

УДК 681.586.57

Расчет оптимальных характеристик узкополосного ИК фильтра оптического датчика монооксида углерода

Петров В.В. (Университет ИТМО/АО «НПО «Прибор»)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Бахолдин А.В.
(Университет ИТМО)

Введение. Во многих промышленно развитых странах отравление угарным газом (монооксидом углерода или СО) является наиболее распространенным типом смертельного отравления. Предельно допустимая концентрация (ПДК) угарного газа в воздухе рабочей зоны составляет 20 mg/m^3 (0.002%) [1]. Для сохранения жизни и здоровья людей в рабочей зоне требуется постоянный контроль малых, следовых концентраций монооксида углерода, измеряемых в долях на миллион молекул (ppm), на фоне атмосферы. Следовательно, разработка газовых датчиков для индикации СО на уровне долей ПДК является крайне актуальной задачей.

На данный момент для контроля угарного газа зачастую используются недорогие и компактные сенсоры, основанные на электрохимическом, полупроводниковом или оптическом методе детектирования. В отличие от остальных, оптические методы более селективны и позволяют точно определять следовые концентрации целевого вещества на фоне мешающих примесей. На сегодняшний день существуют недорогие оптические сенсоры газа, с пороговой чувствительностью от 5-10 ppm. Однако, указанной чувствительности недостаточно для большинства практических применений [2].

Основная часть. В работе выполнен расчет оптимальных параметров узкополосного ИК фильтра недисперсионного инфракрасного датчика СО. Недисперсионный инфракрасный датчик (NDIR — non-dispersive infrared) является наиболее простым оптическим сенсором для газового анализа. Как правило, датчик состоит из ИК-источника, газовой кюветы, наборов светофильтров, приемников оптического излучения [2]. Функция пропускания NDIR датчика во многом определяется параметрами узкополосного ИК фильтра, а именно шириною на полувысоте δ (FWHM) и положением центральной длины волны λ_c (CWL).

Сложность заключается в том, что необходимо подобрать параметры фильтра так, чтобы сигнал от целевого вещества был близок к максимальному, а сигнал от мешающих примесей (углекислый газ и пары воды) являлся минимально возможным. Перечисленные ранее вещества определяют поглощение «чистой» атмосферы в средней ИК области спектра [3].

Для поиска оптимальных параметров фильтра был выбран спектральный диапазон с основной полосой поглощения СО (4.6-4.65 μm). Исследование функций пропускания в указанном диапазоне позволило определить параметры узкополосного ИК фильтра по максимальному соотношению полезный/мешающий сигнал. Также при расчетах учитывались характеристики реальных ИК фильтров, пропускание которых в области «хвостов» не стремится к нулю.

Выводы. В результате работы рассчитаны параметры узкополосного ИК фильтра датчика, обеспечивающие максимально возможную избирательность к мешающим примесям. А также подтверждена необходимость применения спектров пропускания реальных фильтров, что позволило учесть влияние мешающих примесей в области «хвостов» ИК фильтра.

Список использованных источников:

1. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: дата введения 2018-04-20 / Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации. – Москва: 2018 – 170 с.
2. Hodgkinson J., Tatam R. Optical gas sensing: A Review // Measurement Science and Technology. - 2012. - Vol. 24. - №1. - P. 210-272.
3. Морозов А.Н., Светличный С.И. Основы фурье-спектрометрии. - 2-е изд. - М.: Наука, 2006. - 275 с.