

Stanowiska pomiarowe do badania analizatorów wydechu

Robert Kordulasiński, Jolanta Wasilewska, Elżbieta Lenard

Poniższy artykuł przedstawia opis stanowisk pomiarowych do badania analizatorów wydechu oraz problemy związane z wytwarzaniem wzorca stężenia masowego etanolu w powietrzu.

Analizatory wydechu, przyrządy do pomiaru zawartości alkoholu etylowego w wydychanym powietrzu, zwane dalej „analizatorami”, stanowią ważny element polityki państwa w zakresie zapewnienia porządku publicznego, bezpieczeństwa na drogach oraz ochrony zdrowia. Analizatory dzielą się na: dowodowe analizatory wydechu, testery – do pomiarów wstępnych, blokady alkoholowe – stosowane w samochodach przy rozrusznikach, wskaźniki – do użytku powszechnego. Wszystkie te przyrządy są powszechnie stosowane w kraju i na świecie i służą do kontroli trzeźwości. Wielkością mierzoną jest stężenie masowe alkoholu w wydychanym powietrzu. Najczęściej stosowane są przez policję, wojsko, pogotowie, izby wytrzeźwień, straż pożarną, straż graniczną, agencje ochrony, zakłady pracy, przychodnie odwykowe i szpitale.

Spójność pomiarową w Polsce, w zakresie pomiaru zawartości alkoholu etylowego w powietrzu, zapewnia Główny Urząd Miar (GUM).

Analizatory wzorcują się za pomocą tzw. wilgotnych wzorców etanolowych (zalecanych przez OIML – Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej) oraz za pomocą suchych wzorców etanolowych.

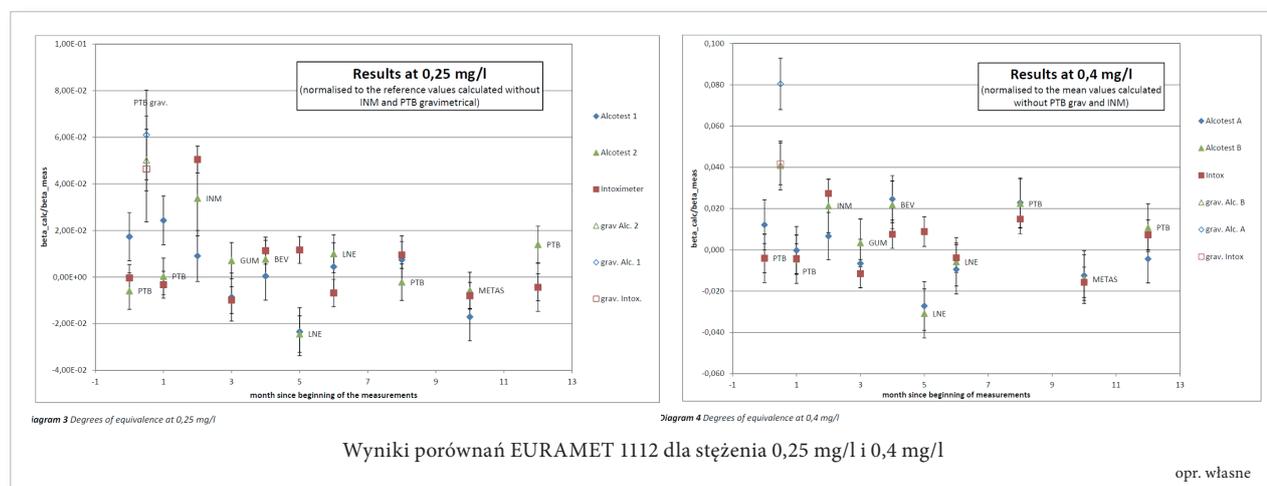
Kompetencje techniczne GUM w zakresie wzorcowania analizatorów za pomocą wytwarzanych *in statu nascendi* wilgotnych wzorców etanolowych zostały potwierdzone w porównaniach międzynarodowych EURAMET 1112 „Wzorce etanolowe”.

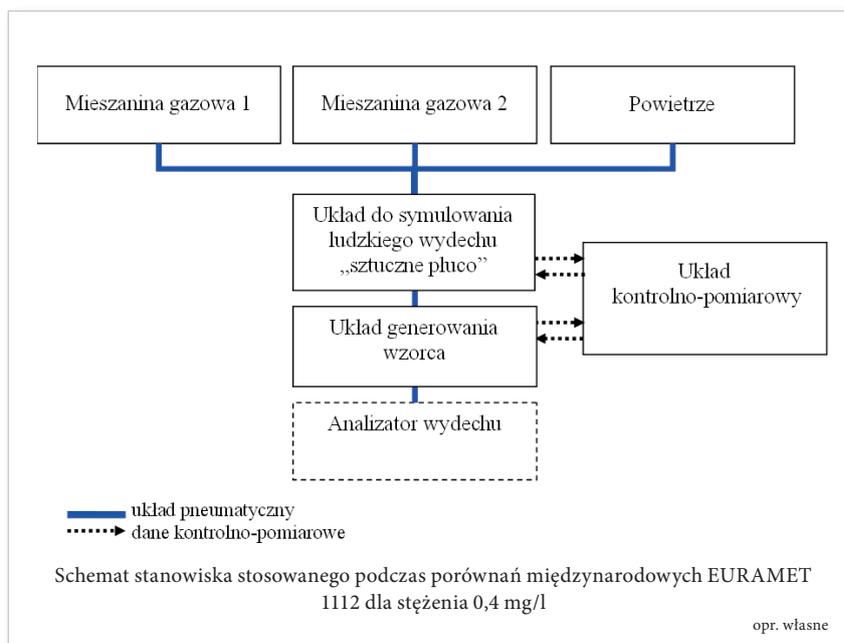
Zdolności pomiarowe i kompetencje techniczne laboratoriów akredytowanych, wzorcujących analizatory na terenie kraju zostały potwierdzone podczas porównań międzylaboratoryjnych krajowych przeprowadzonych przez GUM w 2011 roku.

Stanowisko pomiarowe do wzorcowania analizatorów metodą wilgotnych wzorców etanolowych

Stanowisko pomiarowe składa się z układu do symulacji ludzkiego wydechu, tzw. „sztucznego płuca” oraz układu generatorów wzorców.

Układ generowania wilgotnego wzorca etanolowego składa się z naczyń barbotażowych służących do nasycania przepływającego gazu parami wody i etanolu. Naczynie zawiera roztwór wodny etanolu o odpowiednim stężeniu masowym, utrzymywany w temperaturze 34 °C. Wartość





stężenia masowego etanolu $C_{et(g)}$ (wyrażona w mg/l) w wzorcu gazowym będącym w stanie równowagi z fazą ciekłą wynika z prawa Henry'ego, które dla pary etanol-woda przyjmuje postać tzw. wzoru Dubowskiego.

$$C_{et(g)} = 0,04145 \cdot C_{et(c)} \cdot e^{(0,06583 \cdot t)} \quad (1)$$

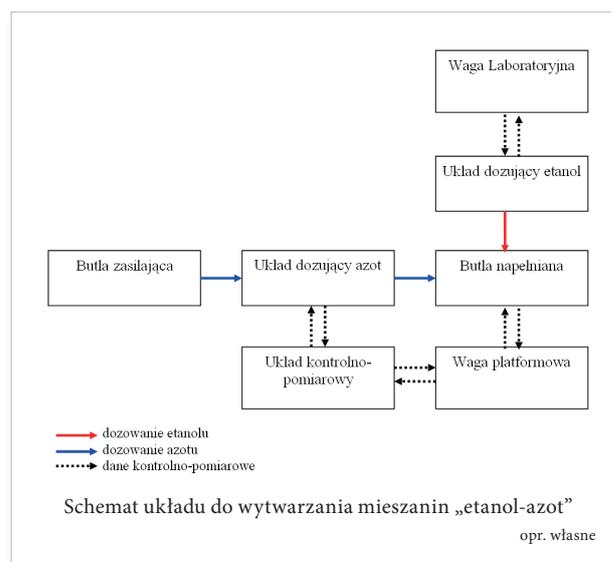
Równanie to zawiera empirycznie wyznaczone współczynniki, dlatego też w Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej M55 GUM w ramach prac badawczo-rozwojowych zaprojektowano, wykonano i uruchomiono stanowiska pomiarowe do wytwarzania i badania analizatorów metodą suchych wzorców etanolowych.

Stanowisko pomiarowe do wzorcowania analizatorów metodą suchych wzorców etanolowych

Metoda wzorców suchych polega na wytworzeniu metodą grawimetryczną, odpowiednim przygotowaniu i podaniu mieszaniny azotu i etanolu, na wejście badanego analizatora.

Do napełnianej butli gazowej, w której wytworzono podciśnienie, podaje się odpowiednią ilość bezwodnego etanolu w fazie ciekłej za pomocą strzykawki dozującej. Etanol pod wpływem niskiego ciśnienia ulega rozprężeniu w butli do fazy gazowej. Następnie do butli wtłacza się odpowiednią ilość czystego azotu, który zarazem przemywa układ aplikacji etanolu. Proces jest nadzorowany przez system kontrolno-pomiarowy.

Układ do wytwarzania mieszanin wzorcowych



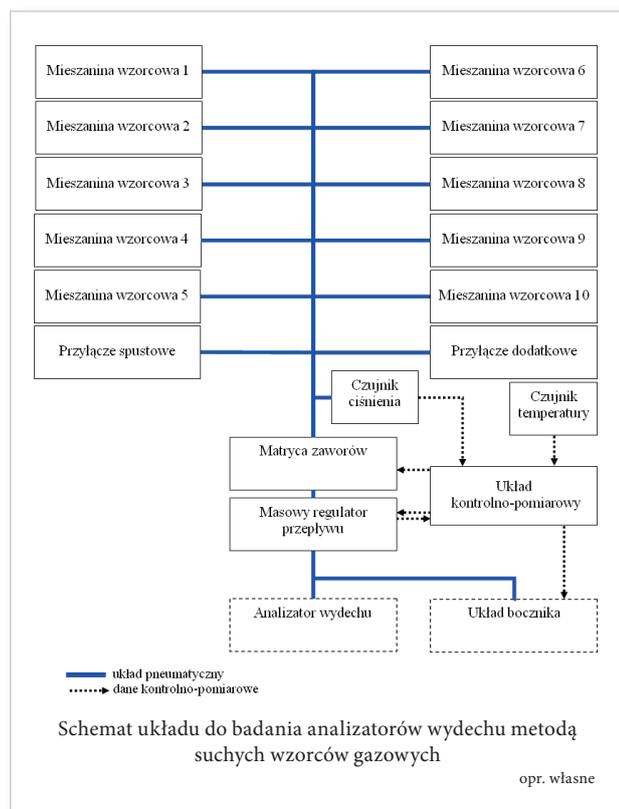
Ułamek molowy wytworzonego wzorca gazowego wynosi:

$$\chi = \frac{\frac{m_{et}}{M_{et}}}{\frac{m_{et}}{M_{et}} + \frac{m_{az}}{M_{az}}} \quad (2)$$

gdzie:

- m_{et} – naważka etanolu,
- M_{et} – masa molowa etanolu,
- m_{az} – masa azotu,
- M_{az} – masa molowa azotu.

Układ do badania analizatorów za pomocą suchych wzorców etanowych



Następnie mieszaninę gazową podłącza się do układu do badania analizatorów, który przygotowuje odpowiednio mieszaninę i wyznacza wartość stężenia etanolu w warunkach pomiaru.

Układ do badania analizatorów wydechu składa się z zestawu butli (z gazem wzorcowym o różnym stężeniu), w których gaz wzorcowy jest kondycjonowany, a następnie doprowadzany układem pneumatycznym do badanego analizatora.

Kondycjonowanie gazu wzorcowego polega na:

- wstępnym zredukowaniu ciśnienia do poziomu ok. 2 bar,

- podgrzaniu do zadanej temperatury,
- wygenerowaniu „wydechu” (z zadaniem przez użytkownika profilem przepływu).

Wartość stężenia etanolu we wzorcu gazowym w warunkach pomiaru oblicza się ze wzoru:

$$C = \frac{\chi \cdot M_{et} \cdot T_n \cdot P_p}{V_n \cdot P_n \cdot T_p} \quad (3)$$

gdzie:

- χ - ułamek molowy mieszaniny wzorcowej,
- M_{et} - masa molowa etanolu,
- T_n - temperatura bezwzględna w warunkach normalnych = 273,15 K,
- T_p - temperatura w warunkach pomiaru (K),
- P_n - ciśnienie w warunkach normalnych = 1013,25 hPa,
- P_p - ciśnienie w warunkach pomiaru,
- V_n - objętość mola gazu w warunkach normalnych = 22,4138 dm³.

Podsumowanie

Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej Głównego Urzędu Miar w ramach prac badawczo-rozwojowych (w latach 2011-2013) opracowało i zbudowało własne układy do badania analizatorów wydechu metodą suchych wzorców etanowych. W chwili obecnej kończą się prace nad układem do badania analizatorów metodą mokrych wzorców etanowych.

Opracowane stanowiska pomiarowe umożliwią:

- przeprowadzenie badań analizatorów wydechu w oparciu o zalecenie OIML R126 (2012),
- nawiązanie partnerskiej współpracy z innymi krajowymi instytutami metrologicznymi (NMI) w zakresie porównań tych wzorców.
- poprawienie wiarygodności i zmniejszenie niepewności wykonywanych pomiarów.