

Principle of operation and application of optical sensors for ammonia detection

Isakulova Marxabo Nemat qizi

Gulmakhmadova Sabina Baxriddin qizi

Abdukholikova Go'zal Ural qizi

Sharof Rashidov Samarkand State University Samarkand, Uzbekistan.

e-mail:isaqulovamarxabo34@mail.com

Abstract. Detection of ammonia (NH_3) gas in the atmosphere and industrial environment is important for environmental monitoring, industrial safety and medicine. Ammonia is a colorless, pungent-smelling gas that can pose a threat to human health at high concentrations. Therefore, the development of sensor technologies that allow its rapid, sensitive and accurate detection is one of the urgent issues. In recent years, optical sensors have been widely studied as one of the promising methods for ammonia detection. Optical sensors are based on the change in optical properties that occurs as a result of interaction with the gas. This article analyzes the principle of operation of optical sensors for ammonia detection, their main types, areas of application, advantages and limitations. Also, the possibilities of increasing the sensitivity and selectivity of optical sensors based on modern nanomaterials are considered.

Keywords: ammonia, optical sensor, gas sensors, spectroscopy, fluorescence, nanomaterials, gas monitoring.

Kirish

Ammiak (NH_3) kimyo sanoati, qishloq xo'jaligi va farmatsevtika sohalarida keng qo'llaniladigan muhim kimyoviy moddalardan biridir. U o'g'itlar ishlab chiqarish, sovitish tizimlari, azotli birikmalar sintezi kabi jarayonlarda keng ishlatiladi. Biroq ammiakning atmosferaga ortiqcha miqdorda chiqishi ekologik muammolarni keltirib chiqarishi hamda inson salomatligiga zarar yetkazishi mumkin. Ammiak gazining

yuqori konsentratsiyasi nafas yo‘llarini zararlashi, ko‘z va teri to‘qimalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli sanoat korxonalarida va laboratoriyalarda uning konsentratsiyasini doimiy nazorat qilish zarur hisoblanadi. Ammiakni aniqlash uchun turli xil sensor texnologiyalari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular orasida elektrokimyoviy, yarim o‘tkazgichli va optik sensorlar mavjud. So‘nggi yillarda optik sensorlar yuqori sezgirlik, tezkor javob berish va elektromagnit shovqinlarga chidamliligi sababli keng qo‘llanila boshladi. Optik sensorlar gaz molekulalari bilan o‘zaro ta’sir natijasida yorug‘likning yutilishi, qaytishi yoki spektral xususiyatlarining o‘zgarishiga asoslanadi.

Ammiakni aniqlashning optik usullari

Optik sensorlar gaz molekulalari bilan o‘zaro ta’sir natijasida yuzaga keladigan optik parametrlarning o‘zgarishiga asoslanadi. Bunday parametrlar qatoriga yorug‘lik intensivligi, to‘lqin uzunligi, absorbsiya darajasi va fluoresensiya kiradi. Ammiakni aniqlashda quyidagi optik usullar keng qo‘llaniladi:

1. Absorbsiya spektroskopiyasi. Bu usul gaz molekulalarining ma’lum to‘lqin uzunligidagi yorug‘likni yutish xususiyatiga asoslanadi. Ammiak molekulalari infraqizil yoki ultrabinafsha diapazondagi nurlanishni yutishi mumkin. Sensor tizimida yorug‘lik manbai, optik yo‘l va detektor mavjud bo‘lib, ammiak mavjud bo‘lganda yutilish spektri o‘zgaradi.

2. Fluoresensiya sensorlari. Ba’zi materiallar ammiak bilan reaksiyaga kirishganda o‘z fluoresensiya xususiyatlarini o‘zgartiradi. Bu o‘zgarish optik signal orqali qayd etiladi. Fluoresensiya sensorlari juda yuqori sezgirlikka ega bo‘lishi mumkin.

3. Rang o‘zgarishiga asoslangan sensorlar. Ba’zi indikator moddalar ammiak bilan ta’sirlashganda rangini o‘zgartiradi. Bunday sensorlar ko‘pincha polimer yoki gel asosidagi optik materiallardan tayyorlanadi.

Optik sensorlarning ishlash prinsipi

Optik sensorlar odatda quyidagi asosiy elementlardan iborat bo‘ladi:

- yorug‘lik manbai (LED yoki lazer);
- sezgir material;
- optik tolalar yoki optik yo‘l;
- detektor;
- signalni qayta ishlovchi tizim.

Ammiak molekullari sensor yuzasidagi sezgir material bilan o‘zaro ta’sirlashganda uning optik xossalari o‘zgaradi. Natijada yorug‘likning yutilishi yoki qaytishi o‘zgaradi. Bu o‘zgarish detektor tomonidan qayd etilib, elektr signaliga aylantiriladi. Optik sensorlarning asosiy afzalliklaridan biri shundaki, ular masofadan turib ham gaz konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, optik sensorlar elektromagnit shovqinlarga sezgir emas va yuqori aniqlikka ega.

Optik sensorlar uchun qo‘llaniladigan materiallar

So‘nggi yillarda ammiakni aniqlash uchun turli xil nanomateriallar asosida optik sensorlar ishlab chiqilmoqda. Ular sensorlarning sezgirliги va selektivligini sezilarli darajada oshiradi. Ko‘p qo‘llaniladigan materiallar quyidagilar:

- metall oksidlari (ZnO , TiO_2 , WO_3);
- grafen va grafen oksidi;
- polimerlar;
- organik indikatorlar;
- kvant nuqtalari.

Masalan, grafen asosidagi sensorlar yuqori elektr va optik xossalarga ega bo‘lib, ammiak molekullarini tez aniqlash imkonini beradi.

Optik sensorlarning afzalliklari

Ammiakni aniqlovchi optik sensorlar bir qator muhim afzalliklarga ega:

- yuqori sezgirlik;

- tezkor javob va tiklanish vaqti;
- elektromagnit shovqinlarga chidamlilik;
- portlash xavfi bo‘lgan muhitlarda xavfsiz ishlash;
- masofaviy monitoring imkoniyati.

Shu sababli ular sanoat korxonalarida, qishloq xo‘jaligida va ekologik monitoring tizimlarida keng qo‘llanilmoqda.

Optik sensorlarning cheklovlari

Shunga qaramay, optik sensorlarning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Masalan, ayrim sensor materiallari boshqa gazlarga ham sezgir bo‘lishi mumkin. Bu esa selektivlik muammosini keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, optik sensorlarning ishlab chiqarish jarayoni ba‘zan murakkab bo‘lishi mumkin. Ba‘zi hollarda sensorlar namlik yoki harorat o‘zgarishlariga sezgir bo‘ladi.

Xulosa

Ammiakni aniqlovchi optik sensorlar gaz monitoringi sohasida muhim texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ular yuqori sezgirlik, tezkor javob va xavfsiz ishlash xususiyatlari bilan ajralib turadi. Zamonaviy nanomateriallar asosidagi sensorlar ammiakni juda kichik konsentratsiyalarda ham aniqlash imkonini beradi. Kelajakda optik sensorlar texnologiyasining rivojlanishi ekologik monitoring, sanoat xavfsizligi va tibbiyot sohalarida yanada keng qo‘llanilishiga olib kelishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. “Ammonia gas sensors based on undoped and Ca-doped ZnO nanoparticles.” RSC Advances, 2024, 14, 5001–5011. DOI: 10.1039/D3RA08181H.
2. Hadi A. A., Shaipuzaman N. N., Aspar M. A. S. M., Salim M. R., Manap H. “Advancements in ammonia gas detection: a comparative study of sensor technologies.” International Journal of Electrical and Computer Engineering, 2024. DOI: 10.11591/ijece.v14i5.pp5107-5116.

3.Kashyap A., Chakraborty B., Hazarika T., et al.“Highly selective ammonia sensing at room temperature using DC plasma-modified MoS₂ nanoflowers.” Materials Advances, 2025.

4.Li X., Zhang Y., Chen H., et al.“Ammonia gas sensor for rapid detection at low concentrations based on micro-arc oxidation composite coatings.”Ceramics International,2025.