

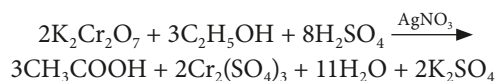
Początkowo do kontroli powietrza wydychanego były stosowane niespecyficzne metody chemiczne wykorzystujące utleniacze chemiczne. Obecnie wśród metod oznaczania etanolu w powietrzu wydychanym dominują trzy zasady fizykochemiczne, na których opiera się sposób pomiaru: półprzewodnikowe, elektrochemiczne utlenianie etanolu oraz absorpcji promieniowania podczerwonego.

Nieprawidłowości w trakcie pomiaru powietrza wydychanego mogą dotyczyć za małej objętości powietrza koniecznej do uzyskania miarodajnych wyników (urządzenie powinno dokonywać pomiaru dopiero, gdy do detektora dotrze powietrze z głębi płuc, a nie z górnych części układu oddechowego). Nie wolno również pozwolić, aby osoba badana paliła papierosy lub przyjmowała leki drogą wziewną pomiędzy pomiarami powietrza wydychanego. Bardzo ważnym zjawiskiem zaburzającym pomiar zawartości etanolu w powietrzu wydychanym jest obecność alkoholu zalegającego w jamie ustnej (*residual alcohol*). Po spożyciu napojów lub produktów zawierających alkohol etylowy (wódek, win, piw, leków ziołowych na bazie etanolu, odświeżacza do ust, czekoladek z likierem itp.) w jamie ustnej może zalegać etanol do 15 min od chwili spożycia. W praktyce alkohol ten zalega nie dłużej niż 10 min, jednak z ostrożności zakłada się, iż należy odczekać nie mniej niż 15 min. W związku z tym w w/w zarządzeniu Komendanta Głównego Policji [2] podano, iż badania *urządzeniami elektronicznymi nie należy przeprowadzać przed upływem 15 minut od chwili zakończenia spożywania alkoholu lub palenia tytoniu przez badanego*.

16.2.1.1

Metody chemiczne

Najstarsze analizatory wydechu wykorzystywały reakcję utleniania etanolu dichromianem(VI) potasu do kwasu octowego (kwas siarkowy(VI) służy m.in. do absorbowania etanolu z powietrza), czemu towarzyszy zmiana zabarwienia związku chromu z pomarańczowego na zielony (odpowiednio z $K_2Cr_2O_7$ na $Cr_2(SO_4)_3$):



Intensywność zmiany zabarwienia pozwalała na szacunkowe określenie zawartości alkoholu w wydychanym powietrzu, zwłaszcza gdy proces wydmuchiwania powietrza był kontrolowany czasowo lub objętościowo (tzw. dmuchanie w balonik o określonej objętości). Dichromian(VI) potasu jako silny utleniacz reaguje w ten sposób z wieloma substancjami organicznymi, dając tym samym potencjalnie wyniki fałszywie pozytywne. Ponadto dichromian(VI) potasu jest rakotwórczy, więc jego stosowanie jest obecnie minimalizowane. Warto zwrócić uwagę, iż naukowcy z Instytutu Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna w Krakowie w 1956 roku opatentowali „Przyrząd do doraźnego wykrywania obecności alkoholu w wydychanym powietrzu” (Patent PRL nr 38118), który wykorzystywał omawianą metodę chemicznego wykrywania etanolu [3]. Na podobnej zasadzie, ale z użyciem innej substancji utleniającej, następuje zmiana zabarwienia z białej na różową (o wzrastającej intensywności barwy różowej dla stężeń 0,2, 0,5 i 0,8%) w handlowo dostępnym testerze Alco2Go [4].

16.2.1.2

Metody półprzewodnikowe

Czujniki półprzewodnikowe (*semiconductor*) wykorzystują przepływ prądu na powierzchni tlenku wchodzącego w specyficzną reakcję z etanolem. W detektorach typu TGS (ang. *Taguchi Gas Sensor*) etanol przenika przez błony półprzepuszczalne do podgrzewanej elektrody półprzewodnika, na której powierzchni dochodzi do redukcji i zmiany impedancji proporcjonalnej do stężenia etanolu w powietrzu [5]. Są to tanie urządzenia o niskim zużyciu energii elektrycznej, które wymagają częstszego wzorcowania niż czujniki elektrochemiczne.

16.2.1.3

Metody elektrochemiczne

Czujniki elektrochemiczne (ang. *Electrochemical Detectors*) wykorzystują reakcję elektrochemiczną utleniania etanolu do kwasu octowego na platynowej elektrodzie katalitycznej, w wyniku której powstaje prąd elektryczny (paliwowe ogniwo elektrochemiczne – ang. *Fuel Cell Detector*). Powstający prąd jest proporcjonalny do zawartości

etanolu w powietrzu. W przypadku stosowania tego typu czujnika może dochodzić do podobnej reakcji z alkoholami I-rzędowymi (np. metanolem) oraz wodorem, natomiast aceton ma ograniczony wpływ na wynik pomiaru.

16.2.1.4

Metoda spektrofotometryczna w podczerwieni

Czujniki wykorzystujące pomiar absorpcji w podczerwieni (ang. *Infrared Detector*, IR) wykorzystują zwykle pomiar absorpcji przy specyficznych dla etanolu długościach fali 3,37 oraz 3,44 μm , który daje sygnał proporcjonalny do stężenia etanolu w powietrzu. Pomiar stosunków absorpcji przy dwóch długościach fali zwiększa swoistość pomiaru i zmniejsza ryzyko interferencji. Na wynik oznaczenia etanolu metodą absorpcji w podczerwieni może mieć wpływ obecność acetonu.

Przykładowe analizatory wydechu mające pozytywną opinię Instytutu Ekspertyz Sądowych w Krakowie przedstawiono w tabeli 16.1. Warto zwrócić uwagę, że w Stanach Zjednoczonych podobną listę analizatorów wydechu wykorzystywanych w celach sądowych (działających na różnych zasadach fizykochemicznych oraz różnych producentów) przygotowuje federalny Departament

Transportu [6]. Zgodnie z amerykańskim prawem analizator dowodowy powinien mieć następujące cechy: zapewnić wydruk co najmniej trzech wyników pomiarów (lub trzech kolejnych wydruków); mieć możliwość przypisania każdemu wykonanemu testowi unikatowego numeru, który użytkownik może odczytać przed każdym badaniem i który jest drukowany na każdej kopii wyniku; możliwość wydruku na każdej kopii wyniku nazwy producenta urządzenia, jego numeru seryjnego i czasu wykonania badania; mieć możliwość odróżnienia etanolu od acetonu na poziomie stężenia alkoholu 0,2‰; możliwość wykonania ślepej próby powietrznej oraz możliwość przeprowadzenia kontroli kalibracji.

Wady i zalety analizatorów wydechu działających w oparciu o różne zasady fizykochemiczne przedstawiono w tabeli 16.2 [5].

Urządzenia stosowane w polskiej policji są poddawane co 6 miesięcy kontroli metrologicznej i wzorcowaniu w akredytowanych laboratoriach. Celem takiego wzorcowania jest oszacowanie niepewności pomiarowej zgodnie z wytycznymi organizacji *European co-operation for Accreditation* i Polskiego Centrum Akredytacji (dla współczynnika rozszerzenia $k = 2$ oraz prawdopodobieństwie rozszerzenia 95%) [8] oraz błędów pomiarowych

TABELA 16.1. Analizatory do badania powietrza wydychanego na zawartość alkoholu, mające pozytywną opinię Instytutu Ekspertyz Sądowych w Krakowie [7]

Urządzenie	Producent	Metoda detekcji	Możliwość wykazania alkoholu zalegającego
Alert® J4X	Alcohol Countermeasure Systems Corp.	półprzewodnikowy	nie
Alcomat® Alcotest® 7110 Alkometr® A2.0	Simens Dräger AWAT	absorpcja w zakresie promieniowania podczerwonego (IR)	tak
Alcotest® 7410 Alcotest® 7410 ^{plus} RS Alkometr® SD-400 Alco-Sensor® IV PBA 3000	Dräger Dräger Lion Intoximeters Inc. Alcohol Countermeasure Systems Corp.	utlenianie elektrochemiczne (EC)	nie
Intox® EC/IR	Intoximeters Inc.	IR oraz EC	tak