DIRECTIONS OF ON BOARD DIAGNOSTIC SYSTEM DEVELOPMENT IN PASSENGER CARS

KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DIAGNOSTYKI POKŁADOWEJ W SAMOCHODACH OSOBOWYCH

Jerzy Merkisz, Jacek Pielecha, Adam Pacholek

**Poznań University of Technology
Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu
60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3**

e-mails: jerzy.merkisz@put.poznan.pl, jacek.pielecha@put.poznan.pl

Abstract. The paper contains basic pieces of information about the on board diagnostic system, American and European law requirements. Admissible ranges of toxical emission, that this diagnostic system should detect (separately for vehicles with petrol and diesel engines) have been presented. The main idea shown in the article is to presented directions of regulations changes in subject on board diagnostic system. Possibilities of development of this system using in passenger cars (i.e. making a new date bases of mistakes, broke downs and law requirements – the OASIS system and introducing of telemetric systems) are also concerned.

Keywords: ecology, on-board diagnostic system, exhaust emission

Streszczenie: W artykule zamieszczono podstawowe informacje dotyczące systemu diagnostyki pokładowej, jego uwarunkowania oraz amerykańskie i europejskie wymagania prawne. Zaprezentowano dopuszczalne zakresy emisji, które system diagnostyczny powinien wykrywać (osobno dla pojazdów z silnikami o zapłonie iskrowym oraz samoczynnym). Główną ideą przedstawioną w artykule są kierunki zmian przepisów w dziedzinie diagnostyki pokładowej. Nakreślono możliwości rozwoju systemów diagnostycznych stosowanych w pojazdach samochodowych (m.in. tworzenie baz danych o usterkowości i wymaganiach technicznych pojazdów – system OASIS; wprowadzanie systemów telemetrycznych).

Słowa kluczowe: ekologia, system diagnostyki pokładowej OBD, emisja spalin

DIRECTIONS OF ON BOARD DIAGNOSTIC SYSTEM DEVELOPMENT IN PASSENGER CARS

1. Introduction

Works on reduction of harmful emissions from automotive vehicles were launched in the United States by EPA (*Environmental Protection Agency*) and after some years in Europe by the European Economic Community (EEC directives) and United Nations Economic Commission for Europe. The development of on-board diagnostic systems can be divided into historical phase (referred to as OBD I), the present period when OBD norm is being introduced or it is already in force and target regulation whose aims and solutions are now being specified on the basis of conclusions from the previous exploitation of OBD II system. At present there are several standards of on-board diagnostics [5]: American standard for the state of California CARB OBD II (*California Air Resource Board*) which was the model for the federal standard, American federal standard EPA OBD II and European standard EOBD based on the federal standard OBD II.

The basic operating principle of on-board diagnostics is the same; however, there are significant discrepancies between them. These discrepancies deal with the evaluation of emission damage, i.e. confirming proper operation of a certain system or its damage. Despite discrepancies in on-board diagnostic systems the introduction of the obligation to use OBD standard has led to the situation in which the evaluation of technical condition of vehicles, especially their ecological and safety parameters in the life period of a vehicle and their users, has become the main task for producers [7].

2. Exhaust emission limits and decision thresholds

OBD system monitors the increase of emissions pertaining to a driving system during regular exploitation of a vehicle and sends data to a controller in the case of a defect. The main advantage of OBD systems in the field of environment protection is a possibility to react immediately after an emission defect has appeared. Unified fault codes are still another important factor of OBD system which points to a probable area of defect and

additional information which accelerate a repair of a vehicle and reduce its effective costs.

Decision thresholds of OBD system define an emission level as a defect criterion – they are used to define a defect on the basis of circumstantial evidence. They are used to qualify a type of a defect, e.g. electric break of a circuit, increased emission, so that according to the assumption of OBD system they are reference of exceeding threshold emission of a certain component of exhaust. Acceptable values of emissions and decision thresholds for standards from Euro 4 to Euro 6 are presented in Fig. 1 (for vehicles with SI engines) and in Fig. 2 (for vehicles with CI engines). For the remaining types of vehicles boundary values are presented in Tab. 1 for Euro 5 and Tab. 2 (Euro 6). They are higher emission values then those specified in adequate standards for homologation tests carried out with the use of NEDC test. If an on-board diagnostic system of EOBD standard states that emission of all harmful fumes components is smaller than the given acceptable values for the car being exploited, EOBD system accepts this condition as proper in the case no other damage occurs, e.g. breaks, shorting in electric circuits. If, however, according to the procedures of an on-board diagnostic system for EOBD standard emission of at least one harmful fumes

component is higher than the acceptable value for the car being exploited, EOBD system classifies this condition as damage. An exception to this principle in EOBD standard is catalytic reactor whose efficiency is currently

Fig. 1. Comparison EOBD threshold (SI engine); 1) number of particles: $1.2 \cdot 10^{12} \text{ km}^{-1}$ [6]

Fig. 2. Comparison EOBd threshold (CI engine); 1) number of particles: $1.2 \cdot 10^{12} \text{ km}^{-1}$,
2) THC + NO_x limit [6]

Table 1. Euro 5 OBD threshold [1, 5]

	Spark-ignition engine					Compression-ignition engine					
Cat.	CO	HC	NMHC	NO _x	PM	CO	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	PN ¹⁾
N1 I	1000	100	68	60	5	500	–	180	230	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	1900	–	250	300	50	1900	320	540	–	50	–
N1 2	1810	130	90	75	5	630	–	235	295	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	3400	–	330	375	50	2400	360	705	–	50	–
N1 3	2270	160	108	82	5	740	–	280	350	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	4300	–	400	410	50	2800	400	840	–	80	–

X/XX – type approval limits in mg/km (Regulation EC 715/2007 – 20.06.2007) / OBD threshold (Commission proposal).

¹⁾ PN – particle number.

evaluated only on the basis of hydrocarbons emission. A producer of a vehicle has to prove during homologation tests that the on-board diagnostic system for EOBD standard operates that way. To this purpose a car with a certain malfunction of a driving unit is examined during NEDC test and emission of each harmful fumes component is measured. If at least one emission value of harmful component is higher than the acceptable value for the cars being exploited (in the case of catalytic reactor only hydrocarbons

emission), the malfunction must be detected by an on-board diagnostic system in NEDC test only on the basis of analysis of signals form sensors and results of tests of system components.

Table 2. Euro 6 OBD threshold [3, 5]

	Spark-ignition engine					Compression-ignition engine					
Cat.	CO	HC	NMHC	NO _x	PM	CO	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	PN ¹⁾
N1 I	1000	100	68	60	4,5	500	–	80	170	4,5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	1500	–	100	90	9	750	140	140	–	9	$1,2 \cdot 10^{12}$
	1900	–	170	180	25	1300	320	240	–	25	–
N1 2	1810	130	90	75	4,5	630	–	105	195	4,5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	2700	–	130	110	9	940	140	180	–	9	$1,2 \cdot 10^{12}$
	3400	–	225	225	25	1640	360	315	–	25	–
N1 3	2270	160	108	82	4,5	740	–	125	215	4,5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	3400	–	160	120	9	1100	140	220	–	9	$1,2 \cdot 10^{12}$
	4300	–	270	245	25	1925	400	375	–	25	–

X/XX/XXX – type approval limits in mg/km (Regulation EC 715/2007 – 20.06.2007) / OBD threshold in mg/km (Commission proposal) / OBD threshold in mg/km (AECA proposal).

The dependence between decision thresholds and effectiveness of OBD system operation is determined by two situations: a) decision thresholds of OBD systems of too high values would generate too big delay in fault detection and, in result, the decrease of effectiveness of a diagnostic system; such a situation would take place if no faults were detected at a time of real exploitation but only during a technical examination of a vehicle; b) decision thresholds of OBD system of too small values would generate too often faults caused by actual increase of emission or induced by the lack of proper procedures for the detection of emissions.

For slowly developing (however still much faster than the effects of vehicle ageing) two cases are considered [1]: • lower thresholds leading to a longer detection time and higher, • higher thresholds leading to a shorter detection time. Fig. 3 illustrates both cases. It compares two different OBD thresholds, a lower threshold leading to a longer detection time (LDT) and a higher threshold leading to a shorter detection time (SDT). In both cases it is assumed that the monitor is calibrated to detect the failure exactly at the point where the emissions cross the OBD threshold, that the detection time then starts to run, that the emissions continue to rise during the detection time and that a malfunction will be indicated to the driver and be

immediately repaired at the end of the detection time. Under these conditions a slowly developing failure will be indicated earlier and causes less emission with lower thresholds (dashed line) than with higher thresholds (solid line). The same two cases are compared for rapidly developing failures in Fig. 4. The peak emissions are higher than with slowly developing failures but the emission impact (area below the triangle) may be similar or less.

Fig. 3. Advantage of lower thresholds for slowly developing failures; SDT – short detection time, LDT – long detection time

Fig. 4. Advantage of higher thresholds for rapidly developing failures; SDT – short detection time, LDT – long detection time

The most desirable situation is the one in which values of decision thresholds are correlated with emission values obtained from road tests at a time of real exploitation of a vehicle, and also refer to the speed of development of each emission defect. Obtaining answers to the question asked this way is very problematic as producers of vehicles would have to make a type of defect dependent on two parameters: speed of emission increase caused by this defect and frequency of its occurrence; on the basis of these two values a value of a decision threshold for each toxic compound would have to be specified.

3. The development of diagnostic systems

The EU legislation concerning fumes emission contains regulations on availability of information pertaining to repairs and compatibility of spare parts. For many years both the directives were reference legislation for entrepreneurial activity of various market participants such as service workshops, test institutes, technical control centres, emergency road service units, producers of diagnostic equipment and producers of spare parts.

Clauses included in legislations Euro 5/Euro 6 concerning repair ability are favourable for European drivers as they ensure free choice of check-up and repair services on the independent automotive market. Availability of information on the method of repair is indispensable to maintain functionality, safety and compliance of vehicles with environmental requirements. The bottom line for independent market participants is to have unlimited access to on-board diagnostic systems as well as to all technical information, spare parts, tools and equipment which are necessary for the proper diagnosis, service and repair of a vehicle. It is of special significance for carrying out prevention works dealing with periodical check-ups and testing. Institut für Kraftfahrwesen Aachen/Niemcy recommends the introduction of OASIS standard (Organization for the Advancement of Structural Information Standards) which was prepared already in 2003 under the auspices of the European Commission. However, since 2003 vehicle producers have not succeeded in voluntary introduction of OASIS standard, thus, the European Commission, after a consultation with all parties involved, has decided to introduce it in the Euro 5/Euro 6 standard. OASIS is a standard aiming at unifying entry data of vehicle producers' websites which would contain links sending users to proper data. These

requirements do not concern vehicles being exploited but newly produced ones.

OASIS standard also predicts the usage of common vocabulary (ISO 15031-2) thanks to which in order to find technical information it is not necessary to know documentation structure of a vehicle producer (Fig. 5).

Fig. 5. „Single source” diagnostic data stream data flow [2]

The lack of standardisation and popularisation of information concerning repairs by means of different media and documentation structures is one of major problems of independent workshops. Hence, standardisation is indispensable for the functioning of an independent service market.

4. Telemetric diagnostic systems

Works on the improvement of a diagnostic system are carried out, the requirement of automatic information on a detected vehicle fault via radio to the central system is gradually being introduced (OBD III) [4]. Regardless of the method of passing information a new system would be supposed to lead to the situation in which drivers could not ignore a fault detected by an on-board system. Now the decision to repair a vehicle is often made due to the obligation of a periodical check-up. OBD III system could change this

situation through registration of a distance or time which passed from a detected fault, which would allow to fine vehicle owners. Additionally, it could directly influence power or maximum engine speed in order to boost a user's motivation to have their vehicle repaired quicker. Apart from statutory duties of OBD such a system could contribute to a considerable decrease of car thefts. It would be possible to implement automatic detection and information on road accidents. Today's task of on-board systems in case of accidents is to activate such elements as air bags i.e. elements improving safety of passengers. It is possible to implement solutions based on miniature accelerometers. Together with the information on the place of accident such information could allow an operator in the reaction centre to act immediately (road assistance systems – European programme eCall). Furthermore, sensors data concerning an incident identified as an accident could be saved in a 'black box' and be used to recover the vehicle trajectory (Fig. 6).

Fig. 6. Potential of data transfer from passengers (a) and truck vehicles (b)

Therefore, the introduction of new quality on-board diagnostic systems is being considered, which allows for direct measurement of concentration or

emission of toxic compounds. These systems are called on-board measurement systems – OBM.

On-board measurement system OBM is, in a way, a product of evolution of OBD system which allows for the improved control of emission properties of a vehicle. OBM aims at direct measurement of concentration of gas components contained in fumes; the measured emission can be compared directly with adequate acceptable values and in the case they are exceeded a driver is informed about the necessity to repair a car. The basic advantage of OBM over the previously used OBD deals with directness of measurement. In OBM every deterioration of emission properties of a car exceeding an acceptable limit leads to the recognition of a defect, even if it is a result of complex dependences between numerous emission components which undergo exploitation wear-out. In all the scope of its functions OBM shows advantages over the previously used on-board diagnostic systems, at the same time it is more complicated technically and it is more difficult to ensure its reliability.

5. Conclusion

The development of telemetric diagnostic systems induced by constant upgrading of vehicles and aiming at minimising environmental damage influences significantly standardisation of all components used in vehicles. The undertakings which influence the development of diagnostic systems are: • aiming at implementation of one standard for the transfer of diagnostic data – since 2008 it has been CAN bus, however, due to the exhausting possibility to transfer a large amount of data it will be replaced by another transmission protocol (e.g. Bluetooth or FlexRay), • possibility to connect active and passive safety systems of a vehicle to a diagnostic network by means of wireless Bluetooth connection, • implementation of integrated databases concerning vehicle damage and its localization aiming at reduction of verification and vehicle repair costs, • usage of diagnostic data and vehicle localisation (GPS) to estimate the level of safety hazard of a driver and passengers and also to inform superior units about critical situations, • usage of neural networks with feedback to identify damage of a power unit (engine), and also of chassis and body subunits which have direct influence on active and passive safety.

References

- [1] AVL C & I.: *Current and Future Exhaust Emissions Legislation*. AVL List GmbH. Graz 07.2006.
- [2] Arvon L.M.: *The Future Role of Portable Data Storage Technology in Environmental Protection Agency Office of Transportation and Air Quality*. SAE Government, New Conversations on OBD, 2005.
- [3] Almstadt K.: *Trends for OBD Threshold Limits in Europe and the US*. Onboard-Diagnose II, Expert Verlag, Renningen 2007.
- [4] Christidis P., Hidalgo I., Soria A.: *Dynamics of the Introduction of New Passenger Car Technologies*. European Commission. Joint Research Center, Report EUR 20762 EN, 2003.
- [5] Greening P.: *European Light-Duty & Heavy Duty OBD – Legislative Update*. On-Board Diagnostic Symposium: Light and Heavy Duty, Lyon-Villeurbane 2007.
- [6] Klee P., Driedger G., Willimowski M., Keller S., Birk M.: *New OBD Requirements and Development Trends in Motronic & EDC Systems*. On-Board Diagnostic Symposium: Light and Heavy Duty, Lyon-Villeurbane 2007.
- [7] Mazurek S., Merkisz J.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*. Wydawnictwo WKiŁ, Warszawa 2007.

KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DIAGNOSTYKI POKŁADOWEJ W SAMOCHODACH OSOBOWYCH

1. Wstęp

Prace nad ograniczeniem szkodliwej emisji z pojazdów samochodowych zostały zapoczątkowane w Stanach Zjednoczonych przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska – EPA (*Environmental Protection Agency*), a w kilkanaście lat później w Europie przez Europejską Wspólnotę Gospodarczą (dyrektywy EEC) i Europejską Komisję Gospodarczą. Rozwój pokładowych systemów diagnostyki można podzielić na fazę historyczną (określaną jako OBD I), okres obecny, w którym jest wprowadzana lub obowiązuje norma OBD oraz regulację docelową, której cele i rozwiązania są obecnie formułowane na podstawie wniosków z dotychczasowej eksploatacji systemu OBD II. Obecnie jest kilka standardów układów diagnostyki pokładowej [5]: standard amerykański, dla stanu Kalifornia CARB OBD II (*California Air Resource Board* – Kalifornijska Rada ds. Zasobów Naturalnych), na którym wzorowano standard federalny, standard amerykański federalny EPA OBD II oraz standard europejski EOBD, wzorowany na standardzie federalnym OBD II.

Podstawowa zasada pracy układów diagnostyki pokładowej wymienionych standardów jest taka sama, choć są między nimi istotne różnice. Różnice te dotyczą oceny uszkodzenia emisyjnego, a więc stwierdzenia prawidłowości działania danego układu lub też jego uszkodzenia. Pomimo różnic w systemach diagnostyki pokładowej, wprowadzenie obowiązku stosowania normy OBD spowodowało, że ocena stanu technicznego pojazdów, szczególnie ich parametrów ekologicznych i bezpieczeństwa w okresie żywotności pojazdu należąca dotychczas tylko do stacji kontroli pojazdów i ich użytkowników stała się głównym zadaniem producentów [7].

2. Limity emisji spalin i progi decyzyjne

System OBD monitoruje zwiększenie emisji związanej z systemem napędowym podczas normalnej eksploatacji pojazdu i przesyła dane do sterownika w przypadku usterki. Główną zaletą systemów OBD w

dziedzinie ochrony środowiska jest możliwość natychmiastowej reakcji na pojawienie się usterki emisyjnej. Inny ważny aspekt systemu OBD to ujednolicone kody błędów, wskazujące prawdopodobny obszar wystąpienia usterki i dodatkowe informacje, przyspieszające naprawę pojazdu i zmniejszające jej efektywne koszty.

Progi decyzyjne systemu OBD definiują poziom emisji jako kryterium usterki – wykorzystywane są do poszlakowego definiowania usterki. Są one wykorzystywane do zakwalifikowania rodzaju usterki, np. elektrycznego przerwania obwodu, zwiększonej emisji, tak aby zgodnie z założeniem systemu OBD były odniesieniem przekroczenia progu wielkości emisji danego składnika spalin. Dopuszczalne wartości emisji i progów decyzyjnych dla norm od Euro 4 do Euro 6 przedstawiono na rys. 1 (dla pojazdów z silnikami ZI) oraz na rys. 2 (dla pojazdów z silnikami ZS). Dla pozostałych typów pojazdów wartości graniczne przedstawiono w tab. 1 dla normy Euro 5 oraz tab. 2 (norma Euro 6). Są to wyższe wartości emisji od wartości emisji określonych w odpowiednich normach dla badań homologacyjnych, wykonywanych z wykorzystaniem testu drogowego NEDC. Jeśli system diagnostyki pokładowej standardu EOBD oceni, że emisja wszystkich szkodliwych składników spalin jest mniejsza od podanych wartości dopuszczalnych, dla samochodu będącego w eksploatacji, to układ EOBD uznaje ten stan za prawidłowy, jeśli nie występują jednocześnie inne uszkodzenia, np. przerwy, zwarcia w obwodach elektrycznych. Jeśli natomiast, według procedur systemu diagnostyki pokładowej standardu EOBD, emisja choć jednego

Rys. 1. Limity emisji standardu EOBD dla samochodów osobowych z silnikami o zapłonie iskrowym; ¹⁾ limit liczby cząstek stałych $1,2 \cdot 10^{12} \text{ km}^{-1}$ [6]

Rys. 2. Limity emisji standardu EOBD dla samochodów osobowych z silnikami o zapłonie samoczynnym; ¹⁾ limit liczby cząstek stałych $1,2 \cdot 10^{12} \text{ km}^{-1}$, ²⁾ limit emisji THC + NO_x [6]

Tabela 1. Wartości dopuszczalne emisji związków szkodliwych [mg/km] według normy Euro 5 oraz wartości graniczne według EOBD [1, 5]

Kat.	Silniki ZI					Silniki ZS					
	CO	HC	NMHC	NO _x	PM	CO	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	PN ¹⁾
N1 I	1000	100	68	60	5	500	–	180	230	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	1900	–	250	300	50	1900	320	540	–	50	–
N1 2	1810	130	90	75	5	630	–	235	295	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	3400	–	330	375	50	2400	360	705	–	50	–
N1 3	2270	160	108	82	5	740	–	280	350	5	$6,0 \cdot 10^{11}$
	4300	–	400	410	50	2800	400	840	–	80	–

Oznaczenia: X/XX – limit homologacyjny (dyrektywa EC 715/2007 – 20.06.2007) / limit EOBD (propozycja Komisji Europejskiej).

¹⁾ PN – particle number – liczba cząstek stałych.

szkodliwego składnika spalin jest większa od wartości dopuszczalnej dla samochodu będącego w eksploatacji, to układ EOBD uznaje ten stan za uszkodzenie. Wyjątkiem od tej zasady, w systemach diagnostyki pokładowej standardu EOBD, jest rektor katalityczny, którego sprawność jest aktualnie oceniana tylko na podstawie emisji węglowodorów. Producent pojazdu, w trakcie badań homologacyjnych, musi udowodnić, że układ diagnostyki pokładowej standardu EOBD działa w powyższy sposób. W tym celu,

samochód z określoną niesprawnością zespołu napędowego jest badany podczas testu NEDC i mierzona jest emisja poszczególnych szkodliwych Tabela 2. Wartości dopuszczalne emisji związków szkodliwych [mg/km] według normy Euro 6 oraz wartości graniczne według EOBD [3, 5]

	Silniki ZI					Silniki ZS					
Kat.	CO	HC	NMHC	NO _x	PM	CO	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	PN ¹⁾
N1 I	1000	100	68	60	4,5	500	–	80	170	4,5	6,0·10 ¹¹
	1500	–	100	90	9	750	140	140	–	9	1,2·10 ¹²
	1900	–	170	180	25	1300	320	240	–	25	–
N1 2	1810	130	90	75	4,5	630	–	105	195	4,5	6,0·10 ¹¹
	2700	–	130	110	9	940	140	180	–	9	1,2·10 ¹²
	3400	–	225	225	25	1640	360	315	–	25	–
N1 3	2270	160	108	82	4,5	740	–	125	215	4,5	6,0·10 ¹¹
	3400	–	160	120	9	1100	140	220	–	9	1,2·10 ¹²
	4300	–	270	245	25	1925	400	375	–	25	–

Oznaczenia: X/XX/XXX – limit homologacyjny (dyrektywa EC 715/2007 – 20.06.2007) / limit EOBD (proponycja Komisji Europejskiej) / limit EOBD (proponycja ACEA).

składników splin. Jeśli przynajmniej jedna wartość emisji składnika szkodliwego jest większa od wartości dopuszczalnej dla samochodów będących w eksploatacji (dla reaktora katalitycznego tylko emisja węglowodorów), to występująca niesprawność musi być wykryta przez układ diagnostyki pokładowej, w czasie trwania testu NEDC, tylko na podstawie analizy sygnałów z czujników i wyników testów elementów układów.

Zależność między wartościami progów decyzyjnych w efektywności działania systemu OBD jest zdominowana dwoma sytuacjami: a) progi decyzyjne systemu OBD o zbyt dużej wartości generowałyby zbyt długie opóźnienie wykrycia usterki a w rezultacie zmniejszenie efektywności systemu diagnostycznego; taka sytuacja występowałaby przy niewykrywaniu usterek w czasie rzeczywistej eksploatacji a dopiero podczas badania technicznego pojazdów; b) progi decyzyjne systemu OBD o zbyt małej wartości generowałyby zbyt częste usterki spowodowane faktycznym wzrostem emisji lub wywołane brakiem poprawnych procedur wykrywania emisji.

Rozpatrując szybkość zwiększania emisji z pojazdu spowodowanej usterką (i jednocześnie przekroczeniem progów decyzyjnych) otrzymuje się dwa przypadki [1]: Przypadek 1. Dla wolno zwiększającej się emisji (jednakże

znacznie szybszej niż w wyniku to z procesu starzenia pojazdu) zachodzi zależność, że mniejsze wartości progów decyzyjnych prowadzą do dłuższego czasu wykrycia usterki (DCD – długi czas detekcji), ale jednocześnie jest to mniejsza emisja, niż w przypadku stosowania wyższych progów decyzyjnych i krótszego czasu detekcji (KCD) – rys. 3. Przypadek 2. Dla szybko zwiększającej się emisji (takie przypadki występują najczęściej w wyniku uszkodzenia elementu odpowiedzialnego za kontrolę emisji) większe wartości progów decyzyjnych prowadzą do szybszego wykrycia usterki. Długi czas detekcji (charakterystyczny dla progów decyzyjnych o mniejszych wartościach) powoduje znaczny wzrost emisji (rys. 4).

Rys. 3. Zalety niższych wartości progów decyzyjnych wobec wolnego wzrostu emisji;
DCD – długi czas detekcji, KCD – krótki czas detekcji

Rys. 4. Zalety wyższych wartości progów decyzyjnych wobec szybkiego wzrostu emisji;
DCD – długi czas detekcji, KCD – krótki czas detekcji

Najbardziej pożądane byłoby, aby wartości progów decyzyjnych były skorelowane z wartościami emisji uzyskiwanymi z badań drogowych w czasie rzeczywistej eksploatacji pojazdu, jak również odnosiły się do szybkości rozwoju poszczególnych usterek emisyjnych. Uzyskiwanie odpowiedzi na tak postawiony problem jest bardzo utrudnione, gdyż producenci pojazdów musieliby uzależnić rodzaj niesprawności do dwóch parametrów: szybkości wzrostu emisji spowodowanej tą usterką, a także częstotliwością jej występowania; na podstawie tych dwóch wielkości należałoby ustalić wartość progu decyzyjnego dla poszczególnych związków toksycznych.

3. Rozwój systemów diagnostycznych

Prawodawstwo UE dotyczące emisji spalin zawiera przepisy na temat dostępności informacji związanych z naprawą oraz kompatybilności części zamiennych. Przez wiele lat obie dyrektywy, były odnośnym prawodawstwem dla działalności przedsiębiorczej różnorodnych uczestników rynku, takich jak warsztaty naprawcze, instytuty testujące, centra kontroli technicznej, jednostki pomocy drogowej oraz producenci narzędzi diagnostycznych i producenci części zamiennych.

Zawarte w legislacjach Euro 5/Euro 6 klauzule związane ze zdolnością do naprawy, są korzystne dla europejskich kierowców, gdyż zapewniają im wolność wyboru usług serwisowych i naprawczych, na niezależnym rynku motoryzacyjnym. Dostępność do informacji na temat sposobu naprawy jest niezbędna, aby utrzymać funkcjonalność, bezpieczeństwo oraz zgodność pojazdów z wymogami ochrony środowiska. Kluczowym jest, aby niezależni uczestnicy rynku mieli nieograniczony dostęp do pokładowych systemów diagnostycznych, jak również do wszystkich technicznych informacji, części zamiennych, narzędzi i wyposażenia, które są niezbędne do właściwej diagnozy, serwisu i naprawy pojazdu. Jest to szczególnie ważne dla przeprowadzenia prac zapobiegawczych, związanych z okresową kontrolą i testowaniem. Institut für Kraftfahrwesen Aachen/Niemcy zaleca wprowadzenie standardu „OASIS” (Organization for the Advancement of Structural Information Standards – organizacja na rzecz promowania standaryzacji norm transmisji danych), który został już wypracowany w 2003 r. pod auspicjami Komisji Europejskiej. Jednakże od 2003 r. nie udało się producentom pojazdów dobrowolnie wprowadzić standardu OASIS, dlatego też, Komisja Europejska po konsultacji ze wszystkimi stronami zaangażowanymi, zdecydowała na wprowadzenie w normie Euro 5/Euro 6.

OASIS jest standardem opracowanym w celu ujednolicenia danych wejściowych stron internetowych producentów pojazdów, który zawierałby linki odsyłające użytkowników do odpowiednich danych. Wymagania te nie dotyczą modeli pojazdów w eksploatacji lecz pojazdy nowoprodukowane. Standard OASIS przewiduje również stosownie wspólnego słownictwa (ISO 15031-2), dzięki któremu nie trzeba znać struktury dokumentacyjnej producenta pojazdu, by znaleźć informację techniczną (rys. 5).

Rys. 5. Wzajemne powiązania telemetrycznej diagnostyki samochodowej [2]

Brak standaryzacji oraz upowszechnianie informacji związanych z naprawami za pośrednictwem różnych mediów i struktur dokumentacyjnych jest jednym z głównych problemów warsztatów niezależnych. Standaryzacja jest zatem niezbędna dla funkcjonowania niezależnego rynku usług serwisowych.

4. Telemetryczne systemy diagnostyczne

Prowadzone są prace nad udoskonaleniem systemu diagnostycznego, stopniowo wprowadza się wymóg automatycznego powiadamiania drogą radiową centralnego systemu o zaistniałej niesprawności pojazdu (OBD III) [4]. Niezależnie od sposobu przekazywania informacja nowy system miałby w założeniach doprowadzić do sytuacji, w której kierowcy nie mogliby ignorować wykrytej przez system pokładowy niesprawności. Obecnie o naprawie decyduje często przymus w postaci terminu obowiązkowego przeglądu. System OBD III mógłby tę sytuację zmienić przez rejestrację odległości lub czasu od zaistniałej usterki, co pozwalałoby na karanie finansowe właścicieli. Dodatkowo mógłby wpływać bezpośrednio na moc bądź prędkość maksymalną silnika w celu zwiększenia motywacji użytkownika do szybszego dokonywania naprawy. Poza statutowym obowiązkami OBD, taki system mógłby przyczynić się do znacznego spadku kradzieży samochodów. Możliwe byłoby też wprowadzanie

automatycznej detekcji i powiadamiania o wypadkach drogowych. Dzisiejsze systemy pokładowe odpowiedzialne są za uruchomienie w razie wypadku elementów, takich jak poduszki powietrzne, czyli poprawiających bierne bezpieczeństwo pasażerów. Możliwe jest zaimplementowanie rozwiązań opartych na miniaturowych akcelerometrach. Wraz z informacją o miejscu wypadku taka wiadomość mogłaby umożliwić operatorowi w centrum reagowania na natychmiastowe działanie (systemy ratownictwa drogowego – europejski program eCall). Dodatkowo dane z czujników na temat zajścia zidentyfikowanego jako wypadek mogłyby być zachowane w „czarnej skrzynce” i posłużyć do symulacyjnego odtworzenia trajektorii ruchu pojazdu (rys. 6).

Rys. 6. Możliwości przesyłu danych z pojazdów osobowych (a) i ciężarowych (b)

W tym celu rozważa się wprowadzenie jakościowo nowych pokładowych systemów diagnostycznych, pozwalających na bezpośredni pomiar stężenia lub emisji związków toksycznych. Systemy te są nazywane pokładowymi systemami pomiarowymi OBM (*On-Board Measurement*).

Pokładowy system pomiarowy OBM jest w pewnym sensie produktem ewolucji systemu OBD, pozwalającym na doskonalszą kontrolę właściwości emisyjnych pojazdu. Założeniem systemu OBM jest bezpośredni pomiar stężenia gazowych składników spalin; zmierzona emisja może być bezpośrednio porównana z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi i w przypadku ich przekroczenia informuje się kierowcę o konieczności

naprawy samochodu. Podstawowa zaleta i przewaga systemu OBM nad dotychczas stosowanym OBD polega na bezpośredniości pomiaru. W przypadku systemu OBM każde pogorszenie właściwości emisyjnych samochodu ponad dopuszczalny limit powoduje rozpoznanie usterki, nawet jeśli jest wynikiem złożonych zależności zachodzących między wieloma elementami emisyjnymi podlegającymi zużyciu eksploatacyjnemu. System OBM w całym zakresie realizowanych funkcji wykazuje przewagę nad dotychczas stosowanymi pokładowymi systemami diagnostycznymi, jest przy tym jednak technicznie bardziej skomplikowany i trudniejsze jest zapewnienie jego niezawodności.

5. Podsumowanie

Rozwój telemetrycznych systemów diagnostycznych, wymuszony ciągłym unowocześnianiem pojazdów, a także dążeniem do minimalizacji skutków ekologicznych, wywiera znaczny wpływ na standaryzację wszystkich elementów wykorzystywanych w pojazdach. Do przedsięwzięć mających wpływ na rozwój systemów diagnostycznych można zaliczyć: • dążenie do wprowadzenie jednego standardu przesyłu danych diagnostycznych – od 2008 r. jest to magistrała CAN, jednakże ze względu na wyczerpującą się możliwość przesyłu dużej ilości danych będzie ona zastąpiona innym protokołem transmisyjnym (np. Bluetooth lub FlexRay), • możliwość połączeń systemów bezpieczeństwa czynnego i biernego pojazdu z siecią diagnostyczną za pomocą bezprzewodowych połączeń Bluetooth, • wprowadzenie zintegrowanych baz danych o uszkodzeniach pojazdów i ich lokalizacji, mających na celu zmniejszenie kosztów weryfikacji i naprawy pojazdów, • wykorzystanie danych diagnostycznych i położenia pojazdów (GPS) do oceny stopnia zagrożenia bezpieczeństwa kierowcy i pasażerów, a także informowanie jednostek nadrzędnych o sytuacjach krytycznych, • wykorzystanie sieci neuronowych ze sprzężeniem zwrotnym do identyfikacji uszkodzeń zespołu napędowego (silnika), a także podzespołów podwozia i nadwozia, mających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo czynne i bierne.

Spis literatury

- [1] AVL C & I.: *Current and Future Exhaust Emissions Legislation*. AVL List GmbH, Graz 07.2006.
- [2] Arvon L.M.: *The Future Role of Portable Data Storage Technology in Environmental Protection Agency Office of Transportation and Air Quality*. SAE Government, New Conversations on OBD, 2005.
- [3] Almstadt K.: *Trends for OBD Threshold Limits in Europe and the US*. Onboard-Diagnose II, Expert Verlag, Renningen 2007.
- [4] Christidis P., Hidalgo I., Soria A.: *Dynamics of the Introduction of New Passenger Car Technologies*. European Commission. Joint Research Center, Report EUR 20762 EN, 2003.
- [5] Greening P.: *European Light-Duty & Heavy Duty OBD – Legislative Update*. On-Board Diagnostic Symposium: Light and Heavy Duty, Lyon-Villeurbane 2007.
- [6] Klee P., Driedger G., Willimowski M., Keller S., Birk M.: *New OBD Requirements and Development Trends in Motronic & EDC Systems*. On-Board Diagnostic Symposium: Light and Heavy Duty, Lyon-Villeurbane 2007.
- [7] Mazurek S., Merkisz J.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*. Wydawnictwo WKiŁ, Warszawa 2007.

Prof. **Jerzy MERKISZ** DSc., PhD., ME. – professor in the Faculty of Working Machines and Transportation at Poznan University of Technology.

Mr **Jacek PIELECHA** D.Eng. – assistant Professor in the Faculty of Working Machines and Transportation at Poznan University of Technology.

Mr **Adam PACHOLEK** M.Eng. – postgraduate in the Faculty of Working Machines and Transportation at Poznan University of Technology.