

Metoda oznaczania ozonu w powietrzu na stanowiskach pracy

Paweł Wasilewski, Małgorzata Szewczyńska

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy,

e-mail: pawas@ciop.pl

Ozon (CAS: 10028-15-6) (w zależności od stężenia) jest bezbarwnym lub niebieskawym gazem, który skrapla się do ciemnoniebieskiej cieczy [1]. Posiada charakterystyczny zapach, który jest wyczuwalny w powietrzu przy stężeniu powyżej 2 ppm.

Ozon można otrzymać poprzez wykorzystanie generatorów ozonu. Działanie generatorów ozonu polega na przepuszczeniu powietrza pomiędzy dwoma płytkami elektrod podłączonymi do źródła prądu zmiennego – wymagane duże napięcie, bądź wykorzystaniu światła ultrafioletowego o długości fali 185 nm [2]. Ozon powstaje również jako produkt uboczny podczas spawania łukiem gazowo-metalowym (MIG/MAG), zwłaszcza przy spawaniu aluminium.

W Polsce jak dotąd, do oznaczania ozonu wykorzystywano normę PN-Z-04007-2:1994 *Oznaczanie ozonu w obecności tlenków azotu na stanowiskach pracy metodą spektrofotometryczną w świetle widzialnym*, która umożliwia oznaczenie ozonu na poziomie 0,1 mg/m³.

Nowo opracowana metoda polega na reakcji ozonu znajdującego się w powietrzu z azotanem(III) sodu naniesionym na filtr z włókna szklanego. Produktem tej reakcji są jony azotanowe(V), które są ekstrahowane do wody dejonizowanej. Otrzymany w ten sposób roztwór jest analizowany z wykorzystaniem chromatografii jonowej z detektorem konduktometrycznym.

Celem prac badawczych było opracowanie metody oznaczania ozonu w zakresie $1/10 \div 2$ wartości NDS [3], co odpowiada stężeniom $0,015 \div 0,3$ mg/m³, a także wyznaczenie parametrów walidacyjnych oraz ustalenie warunków pobierania próbek powietrza.

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr III.PN.02 pt. „Opracowanie 9 nowych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy”. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura:

- [1] GESTIS (2024). GESTIS Substance database. BG Institute for Occupational Safety and Health, Sankt Augustin, Germany.
- [2] Kogelschatz, U. (1988). Advanced Ozone Generation. Process Technologies for Water Treatment, 87–118.
- [3] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2018, poz. 1286 ze zm.

Ozon – metoda oznaczania w powietrzu na stanowiskach pracy

Autorzy: Paweł Wasilewski*, Małgorzata Szewczyńska

CIOP  PIB

Cel pracy

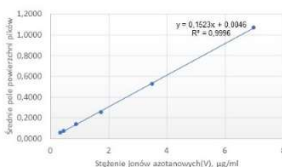
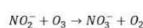
Celem pracy było opracowanie metody oznaczania ozonu na stanowiskach pracy z zastosowaniem chromatografii jonowej z detektorem konduktometrycznym, która umożliwi oznaczanie ozonu w powietrzu na stanowiskach pracy w zakresie $0,015 \pm 0,3 \text{ mg/m}^3$.

Materiały i metody

Do oznaczania ozonu zastosowano chromatograf jonowy Dionex ICS-500 z detektorem konduktometrycznym (Thermo Fisher Scientific, USA), wraz z kolumną anionową IonPac AS22 (250x4 mm, średnica ziarna $6 \mu\text{m}$) z kolumną ochronną AG 22 (50x4 mm, średnica ziarna $11 \mu\text{m}$). Do sporządzenia roztworów zastosowano pipety automatyczne (Brand, Niemcy), do analiz zastosowano wysokiej jakości wodę demineralizowaną otrzymaną z systemu Milli-Q (Millipore, USA). Filtry z włókna szklanego (SKC, USA) o średnicy porów $0,45 \mu\text{m}$, które zostały zaimpregnowane roztworem zawierającym azotan(III) sodu (Merck, USA), węgiel potasu (Merck, USA) i glicerynę (Merck, USA). Wykorzystano następujące odczynniki i roztwory: wzorzec jonów azotanowych o stężeniu 1000 mg/l (Sigma-Aldrich, USA), roztwór wzorcowy anionów nieorganicznych Dionex Seven Anion Standard II (Sigma-Aldrich, USA).

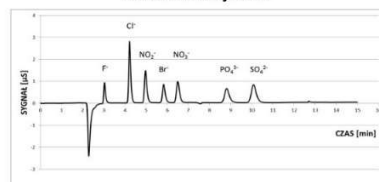
Oznaczanie ozonu w formie azotanów

Metoda polega na zatrzymaniu ozonu obecnego na stanowiskach pracy na filtrze z włókna szklanego, który zaimpregnowany jest azotanem(III) sodu i węglem potasu. Zasada działania metody polega na reakcji azotan(III) znajdującego się na filtrze z ozonem reagując do jonów azotanowych(V), które są oznaczane z wykorzystaniem chromatografii jonowej. Reakcja przebiega następująco:



Rys. 1 Krzywa wzorcową oznaczania jonów azotanowych(V) metodą jonowej chromatografii

Rozdzielenie jonów



Rys. 2 Chromatogram roztworu wzorcowego anionów Dionex Seven Anion Standard II: F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

Podsumowanie i wnioski

W wyniku badań opracowano metodę oznaczania zawartości ozonu na stanowiskach pracy. Zakres oznaczania wynosi $0,015 \pm 0,3 \text{ mg/m}^3$, co odpowiada zakresowi $0,1 \pm 2$ wartości obowiązującego najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS $0,15 \text{ mg/m}^3$). Wyznaczono parametry walidacyjne takie jak granica wykrywalności $0,031 \mu\text{g/ml}$, granica oznaczalności $0,090 \mu\text{g/ml}$, całkowita precyzja badania $6,27\%$, względna niepewność całkowita $13,56\%$ i niepewność rozszerzona $27,12\%$. Opracowana metoda może być wykorzystywana przez laboratoria higieny pracy do oznaczania stężenia ozonu w powietrzu na stanowiskach pracy w celu oceny narażenia pracowników i oceny ryzyka zawodowego.

*Kontakt do autora: P. Wasilewski, e-mail: pawas@ciop.pl

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr III.PN.02.pt. „Opracowanie 9 nowych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy”. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.