

Jan FILIPCZYK

WPLYW ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH I STANU TECHNICZNEGO SILNIKA NA POZIOM EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu stanu technicznego silnika na poziom emisji zanieczyszczeń dla pojazdów o różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych i różnym przebiegu.

THE INFLUENCE OF THE ENGINE CONSTRUCTION AND ENGINE TECHNICAL CONDITION ON TRAFFIC EMISSION

Summary. This paper presents the results of the measurements the influence of the engine technical condition on traffic emission from different vehicles.

1. WPROWADZENIE

Prezentowane w artykule wyniki są rezultatem kontynuowania badań dotyczących wpływu rozwiązań konstrukcyjnych i stanu technicznego silników samochodowych na poziom emisji zanieczyszczeń, zapoczątkowanych w 2006 roku. Wyniki przeprowadzonych badań wstępnych [1] pozwoliły na sformułowanie wniosków dotyczących konieczności opracowania współczynników uwzględniających stan techniczny pojazdu w szacowaniu poziomu emisji spalin w ruchu drogowym.

Prawidłowa ocena poziomu emisji spalin jest istotnym zagadnieniem zarówno w przypadku obliczania poziomu emisji w ruchu drogowym, z wykorzystaniem istniejących pakietów programów obliczeniowych, jak i w przypadku szacowania poziomu emisji spalin w obiektach obsługowo-naprawczych, niezbędnego do prawidłowego zaprojektowania systemu wentylacji oraz oceny zagrożeń występujących podczas pracy.

Stosowane są dwa rodzaje metod obliczania ilości emitowanych zanieczyszczeń przez silniki samochodowe: metody wykorzystujące wzory empiryczne opracowane na podstawie badań stanowiskowych samochodów, klasyfikowanych wg norm prawnych dotyczących emisji spalin [2,3,4,5], oraz metody obliczania ilości emitowanych, podstawowych składników spalin z uwzględnieniem jednostkowego zużycia paliwa przez samochód i czasu przejazdu [6]. W stosowanych obecnie metodach szacowania emisji spalin nie uwzględnia się wpływu stanu technicznego pojazdu na wzrost poziomu emisji zanieczyszczeń.

Odrębnym zagadnieniem jest wykorzystywanie pomiaru zawartości szkodliwych substancji w spalinach jako nośnika informacji o stanie technicznym pojazdu. Obecnie stosowane metody badania emisji gazowej przez samochody w trakcie obsługi technicznych i badania pojazdów nie mogą być traktowane jako miarodajne kryterium stanu technicznego silnika, zwłaszcza silników o zapłonie samoczynnym i silników o zapłonie iskrowym

z elektronicznymi układami sterowania i reaktorami katalitycznymi oraz silników zasilanych paliwami alternatywnymi.

Stosowana w praktyce eksploatacyjnej, zarówno podczas okresowych badań kontrolnych, jak i w czasie okresowych obsług technicznych, metodyka badań w zakresie emisji spalin silników nieobciążonych uniemożliwia prawidłowe wnioskowanie o ich stanie technicznym. Monitorowanie stanu układu sterowania silnika przez pokładowy system diagnostyczny nie zapewnia wykrywania uszkodzeń emisyjnych w ich wczesnej fazie rozwoju. Z tego powodu samochód może być eksploatowany przy zwiększonej emisyjności i w stanach powodujących pogorszenie własności trakcyjnych lub przyspieszających zużycie elementów silnika [7].

2. PROGRAM BADAŃ

Zbadano zawartość toksycznych substancji w spalinach dla 100 pojazdów wyposażonych w silniki o różnych konstrukcjach i stanie technicznym. Zastosowano metodykę badania zgodnie z obowiązującymi przepisami dla okresowych badań kontrolnych. Porównano wyniki badań z wymaganiami technicznymi dla pojazdów dopuszczonych do ruchu drogowego w Polsce [8] oraz granicznymi wartościami emisji określonymi przez producentów pojazdów.

3. WYNIKI BADAŃ

Przykładowe wyniki badań stopnia zadymienia spalin silników ZS oraz zawartości poszczególnych substancji w spalinach silników ZI przedstawiono w tablicach 1 i 2.

Tablica 1
Przykładowe wyniki pomiaru zadymienia spalin w silnikach ZS

Lp.	Marka	Rok produkcji	Przebieg Calkowity	Przebieg od ostatniej naprawy	k_{max} [m ⁻¹]
1	Ford Transit	1995	230000		2,37
2	Citroen Xsara 1,9	1999	185585	80000	0,13
3	Fiat Punto 1,9	2000	71283		0,33
4	Nissan Primera 2,0	1992	195000		0,88
6	Mercedes 124 3,0	1988	330000		3,81
7	Citroen AX 1,4	1991	200000		1,18
8	Mercedes Sprinter2,9	1999	324125		3,04
9	Toyota Avensis 2,0	2002	115000		0,34
10	Renault Trafic 1,9	2003	114000		2,26
11	Opel Vectra 2,0	1997	161000		0,96
12	VW Passat 1,9	2003	80000		0,72
13	VW Passat 1,9	1993	190000		1,69
15	VW Golf II 1,6	1988	270000	30000	5,17
16	Ford Transit 2,5	1991	82000	7000	0,18
17	VW Passat 1,9	1991	249000	5000	2,16
18	Opel Monterey 3,1	1993	187000	17000	0,43
19	Mercedes Sprinter2,5	2001	130000		0,87

Tablica 2

Przykładowe wyniki zawartości poszczególnych substancji w spalinach silników ZI

Lp.	Marka	Rok Produkcji	Przebieg całkowity	Przebieg od ostatniej naprawy	Procentowa zawartość w spalinach poszczególnych składników [%]				Lambda
					CO ₂	CO	O ₂	HC	
1	Opel Omega 2,0	1994	220000	1000	10,42	0,06	7,23	104	0,998
2	Honda Civic 1,5	1992	130000		14,7	0,2	1,04	151	1,027
3	Skoda Fabia 1,4	1999	117291		14,5	0,05	0,65	52	1,023
5	Fiat Cinquecento	1997	43000		12,3	0,43	0,6	147	1,007
6	Hyundai Accent	1995	93000		14,2	1,2	1,42	317	1,026
7	Fiat Seicento 1,1	2000	14000		14,23	0,22	1,64	36	1,029
8	Fiat Brava 1,4	1996	66000		14,1	0,15	1,89	27	1,019
9	Seat Ibiza 1,4	2001	38689		14,8	0,01	0,75	14	1,03
10	Fiat Stilo 1,6	2002	82056	22000	14,8	0,2	0,98	65	1,015
13	Nissan Micra 1,0	1996	76020		15,2	0,05	0,35	183	1,021
14	Skoda Fabia 1,4	2003	79000		14,8	0,04	0,63	47	1,026
15	Fiat Cinquecento	1995	70000	10000	15,1	0,12	0,4	147	1,007
17	Seat Toledo 1,8	1992	138614	48000	12,1	0,48	12	10	1,008
18	Renault Megane 1,4	1998	137000	37000	13,7	2,1	1,42	314	1,036
19	Seat Cordoba 1,6	1998	126485	6500	14,9	0,31	1,54	118	1,04
20	Renault Kangoo 1,6	2003	57500		14,9	0,01	0,52	45	1,022
21	Fiat Seicento 1,1	2003	37017		14,1	0,01	1,64	36	1,039
22	Skoda Felicia 1,3	1999	48076	1000	14,16	0,01	1,65	36	1,079
23	Skoda Fabia 1,2	2003	24535		14,8	0,01	0,81	3	1,038
24	Rover 414 1,4	1995	184290	2200	10,1	0,67	6,9	253	1,403
25	Fiat Albea 1,2	2003	54000		13,5	0,02	0,64	38	1,03
27	Opel Astra 1,6	1992	165000	16000	11,7	0,2	0,7	4	1,0,57
28	Opel Corsa 1,2	2001	55673		14,9	0,04	0,52	45	1,022
33	Daewoo Espero 1,5	1996	81000	1000	12,7	0,8	1,43	101	1,012
34	Peugeot 2,5 1,1	1990	74516		13,4	0,7	0,84	270	
35	Mitsubishi Galant 2,0	1997	128000		14,2	0,6	1,52	128	1,01
36	Polonez 1,6	1999	50098		12,3	1,5	1,32	196	
39	Fiat Seicento 0,9	1998	45700			0,3		75	1,018
40	Nissan Almera 1,5	2000	135000	45000	11,1	6,46	0,3	336	0,829
41	VW Golf II	1989	240000	15000	10,8	6,46	6,63	93	1,398
42	VW Golf IV	2000	62500		13,3	0,55	1,36	299	1,023
43	Daewoo Nexia 1,5	1997	179000	19000	15	0,01	0,43	140	1,023
44	Fiat Seicento 0,9	1999	60000	1000	14,2	0,03	1,81	94	1,084
45	Honda Civic 1,5	1989	220000		14,5	0,04	1,2	126	1,051
46	VW Lupo 1,0	1998	110000		14,5	0,18	1,03	141	1,037
47	Fiat Tipo 1,4	1992	159000		11,7	2,66	2,69	163	1,04
48	Fiat Cinquecento 0,9	1996	98500		3,3	0,16	16,2 1	127	
49	Skoda Felicia 1,3	1997	139000		14	0,78	1,1	129	1,023

Porównano wyniki pomiarów zawartości CO, CO₂, HC, O₂ lub stopnia zadymienia spalin z wartościami granicznymi, określonymi w przepisach krajowych oraz przez producentów silników. Badane samochody były wyprodukowane w latach 1991 – 2005 i miały przebiegi w granicach 270 – 23 tys. km.

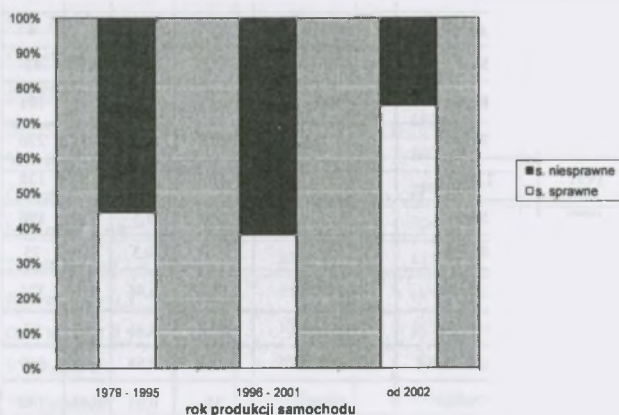
W badaniach starszych pojazdów uwzględniono przeprowadzenie napraw mogących mieć wpływ na zmianę emisji toksycznych substancji zawartych w spalinach. Naprawy polegały na wymianie elementów układu korbowo-tłokowego w silniku oraz systemu zasilania.

W samochodach starszych, wyprodukowanych przed 1995 rokiem, nie stwierdzono przekroczeń zawartości CO, biorąc pod uwagę obowiązujące normy prawne. Można przyjąć, że w pojazdach tych zmierzona zawartość CO w spalinach była o ok. 30% mniejsza od wartości dopuszczalnych. W przypadku samochodów wyprodukowanych po 1995 roku średnia zawartość CO w spalinach była większa od wartości dopuszczalnych o ok. 10%.

4. ANALIZA WYNIKÓW

Badania kontrolne w zakresie emisji spalin wykazały, że najczęściej w samochodach o przebiegu powyżej 100 tys. km, mimo spełnienia przez te samochody kryterium prawnego w zakresie emisji, zawartość poszczególnych składników w spalinach przekraczała wartości graniczne. W przypadku CO maksymalne przekroczenia sięgały 200%, a HC 300%.

Spośród 78 samochodów z silnikami o zapłonie iskrowym 32 były niesprawne ze względu na przekroczenie dopuszczalnej zawartości szkodliwych składników w spalinach. Na 22 samochody z silnikami o zapłonie samoczynnym tylko 3 samochody były niesprawne. Metodyka badań kontrolnych oraz urządzenia stosowane do badania zadymienia spalin mogą być przyczyną błędnej oceny stanu technicznego silników o zapłonie samoczynnym. Na rysunku 1 przedstawiono procentowy udział samochodów z silnikami ZI sprawnych i niesprawnych w zależności od roku produkcji.



Rys. 1. Procentowy udział samochodów spełniających wymagania w zakresie poziomu emisji spalin [7]

Fig. 1. Percentage of cars which complain with requirement of exhaust emission level [7]

Dla każdego roku produkcji obowiązują inne normy prawne dotyczące emisji spalin. W samochodach starszych niż 6 lat procentowy udział samochodów przekraczających dopuszczalny poziom emisji jest w mniejszym stopniu uzależniony od wieku i przebiegu pojazdu.

Stosowanie jednakowych kryteriów uzależnionych od daty produkcji pojazdu, bez uwzględnienia informacji producenta silnika o dopuszczalnych wartościach emisji, umożliwia użytkowanie niesprawnych silników o pogarszającym się stanie technicznym i praktycznie niekontrolowanym wzroście emisji gazowej.

Wraz z przebiegiem oraz wiekiem pojazdu rośnie prawdopodobieństwo, że eksploatowane silniki przekroczą dopuszczalne wartości zawartości szkodliwych substancji w spalinach.

5. PODSUMOWANIE

Stosowane obecnie metody badania emisji gazowej przez samochody w trakcie obsługi technicznych i badania pojazdów nie mogą być traktowane jako miarodajne kryterium stanu technicznego silnika, zwłaszcza silników o zapłonie samoczynnym i silników o zapłonie iskrowym z elektronicznymi układami sterowania i reaktorami katalitycznymi oraz silników zasilanych paliwami alternatywnymi.

Stosowana w praktyce eksploatacyjnej, zarówno podczas okresowych badań kontrolnych, jak i w czasie okresowych obsługi technicznych, metodyka badań w zakresie emisji spalin silników nieobciążonych uniemożliwia prawidłowe wnioskowanie o ich stanie technicznym.

Niesprawności mogą być niewykrywalne podczas obowiązkowych, okresowych badań kontrolnych. Pojazdy starsze, ze względu na wysoki koszt usług, najczęściej nie są obsługiwane w autoryzowanych stacjach obsługi, a czynności obsługowe sprowadzają się jedynie do wymian materiałów eksploatacyjnych i usuwania usterek uniemożliwiających dalszą eksploatację silnika.

Przy obliczeniach szacunkowych poziomu emisji zanieczyszczeń przez silniki pojazdów samochodowych w ruchu drogowym, przy uwzględnieniu wieku pojazdu, proponuje się przyjęcie następujących współczynników korekcyjnych: dla pojazdów wyprodukowanych przed 1995 rokiem – ok. 0,7, dla pojazdów wyprodukowanych po 1995 roku – 1,1.

Literatura

1. Filipczyk J, Kutrzyk A.: Wpływ rozwiązań konstrukcyjnych i stanu technicznego silnika na poziom emisji zanieczyszczeń. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z. 63, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
2. Ntziachristos L., Samaras Z.: COPERT III. Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emissions factors. Technical report, No. 49, November 2000.
3. Adamski A.: Metoda TEDMAN. Proekologiczne zarządzanie ruchem na autostradach. Magazyn Autostrady 3/2007.
4. Joumard R.: Methods of estimation of atmospheric emissions from transport: European scientist network and scientific state-of-the-art action COST 319 final report. March 1999.
5. Brzozowska L., Brzozowski K.: Komputerowe modelowanie emisji i rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń samochodowych. Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice – Warszawa 2003.
6. Maryański A.: Stacje obsługi samochodów. Projektowanie i modernizacja. WKiŁ, Warszawa 1973.

7. Filipczyk J., Madej H.: Problemy diagnozowania samochodowych silników spalinowych w zakresie emisji związków toksycznych. XXXIV Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Węgierska Górka 05.03-10.03.2007.
8. Minister Infrastruktury. Rozporządzenie z dnia 31 grudnia 2002 r. „Warunki techniczne pojazdów oraz zakres ich niezbędnego wyposażenia”. Dziennik Ustaw” nr 32/2003.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Bronisław Sendyka

Praca wykonana w ramach BK – 284/RT1/2007