

Zagadnienia oceny wskaźników ekologicznych pojazdów dwudrogowych w aspekcie aktualnych przepisów homologacyjnych

Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz, Michalina Kamińska, Wojciech Jakuszko, Łukasz Rymaniak

Wprowadzenie

Poprawa stanu środowiska naturalnego wymaga coraz nowszych sposobów na obniżenie emisji związków szkodliwych spalin emitowanych przez pojazdy. Jednym z nich jest zastąpienie wyeksploatowanych lokomotyw manewrowych ciągnikami szynowo-drogowymi. Pojazdy takie przystosowane są do przeciążania wagonów, a ich konstrukcja zapewnia dużą funkcjonalność przy niskich kosztach eksploatacji. Głównym celem tego zabiegu jest zmniejszenie negatywnego oddziaływania pojazdu na środowisko i redukcja zużycia paliwa w porównaniu do lokomotywy wykonującej tę samą pracę. Badania emisyjności spalin testowanego pojazdu przeprowadzono podczas rzeczywistych warunków eksploatacji, dzięki czemu uzyskane wyniki są bardziej miarodajne. Celem przeprowadzonych badań było porównanie wskaźników ekologicznych ciągnika dwudrogowego podczas prac wykonywanych na drodze oraz na torze wraz ze wskazaniem różnic wyników uzyskanych podczas badań RDE (*Real Driving Emissions*) w odniesieniu do spełnianej normy podczas testów na hamowni silnikowej. W trakcie badań przeprowadzono pomiary stężenia związków gazowych oraz cząstek stałych. Do wyznaczenia emisji jednostkowej niezbędna była rejestracja masowego natężenia przepływu spalin. Uzyskane wartości odniesiono do norm emisji spalin.

Metodyka badawcza

Badany obiekt wyposażony był w silnik ZS o mocy znamionowej 116 kW oraz objętości skokowej 6,8 dm³. Według danych technicznych zastosowany układ napędowy spełnia normę homologacyjną Stage III B. Podczas badań użyto mobilnego analizatora Micro PEMS Axion R/S+ (rys. 1). Umożliwił on pomiar emisji związków szkodliwych spalin, tj. dwutlenku węgla (CO₂), tlenku węgla (CO), węglowodorów (HC), tlenków azotu (NO_x) i cząstek stałych (PM). Zmierzono również stężenia wcześniej wymienionych gazów wylotowych. Aparatura badawcza wyposażona była w takie systemy, jak CAN, GPS oraz METEO. Obiekt przystosowany był do poruszania się zarówno po drodze gruntowej, jak i szynach kolejowych dzięki zastosowaniu rolek kołowych prowadzących po torach wraz z urządzeniami pociągowo-zderzycznymi. Wyposażenie obiektu w dodatkowe urządzenia robocze umożliwiało wykonywanie przez niego prac manewrowych niezbędnych do przeprowadzonych testów. Badania podzielone zostały na dwa etapy. Pierwszy etap obejmował przejazd obiektu po drodze gruntowej bez



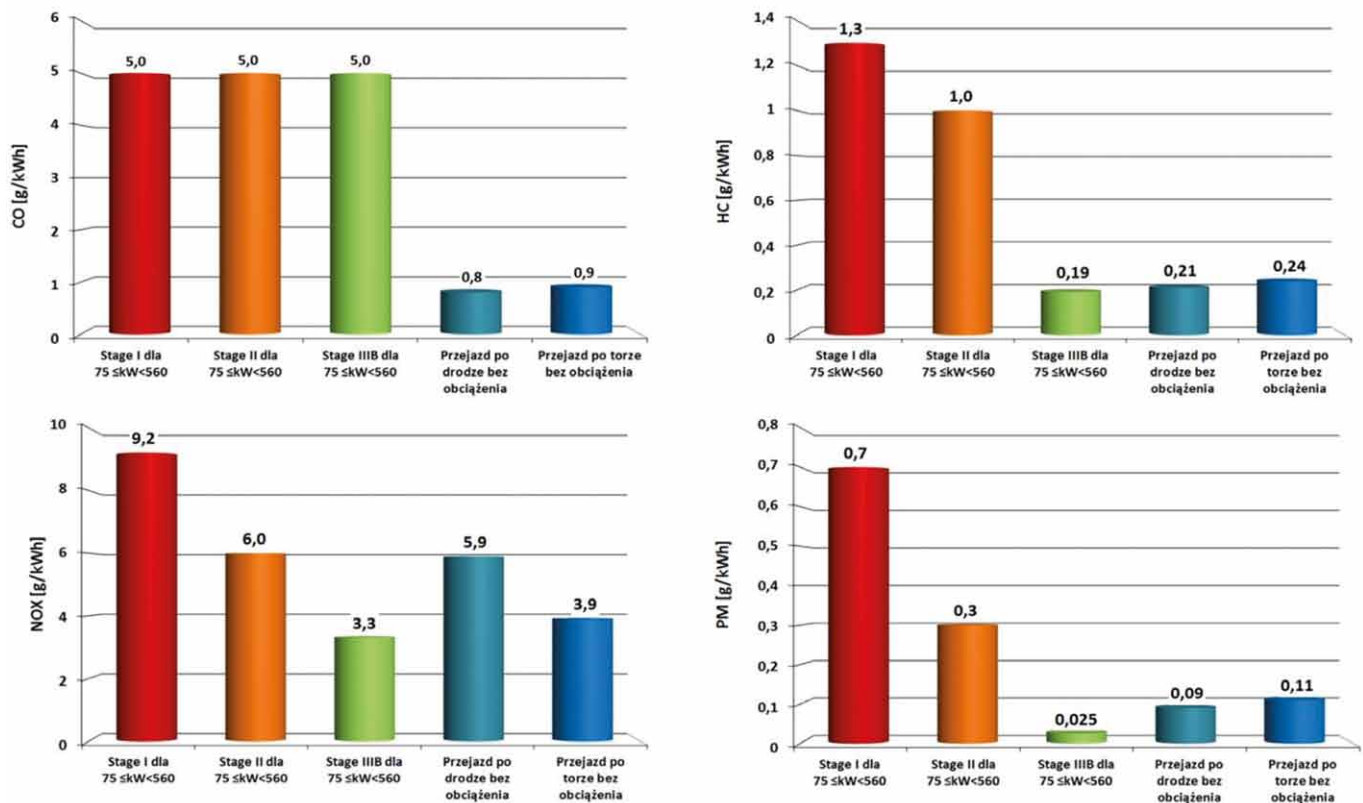
Rys. 1. Ciągnik szynowo-drogowy z podłączoną aparaturą badawczą

obciążenia. Następnie pojazd został wtoczony na szyny kolejowe. Etap drugi dotyczył przejazdu ciągnika wyposażonego w zestaw kołowy po torze bez obciążenia. Na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczono wskaźniki ekologiczne oraz dokonano oceny jednostkowego zużycia paliwa.

Wyniki badań

Dzięki pomiarom emisji spalin w rzeczywistych warunkach ruchu dla obu przejazdów określono zużycie paliwa. W tym celu zastosowano metodę *carbon balance*, wyznaczaną na podstawie ilości węgla znajdującego się w gazach wylotowych emitowanych podczas procesu spalania. Uzyskane wyniki nieznacznie się od siebie różniły. Przejazd ciągnika szynowo-drogowego po torze charakteryzował się zużyciem paliwa o 3% większym (5,1 kg/h) niż w przypadku przejazdu tego samego pojazdu po drodze, dla którego zużycie paliwa osiągnęło wartość 4,25 kg/h. Podczas badań wyznaczono również emisję jednostkową związków toksycznych spalin (rys. 2).

- Przejazd po torze charakteryzował się zużyciem paliwa o 3% większym niż przejazdu tego samego pojazdu po drodze, dla którego zużycie paliwa osiągnęło wartość 4,25 kg/h.
- Mniejszymi wartościami emisji jednostkowej tlenku węgla cechował się etap drogowy (0,75 g/kWh). Dla cyklu przeprowadzanego na torze wartość emisji była o 20% większa



Rys. 2. Emisja jednostkowa związków toksycznych spalin

i wyniosła 0,9 g/kWh. Oba przejazdy cechowały się dużo mniejszymi wartościami niż limit CO normy emisji spalin Stage III B (5,0 g/kWh).

- Mniejsze wartości emisji jednostkowej węglowodorów uzyskano podczas badań po drodze (0,21 g/kWh). Cykl pomiarowy obejmujący etap na torze charakteryzował się wartościami większymi o 14% (0,24 g/kWh). Żaden z przejazdów nie spełnił limitu HC normy emisji spalin Stage III B, który wynosi 0,19 g/kWh.
- W odniesieniu do emisji jednostkowej tlenków azotu mniejszą wartość, równą 3,9 g/kWh, uzyskano podczas przejazdu po torze. Podczas drogowego cyklu badawczego uzyskana emisja była o 2 g/kWh większa i wynosiła 5,9 g/kWh. Żaden z etapów nie spełnił limitu NO_x normy emisji spalin Stage IIIB, który wynosi 3,3 g/kWh.
- Większą emisję jednostkową cząstek stałych (0,11 g/kWh) otrzymano dla przejazdu po torze, po drodze wartość ta równa była 0,09 g/kWh. Żaden z wykonanych cykli nie spełnił limitu PM normy Stage IIIB, który wynosi 0,025 g/kWh.

Podsumowanie

Różnice w zużyciu paliwa wynikają z tego, że podczas przejazdu po torze pojazd napotkał większe obciążenie silnika wynikające m.in. z oporów toczenia, a także pracy układu hydraulicznego i pneumatycznego (układ jezdny i hamulcowy). Przyczyniło się to również do wzrostu emisji CO₂, bezpośrednio związanej z tym parametrem. Etap drogowy charakteryzował

się również mniejszą emisją jednostkową tlenku węgla i węglowodorów ze względu na bardziej efektywny przebieg procesów termodynamicznych (większa temperatura w komorze spalania). Związane jest to głównie z charakterystyką silnika, przy dużych obciążeniach wtryskiwana dawka paliwa nie ulega dokładnemu wymieszaniu i dochodzi do spalania niezupełnego. Przejazd po torze cechował się natomiast mniejszą emisją jednostkową tlenków azotu. Podczas przejazdu po drodze pojazd generował większą moc chwilową, co jest związane ze wzrostem temperatury w komorze spalania, która ma bezpośredni wpływ na zwiększoną emisję NO_x. W przypadku przejazdu po szynach mniejsza również była emisja jednostkowa cząstek stałych. Na jej pogorszenie znacznie wpływa obciążenie silnika pojazdu i jego częste zmiany, które wiążą się z koniecznością doprowadzania większej ilości paliwa do komory spalania, co może prowadzić do zwiększenia lokalnych udziałów spalania niezupełnego i niecałkowitego w cylindrach jednostki napędowej. ■

Maciej Andrzejewski, Paweł Daszkiewicz,
Michalina Kamińska, Wojciech Jakuszko -
Łukaszewicz - Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”;
Łukasz Rymaniak - Politechnika Poznańska