

Оптический газовый сенсор на основе адсорбции с использованием полированного оптоволокна, интегрированного с однослойными углеродными нанотрубками

Е.О. Жермоленко*, А.А. Мкртчян, Ю.Г. Гладуш

Сколковский институт науки и технологий

*E-mail: egor.zhermolenko@skoltech.ru

DOI:10.31868/RFL.2024.92-93

Методы оптического детектирования газов, в которых применяются оптические волокна, позволяют производить неинвазивное обнаружение газов в реальном времени. Пучок света, распространяющийся в оптическом волокне, имеет гауссов профиль, в результате чего часть электромагнитного излучения, не поместившаяся в сердцевину волокна, «вытекает» из неё в оболочку волокна и затухает в ней экспоненциальным образом. Это часть излучения называется эванесцентной волной. Если снять оболочку волокна до сердцевины путем полировки и на этой границе раздела двух сред (т.е. между сердцевиной волокна и второй средой) расположить материал, поглощающий электромагнитное излучение на длине волны света, распространяющегося в волокне, то эванесцентная волна будет эффективно взаимодействовать с этим материалом. Таким образом, адсорбция газа на поверхность поглощающего материала, который работает в качестве чувствительного элемента, будет менять характеристики этого материала (например, поглощение), в результате чего изменится выходная мощность из полированного волокна (ПВ). Выбор поглощающего материала определяется тем, какой газ необходимо обнаружить. Ян и др. [1] предложили высокочувствительный датчик на основе халькогенидного ПВ для обнаружения летучих органических соединений в среднем инфракрасном диапазоне. Ли и др. [2] предложили сенсор для обнаружения метана на основе фотонного кристаллического ПВ с использованием плазмонного поверхностного резонанса, демонстрирующий высокую чувствительность и линейность. Эти достижения подчеркивают потенциал ПВ в качестве платформы для различных применений в области оптических газовых сенсоров.

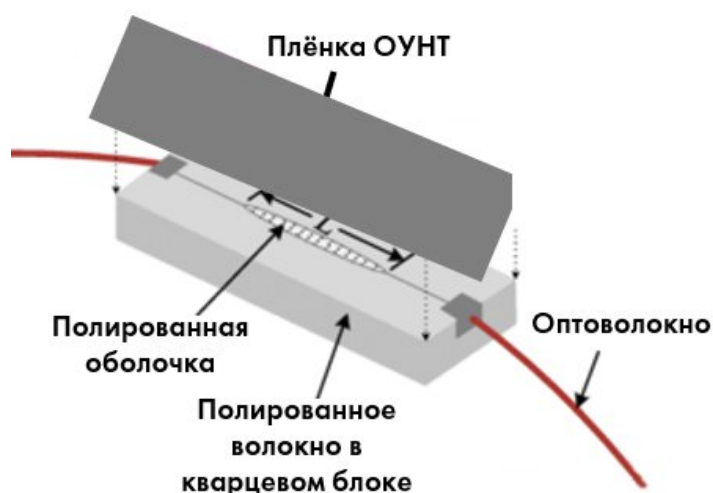


Рис. 1. Схематичное изображение полированного оптоволокна с плёнкой нанотрубок в качестве детектирующего элемента.

В данной работе представлен оптический газовый сенсор, работающий на адсорбции, с использованием ПВ, интегрированного с однослойными углеродными нанотрубками (ОУНТ). Сенсор на базе ПВ с ОУНТ демонстрирует возможность одновременного детектирования NO_2 оптическим и резистивным способом. Также исследуются зависимость от окружающих условий и характеристики датчика. Устройство обладает хорошим пределом детектирования (0.5 ppm ; $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$), чувствительностью и временем отклика (≈ 1 секунды), учитывая простоту исполнения и невысокую стоимость комплектующих. Данный сенсор демонстрирует потенциал для коммерциализации и применения в различных областях, но, тем не менее, требуется дополнительная работа по усовершенствованию характеристик обнаружения и расширения диапазона детектируемых газов для более широкого использования.

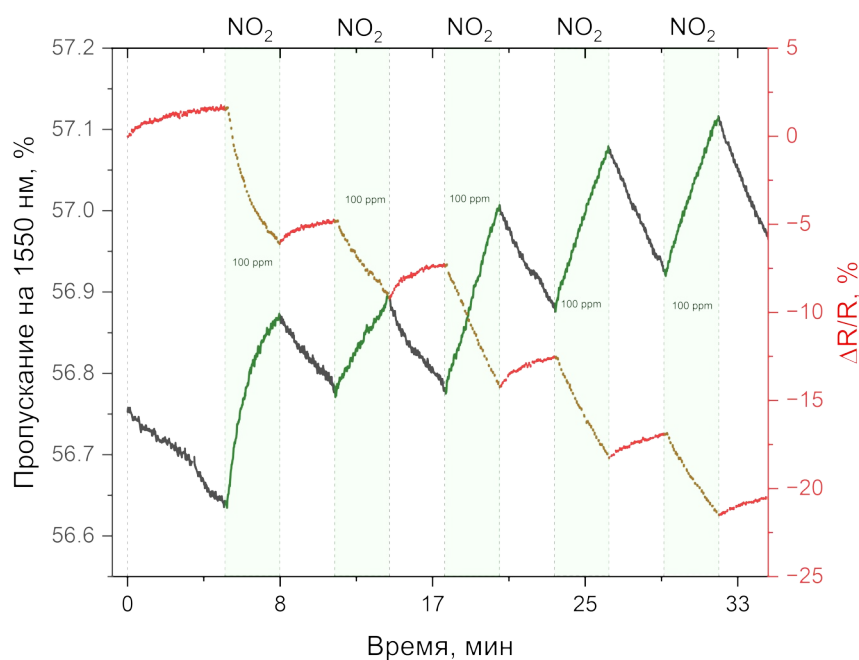


Рис. 2. Пропускание и относительное изменение сопротивления при 0,01% NO_2 в N_2 .

Литература

- [1] Yang, Yitao, et al. *Ceramics International* **49(1)** 1291-1297 (2023).
- [2] Li, Yuxin, et al. *Physica Scripta* **98(6)**, 065533 (2023).