обрывается после 4–5 мин взаимодействия лазерного сенсора с аналитом, как показано на рис. 1. Пороговая энергия 6,8 мкДж, после 5-минутного воздействия пороговая энергия накачки составляет 12,4 мкДж, а после восстановления – 6,8 мкДж. Люминесцентные свойства лазера восстановились в течение 3,5 ч. При продувании азотом восстановление заняло 3 мин [3].

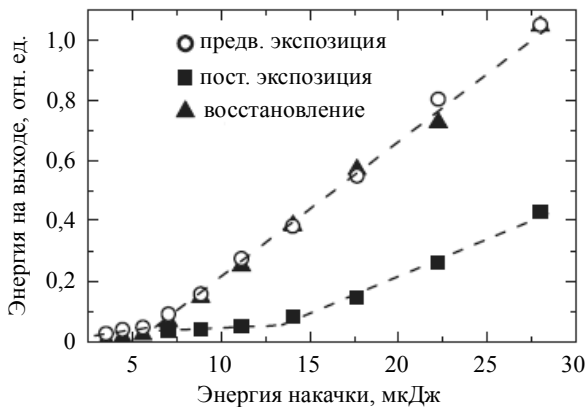


Рис. 1. Энергетические характеристики лазера PFO до воздействия DNB [3]

Видно, что, когда лазер подвергается воздействию паров DNB, порог генерации увеличивается в 1,8 раза с 6,8 до 12,5 мкДж. Изменение светового потока может быть описано с помощью эффективности чувствительности рис. 2.

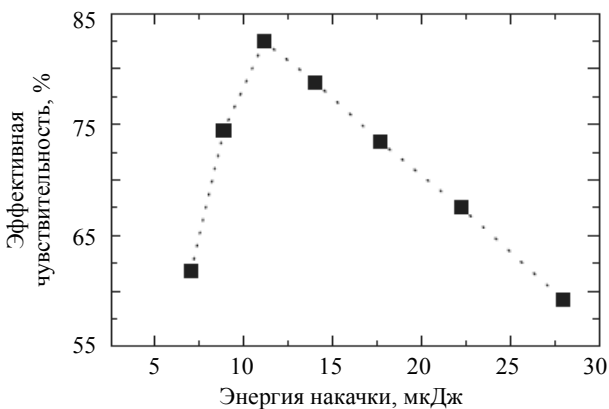


Рис. 2 Зависимость чувствительной эффективности от энергии накачки [3]

Максимальная эффективность чувствительности зондирования 82 % достигается при энергии накачки, близкой к порогу генерации лазера [3].

Рассмотрев лазерные сенсоры на нитросоединения можно сделать вывод, что данный метод обнаружения взрывчатых веществ эффективен. Это связано с высокой чувствительностью и быстродействием лазера на пары нитросоединений. Даже при малейших изменениях концентрации аналита в газе повышается порог генерации лазера, впоследствии происходит срыв генерации. Таким образом, данный метод обнаружения нитросоединений является перспективным в области сенсорики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Lapina I.L., Gadirov R.M.* Stimulated emission in organic films for longitudinal pulsed pumping // Изв. вуз. Физика. – 2015. – Т. 58. – № 10/3. – С. 235–237.
2. *Tessler N., Denton G. J. and Fried R.H.* // Nature. – 2000. – V. 87. – No. 9. – P. 382.
3. *By Ying Yang, Grahan A., Turnbull S.* Sensitive explosive vapor detection with polyfluorene // Advanced Functional Materials. – 2010. – V. 20. – P. 2093–2097.

Лапина Инна Леонидовна, аспирант; inna_lapina_92@mail.ru;

Тельминов Евгений Николаевич, к.ф.-м.н., доцент; telminov@ngs.ru;

Никонова Елена Николаевна, мл. науч. сотр.; ponyavina@ngs.ru.