

Jan FILIPCZYK, Aleksandra KUTRZYK

## WPLYW ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH I STANU TECHNICZNEGO SILNIKA NA POZIOM EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu stanu technicznego silnika na poziom zawartości toksycznych substancji w spalinach 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

Rozwój konstrukcji silników spalinowych zmierza do ograniczenia energochłonności, zmniejszenia emisji szkodliwych dla środowiska substancji i zwiększenia trwałości jednostek napędowych. Emisja zanieczyszczeń przez silnik ma znaczący udział w oddziaływaniu samochodu na środowisko. W przypadku stosowania niewłaściwych materiałów eksploatacyjnych lub paliw oraz użytkowania niesprawnego silnika niekorzystne oddziaływanie silników gwałtownie wzrasta.

Szacunkowe metody oceny oddziaływania użytkowanych samochodów na środowisko nie uwzględniają faktu, że znaczna część z eksploatowanych silników jest niesprawna, co najmniej w zakresie emisji zanieczyszczeń [1]. Zarówno podczas okresowych obsług technicznych, jak i obowiązkowych badań kontrolnych diagnozowanie stanu technicznego silnika w zakresie oddziaływania na środowisko jest najczęściej pomijane lub traktowane pobieżnie. Jeżeli pogorszenie stanu technicznego silnika nie wpływa znacząco na wzrost jego energochłonności, użytkownik pojazdu nie przywiązuje większej wagi do tego, że eksploatowany pojazd z niesprawnym silnikiem może znacząco zanieczyszczać środowisko.

## 2. PROGRAM BADAŃ

W celu określenia wpływu stanu technicznego silnika na emisję zanieczyszczeń zbadano 161 przypadków uszkodzeń silników. Uszkodzenia obejmowały przypadki unieruchomienia silnika, zdiagnozowane zwiększenie energochłonności i zawartości szkodliwych składników w spalinach, uszkodzenia pogarszające warunki pracy, przyspieszające zużycie poszczególnych części składowych w węzłach tarcia oraz uszkodzenia związane

z oprzyrządowaniem i mocowaniem, nie mające wpływu na pracę silnika. Uszkodzenia analizowano pod kątem określenia wartości granicznych parametrów eksploatacyjnych, takich jak dopuszczalne wartości zawartości toksycznych składników w spalinach oraz zwiększenia poziomu hałasu oraz podatności diagnostycznej poszczególnych uszkodzeń.

Zbadano zawartość toksycznych substancji w spalinach dla 16 pojazdów wyposażonych w silniki o różnych konstrukcjach i stanie technicznym (tablica 1). Zastosowano metodykę badania zgodnie z obowiązującymi przepisami dla okresowych badań kontrolnych. Porównano wyniki badań z wymaganiami technicznymi dla pojazdów dopuszczonych do ruchu w Polsce [2] oraz granicznymi wartościami emisji określonymi przez producentów pojazdów.

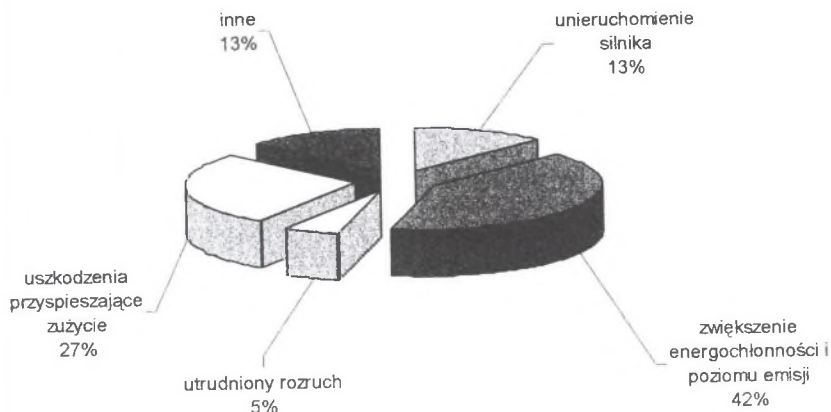
Tablica 1

Badane pojazdy

Marka i typ samochodu	Przebieg [km]	Deklarowany przebieg roczny [km]	Pojemność / typ silnika [cm <sup>3</sup> ]	Rok produkcji
Fiat Uno	28000	9500	900	2002
Renault Clio (1)	48000	5000	1400	1998
Daewoo Tico	46000	4000	800	1994
Ford Orion	130000	5500	1100	1988
Fiat Punto	60000	5000	1100	1997
Renault Clio (2)	55000	1000	1200	2000
Skoda Favorit	97000	8000	1300	1991
Golf 3	100000	15000	1400	1996
Polonez Caro	99000	6000	1600	1995
Opel Corsa	180000	20000	1400	1996
Skoda Estelle 120L	79000	2000	1100	1988
Renault Megane	120000	10000	1900 / DCI	2001
Renault R21	109000	8000	2100 / D	1988
Citroën Xsara	159000	20000	1900 / D	1999
Polonez Caro	180000	16000	1900 / D	1994
Mercedes 190 D	156000	10000	2500 / D	1990

### 3. WYNIKI BADAŃ

Uszkodzenie silników podzielono na grupy uwzględniające wpływ uszkodzeń na dalszą eksploatację pojazdu. Udział procentowy poszczególnych typów uszkodzeń silników przedstawiono na rysunku 1. Tylko 13% uszkodzeń uniemożliwiało dalszą eksploatację silnika. Pozostałe uszkodzenia nie wpływały znacząco na zdatność silnika do napędu samochodu, zatem jeżeli uszkodzenia nie były sygnalizowane przez przyrządy diagnostyki pokładowej, użytkownik mógł zauważyć pogarszający się stan techniczny silnika dopiero po pewnym czasie eksploatacji silnika niesprawnego. Uszkodzenia te miały natomiast wpływ na przyspieszone zużycie poszczególnych elementów w węzłach tarcia lub powodowały wzrost emisji zanieczyszczeń.



Rys. 1. Wpływ uszkodzeń silnika na eksploatację  
 Fig. 1. The influence of the engine damages on using

Wyniki badań zawartości poszczególnych substancji w spalinach silników ZI oraz stopnia zadymienia spalin silników ZS przedstawiono w tablicach 2 i 3.

Tablica 2

Zmierzone udziały poszczególnych składników spalin pojazdów z silnikami ZI

Pojazd	Bieg jałowy					Średnia prędkość obrotowa				
	CO [%]	CO <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [%]	HC [ppm]	λ	CO [%]	CO <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [%]	HC [ppm]	λ
Fiat Uno	0,076	25,79	0,53	66	1,011	0,224	26,72	0,40	22	1,006
Renault Clio (1)	0,408	21,06	3,03	76	1,088	0,056	26,90	0,15	0	1,003
Daewoo Tico	0,154	6,41	7,59	346	1,548	0,426	25,00	1,44	0	1,033
Ford Orion	4,7	11,49	3,21	519	0,980	2,438	19,71	1,64	253	0,994
Fiat Punto	0,064	25,79	0,48	72	1,010	0,178	27,79	0,38	69	0,996
Renault Clio (2)	0,054	25,18	0,96	68	1,024	0,292	24,78	0,76	114	1,012
Skoda Favorit	0,748	16,77	4,30	228	1,142	0,845	15,96	3,61	198	1,031
Golf 3	0,044	25,41	1,22	0	1,033	0,186	25,26	1,01	16	1,024
Polonez Caro	0,508	19,97	7,59	180	1,087	0,351	17,47	7,99	125	1,051
Opel Corsa	5,012	15,75	0,73	422	0,900	3,718	12,69	0,48	235	0,843
Skoda Estelle 120L	9,818	10,10	0,52	617	0,760	6,453	8,19	1,82	389	0,657

Tablica 3

## Zadymienie spalin dla pojazdów z silnikami ZS

Pojazd	Zadymienia mierzone podczas swobodnego przyspieszania (numer pomiaru) [K/m <sup>-1</sup> ]										Średnia K [m <sup>-1</sup> ]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Renault Megane	0,37	0,22	0,40	0,17	-	-	-	-	-	-	0,29
Renault R21	1,81	3,04	1,82	2,59	2,83	3,08	3,08	3,57	3,29	2,86	2,79
Citroën Xsara	0,70	1,07	0,83	0,64	0,75	-	-	-	-	-	0,82
Polonez Caro	1,39	1,09	0,83	0,74	1,01	-	-	-	-	-	0,92
Mercedes 190 D	0,90	1,29	0,87	0,77	0,76	0,73	0,76	-	-	-	0,75

## 4. ANALIZA WYNIKÓW

Porównując wyniki zawartości toksycznych substancji w spalinach z obowiązującymi wartościami granicznymi decydującymi o dopuszczeniu samochodu do ruchu po drogach publicznych, można zauważyć, że większość z badanych pojazdów spełniała wymagania określone przez krajowe przepisy (tablice 4, 5, 6), natomiast nie spełniła wymagań określonych przez producenta.

Tablica 4

## Porównanie zawartości wybranych składników w spalinach dla silników ZI na biegu jałowym z obowiązującymi wymaganiami przepisów krajowych i danymi producenta

Pojazd	Bieg jałowy								
	CO [%]			CO <sub>2</sub> [%]			HC [ppm]		
	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta
Fiat Uno	0,076	0,5	0,35	25,79	-	12	66	100	90
Renault Clio (1)	0,408	0,5	0,3	21,06	-	14,5÷16	76	100	100
Daewoo Tico	0,154	3,5	1,5±0,5	6,41	-	13÷16	346	-	300
Ford Orion	4,7	3,5	1,0±0,5	11,49	-	13÷16	519	-	300
Fiat Punto	0,064	0,5	1,0	25,79	-	13	72	100	90
Renault Clio (2)	0,054	0,5	0,3	25,18	-	14,5÷16	68	100	100
Skoda Favorit	0,748	3,5	1,5	16,77	-	13÷16	228	-	300
Golf 3	0,044	0,5	0,5	25,41	-	14,5÷16	0	100	100
Polonez Caro	0,508	0,5	0,5	19,97	-	14,5÷16	180	100	100
Opel Corsa	5,012	0,5	0,5	15,75	-	14,5÷16	422	100	100
Skoda Estelle 120L	9,818	3,5	1,5	10,10	-	13÷16	617	-	300

Biorąc pod uwagę fakt spełniania warunków dopuszczenia do ruchu przez te pojazdy można przypuszczać, że mogły być eksploatowane z uszkodzeniami wpływającymi na zwiększenie poziomu zawartości zanieczyszczeń w spalinach nawet przez dłuższy okres. Pomimo bardzo uproszczonej metodyki badania emisji spalin podczas okresowych kontroli stanu technicznego możliwe jest wykrycie niedomagań silników pod warunkiem

zastosowania bardziej rygorystycznych kryteriów oceny określonych przez producentów pojazdów.

Tablica 5

Porównanie zawartości wybranych składników w spalinach dla silników ZI przy średniej prędkości obrotowej z obowiązującymi wymaganiami przepisów krajowych i danymi producenta

Pojazd	Średnia prędkość obrotowa								
	CO [%]			CO <sub>2</sub> [%]			HC [ppm]		
	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta
Fiat Uno	0,224	0,3	0,35	26,72	-	13	22	100	90
Renault Clio (1)	0,056	0,3	0,3	26,90	-	14,5÷16	0	100	100
Daewoo Tico	0,426	-	1,5±0,5	25,00	-	13÷16	0	-	300
Ford Orion	2,438	-	1,0±0,5	19,71	-	13÷16	253	-	300
Fiat Punto	0,178	0,3	0,3	27,79	-	13	69	100	90
Renault Clio (2)	0,292	0,3	0,3	24,78	-	14,5÷16	114	100	100
Skoda Favorit	0,845	-	1,5	15,96	-	13÷16	198	-	300
Golf 3	0,186	0,3	0,3	25,26	-	14,5÷16	16	100	100
Polonez Caro	0,351	0,3	0,3	17,47	-	14,5÷16	125	10	100
Opel Corsa	3,718	0,3	0,3	12,69	-	14,5÷16	235	100	100
Skoda Estelle 120L	6,453	-	1,5	8,19	-	13÷16	389	-	300

Tablica 6

Porównanie pomiarów zadymienia spalin dla pojazdów z silnikami ZS podczas swobodnego przyspieszania z obowiązującymi wymaganiami przepisów krajowych i danymi producenta

Marka	Średnia K [m <sup>-1</sup> ]		
	Pomiar	Przepisy	Wymagania producenta
Renault Megane	0,29	2,5	3,0
Renault R21	2,79	2,5	2,5
Citroën Xsara	0,82	2,5	2,5
Polonez Caro	0,92	2,5	2,5
Mercedes 190 D	0,75	2,5	2,5

## 5. PODSUMOWANIE

Stosowane obecnie szacunkowe metody określania emisji spalin oraz zawartości poszczególnych składników toksycznych w spalinach w ruchu drogowym uwzględniają natężenie ruchu, rodzaj oraz wiek pojazdów. Nie uwzględniają jednak stanu technicznego pojazdów. Jak wykazały badania, znaczna część pojazdów może być użytkowana z niesprawnymi silnikami, co może znacznie wpływać na wzrost zawartości składników toksycznych w emitowanych spalinach. 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 prowadzone są do niezbędnych wymian materiałów eksploatacyjnych i usuwania usterek uniemożliwiających dalszą eksploatację silnika. Wzrost emisji poszczególnych składników spalin nie jest związany z cechami konstrukcyjnymi silnika czy sumarycznym przebiegiem, lecz zależy prawdopodobnie od rzetelności podczas wykonywania usług technicznych.

Przy obliczeniach szacunkowych poziomu toksyczności emitowanych spalin w ruchu drogowym niezbędne jest określenie współczynników uwzględniających stan techniczny pojazdów.

## LITERATURA

1. Ntziachristos L., Samaras Z.: COPERT III. Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emissions factors. Technical report No 49. November 2000.
2. Minister Infrastruktury, rozporządzenie z dnia 31 grudnia 2002 r. Warunki techniczne pojazdów oraz zakres ich niezbędnego wyposażenia. Dziennik Ustaw nr 32/2003.

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej Wyciślik, prof. Pol. Śl.

*Praca wykonana w ramach BK – 255/RT1/2006*