

Badania emisji spalin pojazdu ciężarowego w rzeczywistych warunkach

Jaromir Mysłowski

Streszczenie

W artykule przedstawiono znaczenie oraz przykłady badań pojazdów w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Zapewniają one możliwość przeprowadzenia realnej oceny ekologiczności i energochłonności. Wykorzystanie mobilnych analizatorów z grupy PEMS (Portable Emission Measurement System) to przyszłość w dziedzinie oceny emisji gazów wylotowych, pomiarów CO, CO₂, THC (CH₄ + NMHC), NO_x (NO + NO₂), NH₃, PM. Pokazano metody pomiarowe, zasadę działania oraz analizę otrzymanych wyników.

Słowa kluczowe: emisja spalin, ocena ekologiczności, mobilny analizator SEMTECH DS.

Wstęp

W zakresie badań silników spalinowych oraz pojazdów coraz większą rolę odgrywają pomiary w rzeczywistych warunkach eksploatacji. To spełnienie wymagań badaczy oczekujących zastosowania specjalistycznego oprzyrządowania, które musi spełniać wiele wymogów dotyczących m.in. mobilności, dokładności pomiaru, szybkości rejestracji i innych. Badania podczas rzeczywistej eksploatacji umożliwiają przeprowadzenie realnej oceny ekologiczności i energochłonności pojazdu. Szczególnie przydatne jest to w odniesieniu do samochodów ciężarowych, które nie są badane na hamowniach podwoziowych, a konstrukcja pojazdu i wykorzystanych układów ma duże znaczenie na wymienione parametry. Prognozy wskazują, iż w najbliższym czasie tego typu pomiary stanowiąc będą zasadniczą część procedur homologacyjnych.

Podczas badań wykorzystano mobilny analizator z grupy PEMS (Portable Emission Measurement System) SEMTECH DS do oceny emisji gazów wylotowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji pojazdów. Powyższe analizatory umożliwiają pomiar stężeń CO, CO₂, THC (CH₄ + NMHC), NO_x (NO + NO₂), NH₃, PM, PN, masowego natężenia przepływu gazów wylotowych oraz umożliwiają odczyt parametrów pracy silnika spalinowego z układu diagnostycznego pojazdu. Na tej podstawie wyznaczana jest emisja jednostkowa powyższych związków – wyrażonej w g/(kW·h). Dzięki temu możliwe jest kontrolowanie emisji toksycznych składników gazów wylotowych we wszystkich obszarach pracy silnika spalinowego – obowiązujące testy homologacyjne odwzorowują jedynie reprezentatywne warunki pracy silników pojazdów ciężarowych. Zatem wykorzystywanie analizatorów z grupy PEMS umożliwia kompleksową analizę wpływu warunków pracy zarówno pojazdu, jak i silnika na emisję gazów wylotowych [1, 2].

1. Metodyka badawcza

Objektem badawczym był pojazd ciężarowy MAN (rys. 1.1), przeznaczony do dystrybucji towarów w obrębie miasta. Pojazd posiadał silnik spalinowy o mocy 184 kW i generujący maksymalny moment obrotowy 1000 Nm w zakresie 1100 + 1750 1/min. Pojazd obciążono aparaturą pomiarową oraz częściowo ładunkiem tak, aby odwzorować codzienne dostarczanie towarów do ośrodków handlowych bądź przemysłowych.



Rys. 1.1. Pojazd badawczy MAN [3]



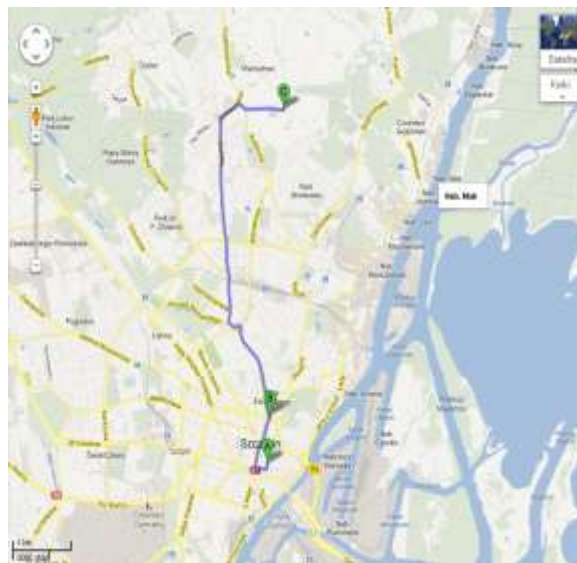
Rys. 1.2. Aparatura pomiarowa [3]

Drogowe badania emisji gazów wylotowych wykonano na dwóch wybranych odcinkach pomiarowych w aglomeracji szczecińskiej. Jak kryteria wyboru tras badawczych wybrano natężenie ruchu drogowego w Szczecinie oraz umiejscowienie stacji pomiarowych skażenia liniowego powietrza atmosferycznego – przeznaczonych głównie do pomiarów skażeń pochodzących z transportu drogowego. Pierwsza trasa pomiarowa (rys. 1.3) rozpoczynała się pod Zachodniopomorskim Urzędem Wojewódzkim przy ulicy Wały Chrobrego (A), a kończyła się przy Urzędzie Miasta Szczecina (C) – ulica Karola Szymanowskiego. W jej połowie znajduje się stacja pomiarowa przy ulicy Piłsudskiego (B) – plac Rodła. Jej łączna długość wynosiła 2,5 km, a średni czas przejazdu około 7 minut.



Rys. 1.3. Trasa pomiarowa nr 1 z zaznaczonym początkiem i końcem (A, C) oraz umiejscowieniem stacji pomiarowej (B), wykonano na podstawie [4]

Trasa pomiarowa nr 2 (rys. 1.4) liczyła długość 7 km i rozpoczynała się na Placu Orła Białego (A). Jej koniec przypadał na ulicy Łącznej (C) – przy stacji pomiarowej. Trasa przebiegała również przy stacji pomiarowej znajdującej się przy ulicy Piłsudskiego (B). Średni czas przejazdu na trasie wynosił około 14 minut.



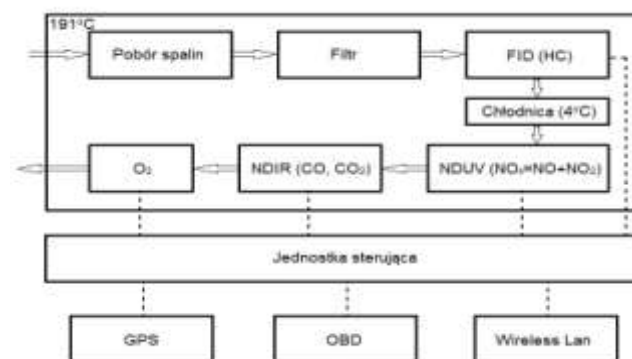
Rys. 1.4. Trasa pomiarowa nr 2 z zaznaczonym początkiem i końcem (A, C) oraz umiejscowieniem stacji pomiarowej (B), wykonano na podstawie [4]

2. Pomiary

2.1. Pomiary urządzeniem SEMTECH DS

Przyrząd może być stosowany zarówno dla silników ZS, jak i ZI, w szerokim zakresie ich pojemności, spełniających normę emisji co najmniej EURO 3. Jego zastosowanie umożliwia realizację pomiaru zużycia paliwa, masowego natężenia spalin, a także zawartości związków toksycznych i szkodliwych w gazach wylotowych, przede wszystkim: CO, CO₂, NO, NO₂ i THC [1,2,4]. Ponadto możliwe jest wyznaczenie zawartości O₂.

Próbka spalin pobierana jest bezpośrednio z układu wylotowego, na końcu którego zamontowana jest sonda masowego natężenia przepływu gazów wylotowych. Próbka gazów transportowana jest przewodem grzanym, którego temperatura wewnątrz wynosi 191°C. Dzięki temu nie skraplają się węglowodory, przed wykonaniem pomiaru ich stężenia. W dalszej kolejności próbka przepuszczana jest przez filtr w celu oczyszczenia jej z cząstek stałych. Następnie spaliny poddawane są badaniom określającym zawartość poszczególnych związków chemicznych.

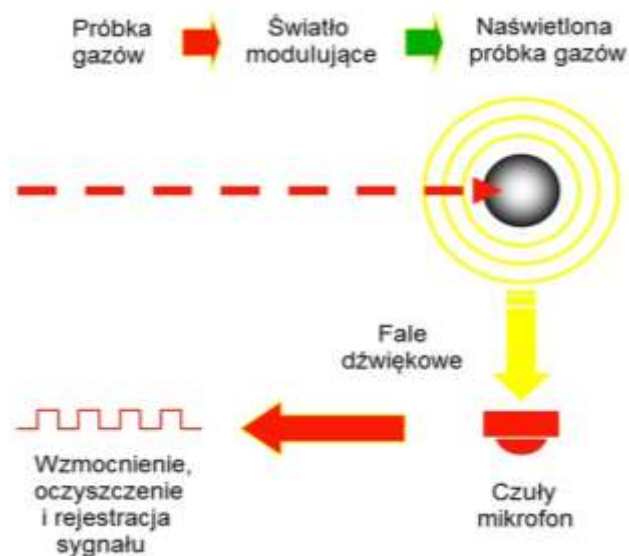


Rys. 2.1. Schemat działania urządzenia SEMTECH DS [3]

2.2. Pomiary mobilnym analizatorem AVL

AVL MSS bazuje na foto akustycznej zasadzie pomiaru. Uproszczony schemat działania przyrządu został zaprezentowany na rysunku 2.2. Na próbkę gazów w której zawarte są cząstki stałe oddziałuje światło modulowane, w wyniku czego badana próbka podlega naprzemiennemu ogrzewaniu i schładzaniu. W rezultacie gaz wewnątrz komory pomiarowej okresowo zmienia swoją objętość. Proces ten generuje drgania ośrodka, powstaje fala dźwiękowa. Przyrząd wyposażony jest w bardzo czułe mikrofony, działające w określonym zakresie amplitud i częstotliwości. Mikrofony mają za zadanie wyłapywanie wytworzonych fal dźwiękowych próbki gazów wylotowych. Jeżeli w próbce jest czyste powietrze (brak cząstek stałych) nie jest rejestrowany żaden dźwięk, natomiast kiedy w gazie pojawiają się cząstki stałe, to zaczyna pojawiać sygnał proporcjonalny do ich stężenia.

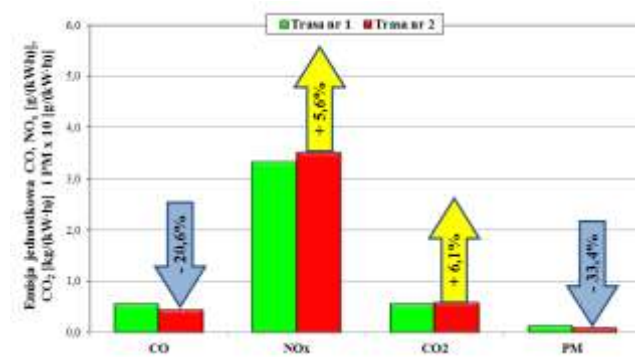
Przyrząd wykonuje pomiar w sposób ciągły i pozwala na bieżący podgląd uzyskiwanych wyników. Aparatura charakteryzuje się bardzo dużą dokładnością – możliwy jest pomiar stężeń na poziomie $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (około 10% wartości limitowanej w normach emisji dla silników o ZS). Dzięki tak dużej czułości urządzenie może być aplikowane także w silnikach o ZI.



Rys. 2.2. Schemat działania analizatora AVL MSS [3]

Emisja badanych szkodliwych substancji na obu trasach miała zupełnie odmienny przebieg i inny poziom wartości. Pomiary wykonywane on-line potwierdziły rozważania teoretyczne dotyczące procesu powstawania zanieczyszczeń emitowanych podczas ruchu pojazdów. Trasa 1-jazda w trybie miejskim w centrum miasta charakteryzowała się nagłymi i stałymi zmianami prędkości, przyspieszeń, zmiany trybów pracy i hamowań. Efektem była wzmożona emisja w przypadku niektórych substancji jak NO_x przekraczająca poziom dopuszczalny przez normę emisji EEV.

Trasa 2 – jazda przez tereny zurbanizowane, na dłuższych dystansach bez nagłej zmiany prędkości. Parametry jazdy bardziej korzystne i emisja szkodliwych substancji na niższym poziomie. W obu przypadkach samochód badawczy nie przekroczył założonych przez normę EEV poziomów emisji najgroźniejszych zanieczyszczeń PM oraz CO i CO_2 , natomiast wartości NO_x przekroczyła wartość współczynnika emisyjności $k_f = 1$.



Rys. 2.3. Emisja jednostkowa CO, CO_2 , NO_x , PM uzyskana podczas badań drogowych[3]

Badania emisji spalin pojazdu ciężarowego w rzeczywistych warunkach potwierdziły rozważania teoretyczne. Ruch ciężkich pojazdów w obrębie aglomeracji miejskich jest największym zagrożeniem dla środowiska naturalnego. Wyposażone w potężne silniki z zapłonem samoczynnym zestawy 40 tonowych ciężarówek z naczepami poruszające się wolno lub jadące od świateł do świateł mimo spełniania wyśrubowanych norm EEV emitują duże ilości szkodliwych związków CO i pyłów zawieszonych PM. Jazda w trybie miejskim powoduje widoczny wzrost emisji substancji stanowiących realne zagrożenie dla zdrowia ludzi oraz środowiska naturalnego.

Problem ten jest bardzo ważny i dotyczy wszystkich metropolii oraz skupisk ludzkich. Przykład Szczecina jest bardzo jaskrawy-w mieście znajdującym się na skrzyżowaniu szlaków wschód –zachód oraz północ-południe stale wzrasta zanieczyszczenie powietrza i budowana obwodnica jest jedynym skutecznym rozwiązaniem tego problemu

Bibliografia

1. Merksiz J., Pielecha J., Radzimirski St.: Emisja zanieczyszczeń motoryzacyjnych w świetle nowych przepisów Unii Europejskiej. WKiŁ, Warszawa 2012.
2. Merksiz J., Kozak M., Andrzejewski M., Molik P., Nowak M., Rymaniak., Ziółkowski A.: The analysis of the emission level from a heavy-duty truck In city traffic, a 2012 update.
3. Combustion Engines 3/2012(150), pp.80-88.
4. Mysłowski J.: Analiza wpływu transportu samochodowego na poziom obciążeń emisyjnych w obrębie aglomeracji Szczecińskiej PPH ZAPOL Szczecin 2013.
5. maps.google.pl

Research of emissions of exhaust gases in real conditions vehicle cargo

Abstract

In this paper presents examples of research of vehicles in real operational conditions. They assure (provide) capability of conducting of real estimate eko and energy consumption. Utilization of mobile analyzer it from group in sphere of estimate of emission of out of gas future (system) PEMS Portable Emission Measurement, THAT measurements, CO,CO₂,THC (CH₄ +NMHC),NO_x(NO +NO₂),NH₃,PM, receive measuring methods .Shows principle of operation and they receive analysis results.

Key words: emission exhaust gases, estimate eko rules, mobile analyzer FOR AFFAIRS SEMTECH.

Autor:

Dr hab. inż. **Jaromir Mysłowski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie