

OCENA EFEKTYWNOŚCI FUNKCJONOWANIA INSTALACJI LPG STOSOWANYCH W SAMOCHODACH OSOBOWYCH

OPERATIONAL EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF LPG INSTALLATIONS USED IN CARS

Polska należy do ścisłej światowej czołówki pod względem ilości pojazdów zasilanych LPG jak również pod względem zużycia tego paliwa. W niniejszym artykule przedstawiono problemy związane z eksploatacją pojazdów samochodowych zasilanych LPG. Brak jednoznacznych przepisów określających sposób doboru instalacji LPG do samochodu sprawia, iż w wielu pojazdach montuje się instalacje, które nie spełniają wymagań stawianych tym pojazdom odnośnie poziomu emisji spalin.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, skroplony gaz ropopochodny (LPG), związki toksyczne, skład spalin

Poland is among the global leaders in the number of LPG fueled vehicles and consumption of that fuel. The paper presents problems involved in operation of LPG fueled vehicles. Absence of clear regulations on the method of selecting the LPG installation for the vehicle causes that in many vehicles installations are installed that do not satisfy the emissions requirements for those vehicles.

Keywords: combustion engine, liquid petroleum gas (LPG), toxic compounds, composition of emissions

1. Wprowadzenie

Jednym z częściej stosowanych w naszym kraju paliw do zasilania silników z zapłonem iskrowym jest skroplony gaz ropopochodny (LPG). Obecnie Polska zajmuje pierwsze miejsce na świecie w ilości eksploatowanych pojazdów zasilanych LPG. Według danych Polskiej Organizacji Gazu Płynnego w Polsce w 2005 roku eksploatowanych było około 1,77 mln pojazdów zasilanych LPG. Szacuje się że w 2005 roku zainstalowano 300 tys. nowych instalacji. W przeciągu dwóch ostatnich lat liczba pojazdów zasilanych LPG w naszym kraju wzrosła o ponad 50%. Obecnie co 6-7 pojazd eksploatowany w naszym kraju jest zasilany LPG [4]. Tak duże zainteresowanie paliwem LPG związane jest to przede wszystkim z dążeniem użytkowników do obniżenia kosztów zakupu paliwa, które stanowią główną część kosztów eksploatacji samochodów. Ponadto panuje powszechny pogląd, iż pojazdy zasilane LPG są bardziej przyjazne środowisku niż pojazdy zasilane paliwem tradycyjnym. Znacznie mniejszą emisję związków toksycznych uzyskuje się podczas zasilania silników sprężonym lub skroplonym gazem ziemnym (CNG i LNG), lecz ten sposób zasilania jest jeszcze w naszym kraju stosunkowo mało rozpowszechniony [1].

Obserwując ceny paliw na rynku krajowym do silników z zapłonem iskrowym (rys. 1) możemy zauważyć, iż cena LPG w ostatnich latach wahała się w granicach 40-55% ceny benzyny. Uwzględniając to że pojazd zasilany LPG zużywa 10-15% paliwa więcej można przyjąć, iż przy zasilaniu pojazdu paliwem LPG koszty eksploatacji związane z zakupem paliwa zmniejszają się o około 40-45% w porównaniu do pojazdów napędzanych benzyną.

Kolejną przyczyną nagłego wzrostu ilości pojazdów zasilanych LPG jest wzrost ilości pojazdów sprowadzanych do Polski z Europy Zachodniej. Pojazdy te w przeważającej ilości są pojazdami stosunkowo starymi do których mogą być montowane znacznie tańsze instalacje gazowe co dodatkowo zachęca użytkowników tych pojazdów do zmiany sposobu zasilania. Należy jednocześnie zauważyć, iż w Polsce nie ma przepisów

1. Introduction

Liquid petroleum gas (LPG) is one of the fuels used most frequently in our country for spark ignition engines. Currently, Poland is the global leader in the number of operated LPG fueled vehicles. According to the data by the Polish Liquid Gas Organization around 1.77 million LPG fueled vehicles were in use in Poland in 2005. It is estimated that 300,000 new installations were installed in 2005. During the recent years the number of LPG fueled vehicles in our country increased by over 50%. Currently, every 6-7 vehicle in our country is fueled by LPG [4]. That high interest in LPG as fuel is related mainly to the attempts of the users at decreasing the fuel costs that are the main item of costs in operation of vehicles. Additionally, there is a common belief that LPG fueled vehicles are more environment friendly than vehicles using traditional petrol. Significantly lower emissions of toxic compounds are obtained by fueling vehicles with compressed or liquefied natural gas (CNG and LNG) but those fuels are still relatively uncommon in our country [1].

Following the prices of fuels for spark ignition engines in the domestic market (fig. 1) we can notice that LPG price during the recent years ranged within 40-55% of the regular petrol. Considering that the car using LPG consumes 10-15% more fuel it can be assumed that in case of LPG use the operational costs related to purchase of fuel decrease by 40-45% as compared to the use of ordinary petrol.

Increased number of cars imported to Poland from Western Europe is another reason for rapid increase in the number of LPG fueled cars. The vast majority of those are relatively old cars in which significantly cheaper gas installations can be installed, which additionally encourages users of those vehicles to change the fuel.

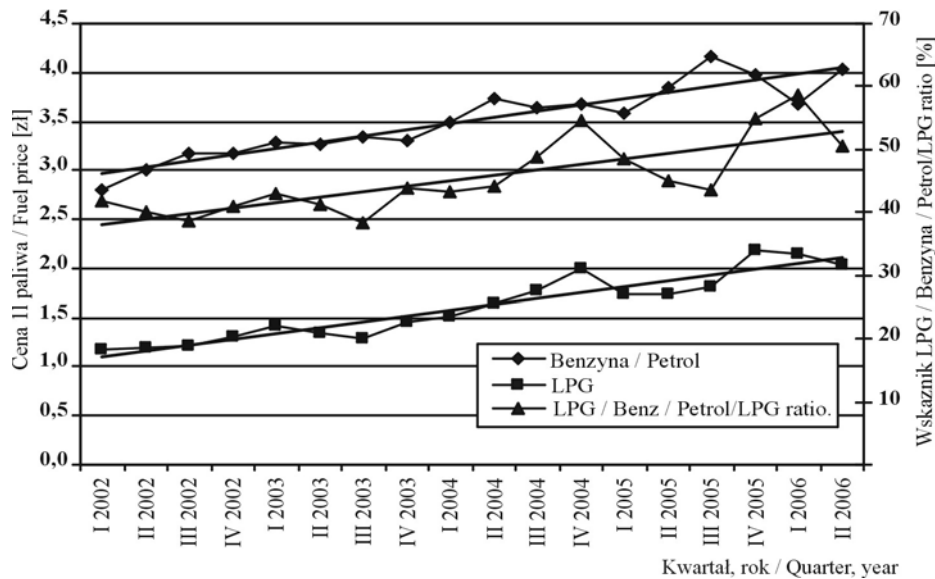
At the same time it should be noticed that Poland has no regulations requiring installation of appropriately selected LPG installations in cars. The existing regulations are ambiguous and allow installation of LPG installations that do not satisfy the requirements formulated for those cars in the newer models.

nakazujących montowanie w pojazdach odpowiednio dobranych instalacji LPG. Istniejące przepisy nie są jednoznaczne i pozwalają na montowanie w nowszych samochodach instalacji, które nie spełniają wymogów stawianych tym pojazdom. Nieprzestrzeganie zasad doboru instalacji gazowej do danego pojazdu sprawia, iż:

- silnik rozwija znacznie mniejszą moc jak również traci na dynamice;
- wzrasta poziom emisji związków toksycznych do atmosfery;
- w nowych pojazdach nie funkcjonuje prawidłowo (lub jest wyłączony) system EOBD (OBD II).

Failure to observe the principles of selecting gas installation to a given vehicle causes that:

- the engine achieves a much lower power and loses its dynamics;
- the emissions of toxic compounds to atmosphere increase;
- in new vehicles the EOBD (OBD II) system does not function correctly (or is switched off).



Rys. 1. Zmiany cen paliw: benzyny i LPG na rynku polskim w latach 2002-2006
 Fig. 1. Changes in fuel prices: petrol and LPG in the Polish market 2002-2006

2. Kryteria doboru instalacji LPG do silnika

Przy wyborze instalacji LPG do silnika powinny być brane pod uwagę przede wszystkim następujące czynniki:

- rodzaj układu zasilania silnika (gaźnik/układ wtryskowy);
- sposób sterowania silnikiem (mechaniczny/elektroniczny, z sondą λ lub bez);
- materiały z jakich wykonane są poszczególne elementy układu zasilania (np. zastosowanie kolektorów ssących z tworzyw sztucznych);
- normy jakie powinien spełniać pojazd (dotyczy to przede wszystkim poziomu emisji spalin oraz diagnostyki pokładowej EOBD (OBD II));
- indywidualnych rozwiązań poszczególnych układów zasilania i sterowania silnikiem zastosowanych w danym pojeździe.

Prawidłowo dobrana i zainstalowana instalacja LPG pozwala na uzyskanie przez pojazd parametrów pracy zbliżonych do parametrów uzyskiwanych przy zasilaniu paliwami płynnymi. Dotyczy to zarówno mocy silnika i jego dynamiki jak również poziomu emisji związków toksycznych do atmosfery. Na rys. 2 przedstawiono przebieg mocy i momentu obrotowego uzyskanego dla samochodu OPEL ASTRA II z silnikiem 1.6 SE, w którym zamontowano instalację gazową II generacji [5].

Na podstawie analizy tego wykresu można stwierdzić, iż przy zasilaniu pojazdu LPG nieznacznie zmalały osiągi silnika.

2. Criteria of LPG installation selection for the engine

In selecting the LPG installation for an engine the following factors should be considered first:

- type of feed system (carburetor/injection);
- engine control system (mechanical/electronic, with or without λ probe);
- materials from which individual feed system components are made (e.g. use of plastic suction manifolds);
- standards the vehicle should meet (concerns mainly the emissions levels and on-board diagnostics EOBD (OBD II));
- individual solutions in engine feed and control systems applied in a given vehicle.

Appropriately selected and installed LPG installation allows the vehicle obtaining work parameters similar to those obtained using petrol. That applies to engine power and its dynamics as well as levels of emissions of toxic compounds to atmosphere. Fig. 2 presents power and torque curves obtained for OPEL ASTRA II 1.6 SE in which second generation LPG installation was applied [5].

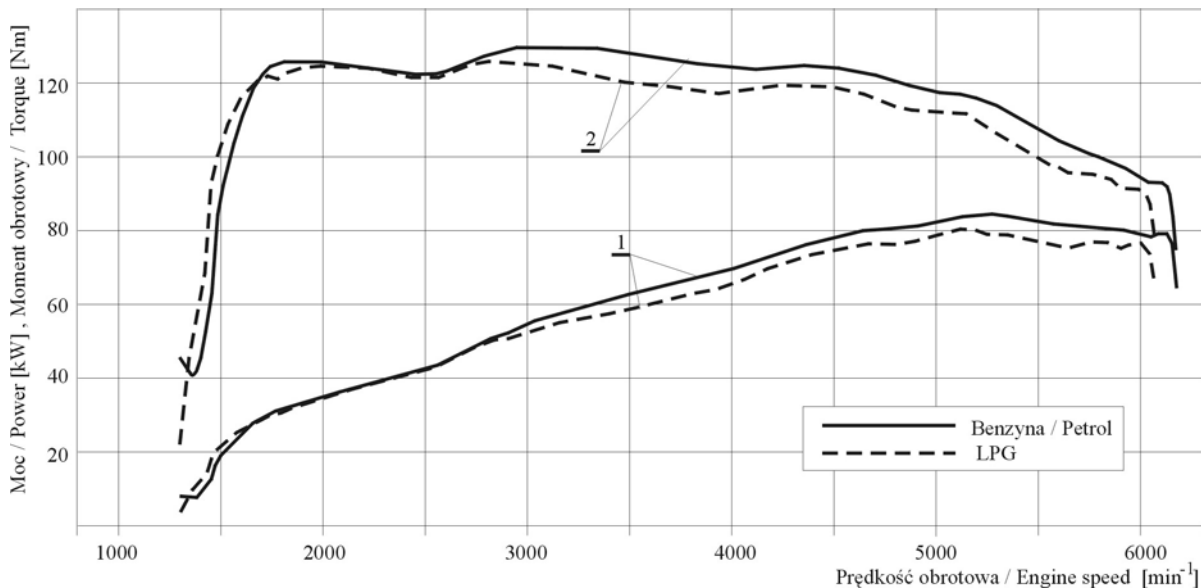
Analysis of that graph allows concluding that in case of engine feeding with LPG the vehicle parameters deteriorated significantly. The maximum engine power obtained from petrol - 62 kW (at 5300 min⁻¹) decreased in case of LPG fuel to 60 kW (at 5170 min⁻¹). The maximum torque of 129 Nm (at 3200

Maksymalna moc silnika uzyskiwana na benzynie wynosząca 62 kW (przy 5300 min⁻¹) zmalała przy zasilaniu LPG do 60 kW (przy 5170 min⁻¹). Natomiast maksymalny moment obrotowy wynoszący 129 Nm (przy 3200 min⁻¹) zmalał przy zasilaniu LPG do 125 Nm (przy 2860 min⁻¹). Podczas badań tego samochodu dokonano także pomiaru emisji związków toksycznych emitowanych przez silnik (tab. 1). Dla badanego pojazdu dopuszczalny poziom emisji związków toksycznych wynosi wg obowiązujących przepisów [2]:

- na biegu jałowym: CO do 0,5%, HC do 100 ppm;
- na obrotach podwyższonych (2000-3000 min⁻¹): CO do 0,3%, HC do 100 ppm, $\lambda = (0,97 \div 1,03)$;

min⁻¹) decreased in case of LPG fuel to 125 Nm (at 2860 min⁻¹). During tests on that car included measurements of toxic compounds emissions from the engine (tab. 1). For the test vehicle the allowed toxic compounds emission level is, according to the effective regulations [2]:

- for idle revs: CO to 0,5%, HC to 100 ppm;
- for increased revs (2000-3000 min⁻¹): CO to 0,3%, HC to 100 ppm, $\lambda = (0,97 \div 1,03)$;



Rys. 2. Przebieg mocy (1) i momentu obrotowego (2) w funkcji prędkości obrotowej silnika
Fig. 2. Engine power (1) and torque (2) as function of engine speed

Tab. 1. Wyniki analizy spalin przy zasilaniu benzyną i LPG
Tab. 1. Results of emissions tests for feeding with petrol and LPG

Prędkość obrotowa silnika Engine speed [min ⁻¹]	Rodzaj paliwa / Fuel type							
	Benzyna / petrol				LPG			
	CO [% obj]	CO ₂ [% obj]	HC [ppm]	λ	CO [% obj]	CO ₂ [% obj]	HC [ppm]	λ
800	0,08	15,3	22	1,004	0,04	13,6	0	1,009
2500	0,14	15,1	59	1,016	0,03	13,4	9	1,01

3. Badania poziomu emisji związków toksycznych emitowanych przez silniki zasilane paliwem LPG

W celu oceny poprawności funkcjonowania instalacji LPG w pojazdach eksploatowanych w Polsce, przeprowadzono badania na wybranej grupie pojazdów. Badania te dotyczyły pomiaru emisji spalin przez pojazdy zgodnie z procedurą określoną w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury o badaniach kontrolnych pojazdów [2].

Badania przeprowadzono w zakładzie naprawczym w którym do badań wytypowano pojazdy spełniające następujące kryteria [6]:

3. Tests of toxic compounds emissions from LPG fed engines

To assess functioning of LPG installations in vehicles operated in Poland tests were carried out on a selected group of vehicles. Those tests concerned levels of emissions according to the procedure specified in the Ordinance by the Minister of Infrastructure on inspection of vehicles [2].

The tests were carried out at a garage where vehicles satisfying the following criteria were selected for testing [6]:

- users of vehicles do not report problems with engine operation during petrol and LPG feeding;
- vehicles passed the diagnostic examination not earlier than 6 months earlier.

- użytkownicy tych pojazdów nie zgłaszają problemów związanych z funkcjonowaniem silnika zarówno podczas zasilania benzyną jak i LPG;
- pojazdy posiadają badania diagnostyczne wykonane nie dawniej niż 6 miesięcy;

Łącznie badaniom tym poddano dziesięć pojazdów, z których trzy były wyprodukowane przed 30 czerwca 1995 roku, zatem według obowiązujących przepisów podczas ich badań kontrolnych ocenie podlega tylko poziom emisji CO [2]. Dane badanych pojazdów dotyczące ich rodzaju, roku produkcji, przebiegu jak również montażu instalacji LPG uzyskane od użytkowników zamieszczono w tab. 2.

Tab. 2. Wykaz pojazdów użytych do badań
Tab. 2. List of vehicles used for tests:

Lp./ No.	Marka pojazdu oraz pojemność skokowa silnik Make, model and cubic capacity	Rok produkcji Year of production	Przebieg Mileage [km]	Data montażu instalacji gazowej LPG installation fitting date
1	Polonez 1,5	1989	120 000	od 7 lat
2	Opel Astra 1,4	1993	135 000	od 3 lat
3	Polonez 1,6	1994	75 000	od 4 lat
4	Daewoo Lanos 1,5	1999	120 000	od nowości
5	Fiat Cinquecento 700	1997	80 000	od 3 lat
6	Renault Laguna 1,8	1999	230 000	od 2 lat
7	Citroen CX 1,4	1995	125 000	od 5 lat
8	Peugeot 306 1,4	1998	120 000	od 3 lat
9	Opel Zafira 1,8	2001	230 000	od 120 000 km
10	Renault Scenic 1,6	2000	120 000	od 30 000 km

Badania przeprowadzono przy użyciu analizatora spalin typu EUROGAS 8020 według przepisów określających pomiar związków toksycznych podczas badań kontrolnych pojazdów [2]. Wyniki otrzymane podczas pomiaru składu spalin badanych pojazdów przy prędkości biegu jałowego zestawiono w tabeli 3, natomiast przy podwyższonych obrotach w tabeli 4.

Analizując zamieszczone wyniki można stwierdzić, iż w badanej grupie dziesięciu pojazdów tylko cztery spełniają stawiane im wymagania odnośnie poziomu emisji związków toksycznych do atmosfery. Przy zasilaniu benzyną przekroczony poziom emisji mają cztery pojazdy, a przy zasilaniu LPG pięć pojazdów. Szczególnie niepokojący jest fakt, iż w grupie pojazdów wyprodukowanych po 1995 roku znajdują się tylko dwa spełniające wymogi dotyczące poziomu emisji związków toksycznych do atmosfery zarówno przy zasilaniu benzyną jak i LPG (wśród siedmiu badanych).

W grupie pojazdów wyprodukowanych przed 30.06.1995 roku, przy ocenie stanu technicznego których bierze się pod uwagę tylko poziom emisji CO, należy stwierdzić, iż wszystkie pojazdy przy zasilaniu LPG spełniają stawiane im wymagania. Należy jednak zaznaczyć, iż poziom emisji CO przy zasilaniu LPG na biegu jałowym jest wyższy niż przy zasilaniu benzyną.

Wśród pojazdów dopuszczonych do ruchu po 10.06.1995, przy badaniach których ocenia się poziom emisji CO i HC, trzy z nich Fiat, Citroen i Peugeot mają przy zasilaniu benzyną przekroczony poziom emisji CO przy podwyższonych obrotach, a Citroen dodatkowo również przekracza normę emisji CO na biegu jałowym. Pojazd ten ma również przekroczony poziom emisji HC na obydwu prędkościach obrotowych (na biegu jałowym ponad pięciokrotnie). Przy zasilaniu LPG badane Daewoo i Peugeot przekraczają poziom emisji CO zarówno na biegu jałowym jak i przy wyższych obrotach. Dodatkowo przekroczony poziom

In total ten vehicles were tested of which three were manufactured before 30 June 1995 and according to the effective regulations during the inspection the CO emissions level could only be tested [2]. Information on the vehicles tested covering the type, year of production, mileage and LPG installation fitting obtained from users is presented in tab. 2.

The tests were carried out using a EUROGAS 8020 exhaust gas tester according too regulations on determination of toxic emissions during vehicle inspection [2]. The results of measurements of the exhausts from the test vehicles for the neutral gear revs are presented in table 3 and for the increased revs in table 4.

Analysis of the presented results allows concluding that in the test group of ten vehicles only four satisfy the requirements of toxic compounds emissions to atmosphere. In case of petrol feeding four vehicles exceed the limits and in case of LPG feeding five vehicles exceed the limits. The fact that in the group of vehicles manufactured after 1995 only two satisfy the emissions requirements for both petrol and LPG (among seven tested) is subject to concern.

In the group of vehicles manufactured before 30.06.1995 in assessment of which only the CO emissions are considered it should be stated that for LPG feeding they all satisfied the requirements. It should be pointed out, however, that the CO emissions level for LPG feeding at neutral gear is higher than in case of petrol feeding.

Among the vehicles allowed for traffic after 10.06.1995 where the emissions of CO and HC are assessed, three vehicles Fiat, Citroen and Peugeot exceed the CO emissions levels during petrol feeding on increased revs while the Citroen additionally exceeded the CO emissions standards on the neutral gear. That vehicle also exceeds the HC limits at both levels of revs in neutral over five times). In case of LPG feeding the tested Daewoo and Peugeot exceeded the CO emissions levels at both neutral and higher revs. Additionally Renault Laguna exceeded the CO emissions level in the neutral gear (over 10-times) and Citroen on the increased revs. The HC emissions level in neutral gear was exceeded by the following test vehicles: Fiat, Renault Laguna, Citroen and Peugeot, which exceeded that limit by over 6-times. During the test on increased revs Daewoo and Citroen do not satisfy HC emissions standards.

In the tested group of "new vehicles" only Opel Zafira and Renault Scenic had similar levels of emissions to atmosphere

Tab. 3. Wyniki pomiarów składu spalin przy prędkości obrotowej silnika biegu jałowym
Tab. 3. Results of emissions composition test at neutral gear engine speed

Nazwa pojazdu Vehicle type	Zasilanie benzyną / Petrol feeding						Zasilanie LPG / LPG feeding					
	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	λ	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	λ
	[% obj.] [% vol.]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	-	[% obj.] [% vol.]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	-
Wartość dopuszczalna wg norm Allowed value according to standard	3,5	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-
Polonez 1,5	7,38*	10,10	561	0,61	4	0,809	1,22	1,36	470	0,76	2	0,976
Opel Astra 1,4	0,20	14,65	179	1,55	11	0,988	2,68	12,65	358	0,45	8	0,986
Polonez 1,6	1,20	13,28	98	0,32	0	0,968	1,83	13,5	102	0,28	13	0,946
Wartość dopuszczalna wg norm Allowed value according to standard	0,5	-	100	-	-	-	0,3	-	100	-	-	-
Daewoo Lanos 1,5	0,00	15,48	11	0	0	0,999	3,14	12,07	100	0	0	0,918
Fiat Cinquecento 700	0,06	1,58	47	1,40	1	1,116	0,00	10,87	131	4,85	10	1,293
Renault Laguna 1,8	0,01	9,80	16	7,99	7	1,106	3,62	6,2	358	7,80	3	1,33
Citroen CX 1,4	0,87	9,12	512	0,32	1	0,980	0,21	12,51	206	1,00	0	0,989
Peugeot 306 1,4	0,11	14,75	58	0,98	16	1,038	9,17	7,52	663	1,15	8	0,753
Opel Zafira 1,8	0,00	15,56	2	0,50	3	1,006	0,00	13,05	2	0,24	3	1,011
Renault Scenic 1,6	0,03	15,56	12	0,07	11	1,001	0,01	14,07	71	0,30	6	1,010

* szarym kolorem wyróżniono przekroczone wartości określone w [2]
* exceeding the values specified in [2] is marked in gray

Tab. 4. Wyniki pomiarów składu spalin przy obrotach podwyższonych
Tab. 4. Results of emissions composition test at higher revs.

Nazwa pojazdu Vehicle type	Zasilanie benzyną / Petrol feeding						Zasilanie LPG / LPG feeding					
	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	λ	CO	CO ₂	HC	O ₂	NO _x	λ
	[% obj.] [% vol.]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	-	[% obj.] [% vol.]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	[% obj.] [% vol.]	[ppm]	-
Wartość dopuszczalna wg norm Allowed value according to standard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polonez 1,5	5,60	11,33	430	0,24	7	0,845	0,10	11,58	331	3,15	2	1,100
Opel Astra 1,4	0,20	14,00	55	1,20	8	1,044	0,10	12,55	60	3,06	8	1,159
Polonez 1,6	0,54	13,26	84	1,11	0	1,045	0,16	13,46	74	1,30	11	1,057
Wartość dopuszczalna wg norm Allowed value according to standard	0,3	-	100	-	-	0,97÷1,03	0,3	-	100	-	-	0,97÷1,03
Daewoo Lanos 1,5	0,00	15,40	5	0,07	2	1,005	1,06	13,5	140	0,00	0	0,964
Fiat Cinquecento 700	0,67*	14,46	50	0,67	20	1,005	0,07	13,55	15	0,71	15	1,042
Renault Laguna 1,8	0,01	15,52	14	0,11	7	1,004	0,02	13,55	18	0,87	7	1,042
Citroen CX 1,4	8,62	7,87	334	0,25	4	0,771	0,34	10,54	121	0,79	0	1,022
Peugeot 306 1,4	0,62	14,4	61	0,97	22	1,023	0,35	13,29	28	1,24	21	1,056
Opel Zafira 1,8	0,00	14,56	2	0,50	3	1,006	0,05	14,13	0	0,00	3	1,001
Renault Scenic 1,6	0,02	15,50	19	0,05	15	1,000	0,01	14,13	32	0,22	7	1,008

* szarym kolorem wyróżniono przekroczone wartości określone w [2]
* exceeding the values specified in [2] is marked in gray

emisji CO ma Renault Laguna na biegu jałowym (ponad 10-krotnie) oraz Citroen na podwyższonych obrotach. Poziom emisji HC na biegu jałowym wśród badanych pojazdów mają przekroczone: Fiat, Renault Laguna, Citroen oraz

for both petrol and LPG feeding and satisfied the standard requirements.

Peugeot, który przekracza tą normę ponad 6-krotnie. Podczas badań na podwyższonych obrotach Daewoo i Citren nie spełniają stawianych wymagań odnośnie emisji HC.

W badanej grupie „nowszych pojazdów” jedynie Opel Zafira oraz Renault Scenic mają zbliżony poziom emisji związków toksycznych do atmosfery zarówno przy zasilaniu benzyną jak i LPG i spełniają obowiązujące wymagania.

4. Podsumowanie

Przedstawione wyżej wyniki badań pojazdów z silnikami z zapłonem iskrowym zasilanych benzyną oraz LPG, świadczą o tym, iż znaczna część tych pojazdów nie spełnia wymogów stawianych pojazdom dopuszczonym do ruchu drogowego. Wśród eksploatowanych pojazdów zdarzają się pojazdy które kilkunastokrotnie przekraczają dopuszczalny poziom emisji związków toksycznych do atmosfery. Powodem tego są przede wszystkim:

- uszkodzenia katalizatora;
- niewłaściwe dobranie instalacji LPG do silnika;
- uszkodzone lub źle wyregulowane układy zasilania.

Świadczy to o konieczności doskonalenia przepisów dotyczących egzekwowania ustalonych norm przez stacje kontroli pojazdów, przeprowadzające okresowe badania kontrolne. Stacje te dążąc do zwiększenia zysków i prowadząc nieuczciwą „walkę o klienta” często nie egzekwują obowiązujących je przepisów. Szczególnie niewielką uwagę przykładają do badań składu spalin, kładąc większy nacisk na badanie układów takich jak układ hamulcowy, kierowniczy i zawieszenia, mających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego.

Należy także dążyć do opracowania przepisów określających sposób doboru, montażu jak również dopuszczenia do ruchu pojazdów z nowo montowanymi instalacjami LPG. Wprowadzenie tych przepisów niewątpliwie przyczyni się do zmniejszenia uciążliwego oddziaływania pojazdów mechanicznych na środowisko naturalne.

5. References

- [1] Chłopek Z.: *Tendencje rozwojowe w napędach autobusów miejskich. Eksploatacja i Niezawodność*. Nr 1/29/2006.
- [2] Dz. U. Nr 32/2003, poz. 262. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002r. w sprawie dopuszczalnej zawartości w spalinach substancji szkodliwych.
- [3] Daeyup L., Joseph S., Shinich G., Hitoshi I., Hiroki U., Naoya H.: *Observation of flame propagation in an LPG lean burn SI engine*. SAE Technical Paper 1999-01-0570.
- [4] Serwis internetowy <http://www.e-petrol.pl>
- [5] Wierzbicki S., Łojko D.: *Badania pojazdu zasilanego LPG*. Maszynopis KBEPiM, UWM Olsztyn, 2005.
- [6] Wierzbicki S., Dzierżęcki J.: *Badania składu spalin pojazdów samochodowych zasilanych LPG*. Maszynopis KBEPiM, UWM Olsztyn, 2005.

4. Conclusion

The above presented results of tests on vehicles with spark ignition fed with petrol and LPG show that a significant proportion of those vehicles do not satisfy the standards for vehicles allowed for traffic. Among the tested vehicles some exceeded the allowed emissions levels of toxic compounds to atmosphere a number of times. That situation results mainly from:

- damage to catalyst;
- inappropriately selected LPG installation;
- damager or badly adjusted feed systems.

The above indicates the necessity of improving regulations concerning enforcement off standards by vehicles test stations conducting periodic inspections. Those stations, aiming at increasing their profits and conducting dishonest competition for client, frequently do not enforce the effective regulations. They pay particularly little attention to exhausts composition testing focusing on testing brakes, steering and suspension systems that affect safety of road traffic participants directly.

Attempts should also be taken at formulating regulations on selection and installation of LPG installations and allowing the vehicles with newly installed LPG installations for traffic. Implementation of such regulations would undoubtedly contribute to decreasing the unfavorable influence of motor vehicles on natural environment.

Dr inż. Sławomir WIERZBICKI

Katedra Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn
Wydział Nauk Technicznych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
10-736 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 11
e-mail: slawekw@uwm.edu.pl
