

PODSTAWOWE PROCEDURY DIAGNOSTYCZNE I STRATEGIE DECYZYJNE SYSTEMU OBD II

Stanisław Mazurek*, Jerzy Merkisz**

*Katedra Systemów Automatyki, Politechnika Gdańska,
ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk

**Instytut Silników Spalinowych i Podstaw Konstrukcji Maszyn, Politechnika Poznańska,
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Streszczenie. W referacie dokonano klasyfikacji oraz przedstawiono działanie procedur diagnostycznych układów diagnostyki pokładowej pojazdów OBD II. Omówiono rodzaje błędów decyzyjnych systemów diagnostycznych i ich możliwe konsekwencje. Przedstawiono ewolucję strategii decyzyjnych stosowanych w systemach OBD II. Sformułowano tezę, że dla efektywnej eliminacji błędów decyzyjnych niezbędne jest równoległe stosowanie wielu strategii decyzyjnych.

1. Wprowadzenie

Wprowadzona w 1996 roku w USA norma OBD II stanowi duży postęp w rozwoju układów diagnostyki pokładowej pojazdów (tabl. 1). Od 1 stycznia 2000 roku w krajach UE obowiązuje jej europejski odpowiednik EOBD. W układy diagnostyki pokładowej (*On-Board Diagnostic* – OBD) muszą być wyposażone wszystkie nowe pojazdy PC i LDV napędzane silnikami ZI. Od roku 2005 wymóg ten zostanie rozszerzony na pojazdy PC i LDV z silnikami ZS oraz na pojazdy HDV, bez względu na rodzaj napędu. Regulacja OBD II w szerokim zakresie standaryzuje procedury diagnostyczne wszystkich emisyjnie krytycznych elementów układu napędowego i tworzy podstawy do standaryzacji diagnostyki podzespołów nadwozia i podwozia [1].

Tablica 1

Rozwój pokładowych systemów diagnostycznych [7]

OBDI	OBDII	OBDIII
Diagnostyka pokładowa elementów układu wtryskowo-zapłonowego. Sygnalizacja uszkodzeń.	Aktywna diagnostyka emisyjnych elementów i podzespołów układu napędowego pojazdu.	Kontrola emisji pojazdów poprzez diagnostykę OBDII. Automatyczne powiadamianie odpowiednich służb.
	Stopniowa rozbudowa systemu zespołów podwozia i nadwozia. Sygnalizacja poziomu przekroczonej emisji.	
1984	1996	2002
Brak standaryzacji procedur diagnostycznych i kodów uszkodzeń. Brak prawnego zagwarantowania dostępu do informacji diagnostycznych.	Ogólnosiłowa standaryzacja w zakresie procedur diagnostycznych i dostępu do informacji. Prawne zagwarantowanie dostępu do informacji.	Wprowadzenie nowych regulacji prawnych związanych z automatycznym wykrywaniem i identyfikacją niesprawnych pojazdów.

Układ OBD II odróżnia się od innych systemów diagnostycznych tym, że zorientowany jest w szczególności na detekcję podwyższonej emisji substancji toksycznych przez pojazd. Umożliwia wykrycie usterek będących głównymi czynnikami zwiększonej emisji, takich jak np.: obniżenia sprawności reaktora katalitycznego, wypadanie zapłonów, rozszczelnienie systemu paliwowego. Dzięki bieżącemu monitorowaniu pracy układów emisyjnie krytycznych (tzn. takich, które bezpośrednio lub pośrednio wskazują na możliwość wystąpienia zwiększonej emisji z układu wylotowego lub zasilania w paliwo) możliwe jest wykrywanie niesprawności w jej początkowej fazie, gdy straty dla środowiska są jeszcze niewielkie.

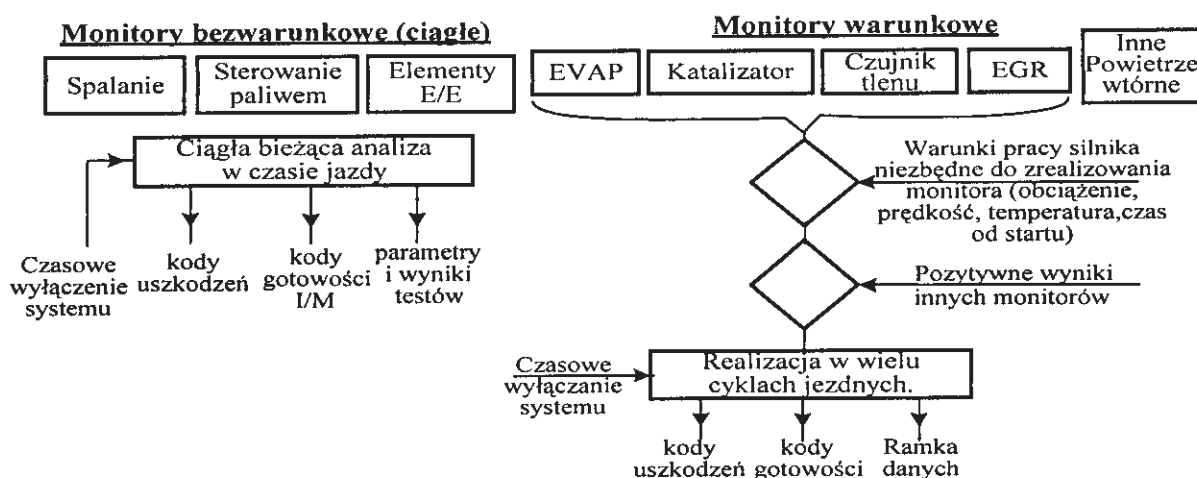
Dokładny opis podstawowych funkcji i zadań systemu OBD autorzy przedstawili w pracy [6], gdzie podano także podstawowe definicje i pojęcia wykorzystywane w normie OBD II. Celem prezentowanego artykułu jest przedstawienie działania procedur diagnostycznych wymaganych wspomnianą normą oraz zaprezentowanie ewolucji strategii decyzyjnych stosowanych w układach diagnostyki pokładowej pojazdów.

2. Procedury diagnostyczne systemu OBD II

Podstawowym pojęciem systemów diagnostyki pokładowej pojazdów jest monitor diagnostyczny (zwany dalej monitorem). Choć w normie OBD II pojęcie to nie jest bezpośrednio zdefiniowane, rozumie się pod nim procedurę diagnostyczną zmierzającą do wykrycia uszkodzenia elementu lub podsystemu wpływającego na emisję z układu wylotowego lub zasilania. Procedury diagnostyczne realizowane są środkami sprzętowymi i programowymi pod kontrolą centralnego modułu sterującego układu napędowego PCM, który przechowuje także wyniki testów i podejmuje decyzję o powiadomieniu za pomocą wskaźnika MIL o wystąpieniu uszkodzenia [2, 3].

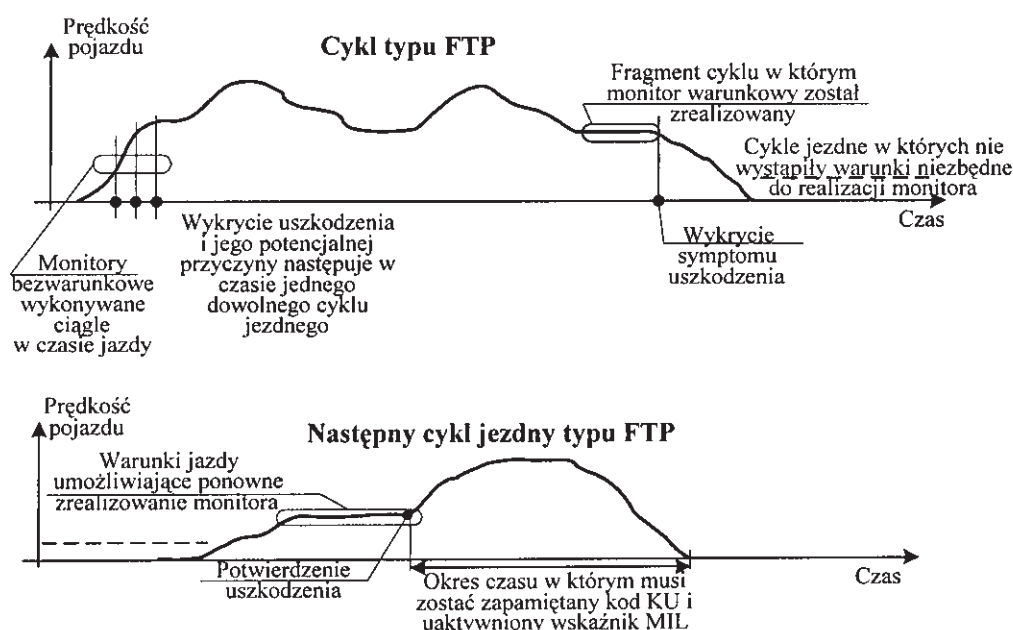
Regułą systemu OBD II jest, że każdy monitor obsługuje tylko jeden wpływający na emisję element lub podsystem. Stąd liczba zastosowanych w danym pojeździe monitorów zależy od typu silnika (zapłon iskrowy lub samoczynny) oraz od poziomu rozbudowy systemu kontroli emisji. Należy się spodziewać, że liczba wykorzystywanych monitorów będzie z upływem czasu rosła, w miarę rozwoju systemów kontroli emisji, wynikającego z zastrzegających się norm emisyjnych.

Na rysunku 1 zestawiono i sklasyfikowano monitory, których stosowanie jest objęte wymaganiami norm OBD II i EOBD. Klasyfikacja ta zgodna z terminologią normy dzieli monitory na ciągłe (inaczej bezwarunkowe) i nieciągłe (warunkowe) [4].



Rys. 1. Klasyfikacja monitorów diagnostycznych systemu OBD II

Monitory ciągle obsługują te elementy i podzespoły, które mogą być testowane na bieżąco w dowolnych warunkach jazdy oraz których testowanie może być uruchomione i zakończone bez względu na wyniki działania innych monitorów. Monitory warunkowe z kolei obsługują te elementy i podsystemy, w których identyfikacja uszkodzeń wymaga, jak to pokazano na rysunku 2, dłuższego czasu obserwacji w warunkach cyklu jezdny. Wykorzystywane są tutaj dane dostarczone przez elementy, które same są objęte innymi monitorami, stąd też do rozpoczęcia danych monitorów warunkowych wymagane jest zakończenie innych monitorów z wynikiem pomyślnym.



Rys. 2. Realizacja monitorów warunkowych i bezwarunkowych w systemie OBD

Szczegółowe warunki uaktywnienia danego monitora są zdefiniowane stanem cieplnym i dynamicznym silnika (wartość prędkości i momentu obrotowego) oraz zmiennością tych parametrów w czasie. Za wybór warunków odpowiednich dla pracy monitora odpowiedzialny jest producent pojazdu. Normy amerykańskie i europejskie wprowadzają jedynie wymaganie, że warunki te powinny się pojawiać co najmniej raz w prawnie obowiązującym emisyjnym cyklu jezdny (w USA w pierwszej części cyklu FTP, w Europie w cyklu NEDC). Wymóg ten dotyczy wszystkich monitorów warunkowych.

Jest to bardzo ważne wymaganie, ponieważ dzięki temu można ocenić (np. podczas badań homologacyjnych) poprawność działania systemu OBD II na podstawie tylko dwu kolejno po sobie wykonanych cykli jezdnych.

Wszystkie monitory systemu są realizowane w każdych warunkach jazdy z pracującym silnikiem, z wyjątkiem przewidzianych normą dwóch sytuacji, w których może nastąpić zablokowanie całego systemu diagnostyki pokładowej:

1. Ekstremalne warunki klimatyczne, które występują (w myśl normy OBD II) gdy temperatura otoczenia podczas rozruchu silnika jest niższa niż -7°C lub gdy pojazd znajduje się na wysokość powyżej 2500 metrów n.p.m.
2. Praca dodatkowych urządzeń pobierających moc z silnika w pojazdach wyposażonych w takie urządzenia.

Wynikiem zrealizowanego do końca monitora są kody wykrytych symptomów uszkodzeń i uszkodzeń (jeżeli monitor zakończył się wynikiem negatywnym), stałe kalibracyjne monitora (w tym progi decyzyjne) głównych parametrów diagnostycznych oraz wyniki oceny przez monitor wartości aktualnych parametrów diagnostycznych.

Przebieg monitorów jest rejestrowany w systemie za pomocą aktywacji bitów tzw. kodu gotowości (I/M). Każdorazowe wykonanie procedury diagnostycznej monitora zakończone pozytywnym lub negatywnym wynikiem jest sygnalizowane uaktywnieniem odpowiedniej flagi. Zbiór tych flag, reprezentujący stan wszystkich monitorów nazwano kodem gotowości systemu. Nieaktywny bit kodu gotowości odpowiadający danemu monitorowi nie oznacza jego negatywnego wyniku, lecz jedynie brak wyniku. Stan monitorów działających w sposób ciągły (bezwarunkowych) tzn. monitorów wypadania zapłonów, systemu dawkowania paliwa, elementów wejścia-wyjścia nie muszą być identyfikowane kodami gotowości. Jednakże dla zachowania spójności systemu niektóre firmy (np. FORD) wprowadziły flagi tych monitorów uaktywniane w momencie zakończenia wszystkich monitorów warunkowych zaimplementowanych w danym pojeździe. Kody gotowości nie mogą być kasowane przez wyłączenie i ponowne włączenie silnika, a jedynie za pomocą odpowiedniego urządzenia diagnostycznego. W takim przypadku nie przewiduje się możliwości kasowania pojedynczych flag, lecz jedynie całego kodu błędu.

3. Strategie decyzyjne w pokładowych systemach diagnostycznych

Każdy automatyczny system obiektów diagnostycznych powinien być projektowany z uwzględnieniem kosztów spowodowany błędami typu alfa i typu beta, a jego strategie decyzyjne powinny być zoptymalizowane pod kątem minimalizacji kosztów globalnych wyrażonych sumą ważoną tych kosztów. Przypomnijmy, że błąd typu alfa - „fałszywy alarm” wystąpi kiedy diagnozowany obiekt jest sprawny a system sygnalizuje niesprawność i podejmuje przewidziane dla niej działania zaradcze. Błąd typu beta – przeoczenie awarii, wystąpi kiedy system nie zauważy rzeczywistej niesprawności obiektu, na skutek mało precyzyjnej procedury diagnostycznej lub błędnych danych. W systemach radiolokacyjnych obrony powietrznej (z których pochodzi nazewnictwo obu rodzajów błędów) koszty fałszywego alarmu są wymierne i równe cenie niepotrzebnie wystrzelonego pocisku lub poderwania eskadry samolotów. Koszty błędów typu beta w tych systemach mogą być katastrofalnie wysokie np. wskutek zbombardowania obiektu chronionego. Ogólnie można powiedzieć, że dla prostszych niż pojazdy obiektów błędy typu alfa pociągają za sobą koszty przestojów maszyn i niepotrzebnych przeglądów, natomiast błędy typu beta mogą stanowić równowartość kosztów zniszczonego podczas awarii obiektu i jego wymiany.

W przypadku systemów emisyjnej diagnostyki pokładowej pojazdów, błędy typu beta zazwyczaj nie są zauważane przez kierowcę ponieważ najczęstsze uszkodzenia emisyjne elementów (np. zmniejszenie sprawności katalitycznego reaktora spalin) nie pogarszają dynamiki pojazdów. Błędy te mogą być wykryte i są wykrywane podczas badań homologacyjnych lub kontrolnych prowadzonych przez upoważnione instytucje zgodnie z wymaganiami normy. Jak pokazują procesy sądowe wytoczone przez EPA firmom Honda i Toyota, ich koszty są bardzo wysokie. Z drugiej strony należy się spodziewać, że błędy typu alfa są bardzo irytujące dla kierowców i mogą podważać zaufanie zarówno dla producenta jak i dla całej technologii OBD II.

Jest rzeczą powszechnie znaną, że błędów obu rodzajów nie da się równocześnie wyeliminować, a zmniejszenie częstości (prawdopodobieństwa) występowania błędów jednego rodzaju pociąga zazwyczaj za sobą zwiększenie częstości występowania błędów drugiego rodzaju. Stąd każde techniczne rozwiązanie musi uwzględniać różnicę kosztów obu rodzajów błędów i być kompromisem pomiędzy możliwościami technologicznymi, kosztami realizacji a wymaganiami ustawodawcy. Strategia identyfikacji i sygnalizacji uszkodzeń/awarii w systemach pokładowych musi uwzględniać także fakt, że symptomy uszkodzeń elementów i podsystemów pojazdu mogą się pojawiać nie tylko wskutek ich trwałego zużycia lub uszko-

dzenia, lecz także z powodu ekstremalnych lub nienaturalnych warunków eksploatacji wynikających ze stylu jazdy, jakości drogi, zanieczyszczenia lub niskiej jakości paliwa, warunków klimatycznych, oblodzenia lub zawilgocenia silnika itp. Symptomy uszkodzeń zarejestrowane w takich sytuacjach znikają wraz z ustąpieniem przyczyn zewnętrznych. Z tego powodu system diagnostyczny powinien mieć wbudowany mechanizm dezaktywacji sytuacji awaryjnych spowodowanych symptomami tego rodzaju.

Wydaje się, że u podstaw sukcesu we wdrażaniu wszystkich technicznych rozwiązań diagnostycznych systemów pokładowych było dążenie producentów do spełnienia następujących celów:

1. Zmniejszenia do minimum prawdopodobieństwa wykrycia błędów typu beta w badaniach homologacyjnych i kontrolnych.
2. Możliwie rzadkiego niepokojenia kierowcy sygnalizowaniem awarii przez uaktywnienie wskaźnika MIL.
3. Samoczynnego kasowania wskaźnika MIL w przypadku ustąpienia symptomów awarii.
4. Dostarczenia wszystkim zainteresowanym diagnostyką i naprawą pojazdu możliwie pełnej informacji diagnostycznej umożliwiającej łatwe zidentyfikowanie uszkodzenia.

Poniżej opisano dwie stosowane obecnie strategie identyfikacji, rejestracji i sygnalizacji uszkodzeń, które zadawalająco realizują generalne cele systemu OBD. Jak nietrudno zauważyć analizując kolejne wersje norm OBD oraz poprzedzające ich wprowadzenie dyskusje, strategie te są nie tylko wynikiem naturalnej technicznej ewolucji systemu, ale także wynikiem pewnego konsensusu pomiędzy ustawodawcą – EPA i wytwórcami pojazdów, głównie firmami Ford i General Motors.

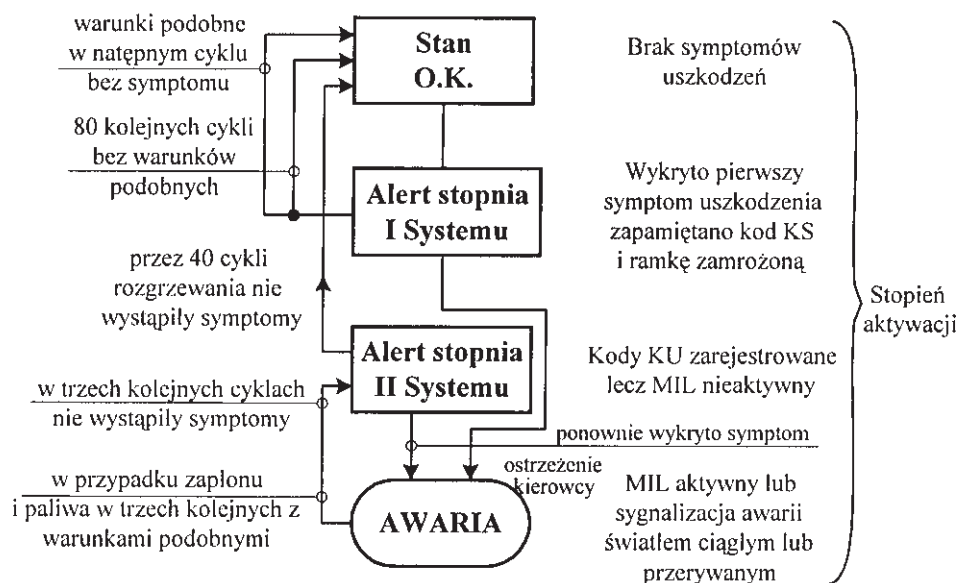
Podstawowym wymaganiem pierwotnych edycji normy OBD II było wymaganie by kod uszkodzenia został zarejestrowany a wskaźnik MIL uaktywniony przed zakończeniem drugiego cyklu jezdny, w którym to uszkodzenie zostało ponownie wykryte. Jak to pokazano na rysunku 2, nie wszystkie uszkodzenia mogą być wykryte w dwóch kolejnych cyklach. Do wykrycia uszkodzenia niezbędne jest bowiem uruchomienie i zakończenie odpowiedniej procedury diagnostycznej, co jak wcześniej powiedziano wiąże się z koniecznością spełnienia specyficznych warunków określających stan cieplny i dynamiczny silnika oraz pomyślnego wykonania innych procedur diagnostycznych. Jednym z wymagań normy jest, by każdy monitor realizowany był co najmniej raz w obowiązującym przy pomiarze emisji cyklu jezdny.

Pierwsze wdrażane w latach 1996-99 systemy OBD II realizowały te wymagania w następujący sposób:

- jeżeli system był całkowicie sprawny lub wykasowano w nim całą informację diagnostyczną to jakikolwiek niepomyślny wynik (lub wyniki) któregośkolwiek monitora zarejestrowany w pierwszym cyklu jezdny nie jest traktowany jako uszkodzenie o którym powiadamiany jest kierowca;
- negatywny wynik jakiegokolwiek monitora w kolejnym cyklu w którym został on uruchomiony i do końca zrealizowany jest uważany za uszkodzenie elementu lub podsystemu i sygnalizowany kierowcy wskaźnikiem MIL.

Warto w tym miejscu zauważyć, że w przypadku monitorów ciągłych system dysponuje w czasie trwania jednego cyklu jezdny wieloma wynikami pracy tych monitorów. Jednakże powtórny negatywny wynik obserwowany w tym samym cyklu jezdny nie jest uważany za potwierdzenie uszkodzenia. Zasada uaktywniania wskaźnika MIL dopiero w drugim cyklu jest w chwili obecnej powszechnie wykorzystywana nawet w przypadku identyfikacji oczywistych uszkodzeń elementów pomiarowych, typu zwarcia i przerwy w obwodach elektrycznych. Dlatego sprawdzanie reakcji systemu OBD II na uszkodzenia, przez rozłączenie czujników i obserwację wskaźnika MIL w czasie postoju nie jest efektywną metodą sprawdzania jego działania.

Na rysunku 3 przedstawiono schemat strategii decyzyjnej potwierdzenia symptomu (SPS). Działanie tej strategii decyzyjnej systemu OBD można sprecyzować następująco:



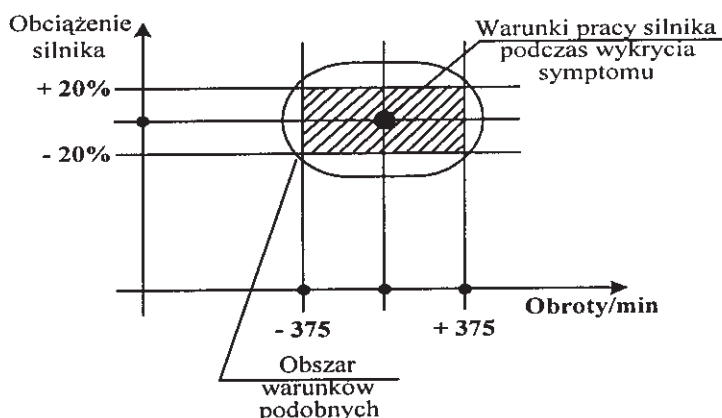
UWAGA! Zgodnie z dyrektywą 98/69 cykl rozgrzewania jest takim fragmentem jazdy w którym temperatura czynnika chłodzącego wzrasta o conajmniej 22 °C i osiąga 70 °C.

Rys. 3. Stany aktywacji systemu OBD II

- Za stan O.K. systemu uważa się stan w którym w pamięci modułu sterującego nie są zarejestrowane żadne kody uszkodzeń. Stan taki system osiąga po dłuższym czasie jazdy bez żadnych uszkodzeń – niepomysłnych wyników monitorów, po skasowaniu informacji diagnostycznej zarejestrowanej w systemie za pomocą rodzajowego czytnika GST (norma SAE J1978) lub zresetowania systemu za pomocą odłączenia akumulatora.
- W momencie wykrycia pierwszego symptomu uszkodzenia (negatywny wynik któregośkolwiek z monitorów) system wchodzi w stan alertu pierwszego stopnia. W tym momencie musi zostać zarejestrowany zbiór parametrów chwilowych określających stan pracy silnika zmierzony w momencie pojawienia się negatywnego wyniku monitora. Jest to tzw. „ramka zamrożona”. Zapamiętane mogą być także kody uszkodzeń, których symptom został wykryty. Kody te autorzy nazwali kodami symptomów KS, w literaturze obcej używana jest nazwa „pending DTC”. Omawiane kody mają taką samą postać jak kody właściwe uszkodzenia KU i muszą być odróżnialne w systemie od kodów właściwych. Dane w „ramce zamrożonej” powinny zawierać przynajmniej wartości następujących parametrów: prędkości obrotowej silnika, stanu układu sterowania dawkowaniem paliwem, temperatury cieczy chłodzącej, obliczonego obciążenia silnika, ciśnienia paliwa, prędkości pojazdu, podciśnienia w kolektorze dolotowym. Norma dodatkowo mówi, że dane te powinny być tak dobrane przez producenta, by na ich podstawie była możliwa efektywna diagnostyka układu napędowego. Jeżeli następny symptom uszkodzenia dotyczy układu systemu spalania lub sterowania dawkowaniem paliwa, „stara ramka zamrożona” powinna zostać zastąpiona nową, zawierającą parametry zmierzone w momencie wykrycia symptomu uszkodzenia w tych systemach.
- Jeżeli symptom tego samego uszkodzenia został wykryty w następnym cyklu jezdny, w którym wystąpiły warunki niezbędne do rozpoczęcia i zakończenia monitora, to fakt ten jest uznany za potwierdzenie uszkodzenia i system wchodzi w stan awaryjny. Kod

KU musi być zapamiętany nie później niż przed zakończeniem cyklu jezdny, w którym to uszkodzenie zostało ponownie wykryte. To wymaganie dotyczy także momentu uaktywnienia wskaźnika MIL. Decyzję o stanie wskaźnika MIL (aktywny/nieaktywny) należy zarejestrować w postaci odrębnego kodu. MIL jest także aktywny (świeci światłem ciągłym) jeżeli system sterowania wchodzi w stan domyślny lub awaryjny. MIL świeci światłem przerywanym z częstotliwością raz na sekundę w tych okresach czasu, w których występuje wypadanie zapłonów z intensywnością zagrażającą reaktorowi katalitycznemu. MIL powinien być także uaktywniony po włączeniu zapłonu przed rozruchem silnika i wyłączony po rozruchu jeżeli nie jest zarejestrowany kod KU.

- Jeżeli przyczyną awarii było wypadanie zapłonów lub uszkodzenie układu sterowania składem mieszanki, to po trzech kolejnych cyklach jezdnych w których występują warunki pracy silnika podobne do zaobserwowanych w momencie wystąpienia pierwszego symptomu, a symptomy tego uszkodzenia nie pojawiły się, system wchodzi w stan alertu drugiego stopnia. Warunki podobne pracy silnika są określone jego stanem cieplnym (rozgrzany, zimny), prędkością obrotową i obciążeniem (rys. 4). W stanie alertu drugiego stopnia wskaźnik MIL jest nieaktywny natomiast pamiętane są kody uszkodzeń KU. W przypadku innych uszkodzeń niż wypadanie zapłonów i niesprawność układu sterowania dawkowaniem paliwa system diagnostyczny przechodzi do stanu alertu drugiego stopnia po trzech dowolnych kolejnych cyklach, w których symptomy tych uszkodzeń nie zostały wykryte.



Rys. 4. Definicja warunków podobnych

- System przechodzi ze stanu alertu pierwszego stopnia do stanu O.K. jeżeli następny cykl w którym wystąpiły warunki pracy silnika podobne do zarejestrowanych podczas wykrycia pierwszego symptomu został zrealizowany i ten sam symptom nie został wykryty.
- System przechodzi ze stanu alertu pierwszego stopnia do stanu O.K. jeżeli przejechano 80 pełnych cykli jezdnych i nie zaobserwowano warunków podobnych do zarejestrowanych podczas wystąpienia pierwszego symptomu.
- System przechodzi ze stanu alertu drugiego stopnia do stanu O.K. po zrealizowaniu 40 cykli rozgrzewania (według definicji umieszczonej na rys. 3) i nie wystąpiły jakiegokolwiek symptomy uszkodzeń.

W najnowszych implementacjach systemu OBD II (modele GM i Ford roku 2000) obok opisanej wcześniej reguły decyzyjnej SPS zastosowano strategię statystycznej obróbki wyników testów (w skrócie SOW), która bardziej efektywnie eliminuje błędy typu alfa. Strategia ta wykorzystuje uśrednianie cyfrowe z wykładniczą wagą EWMA (Exponentially Weighted Moving Average). Uśrednianie tego typu jest znaną od dawna w metrologii techniką eliminacji grubych odchyłek pomiarowych zachowującą niezmienną wartość średnią ciągu wartości pomiarowych. Algorytm cyfrowy tego uśredniania wykorzystuje następujące równanie:

$$\overline{P_n} = P_n * F + (1-F) \overline{P_{n-1}}$$

gdzie:

- P_n – wartość parametru diagnostycznego zmierzona w n-tym cyklu,
- $\overline{P_n}$ – bieżąca wartość średnia obliczona po n – cyklach,
- $\overline{P_{n-1}}$ – wartość średnia „stara” obliczona po n - 1 cyklach,
- F – stała filtru.

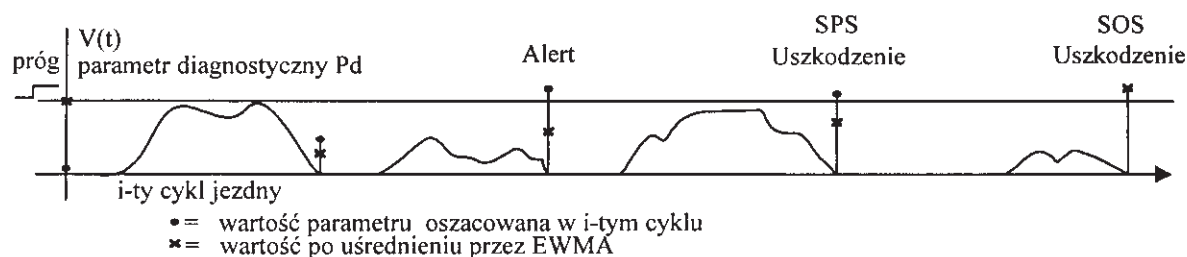
Jak wiadomo filtr cyfrowy o takich własnościach charakteryzuje się wykładniczą odpowiedzią na skokową zmianę wartości wejściowej. Stała czasowa (opadania lub narastania) jest równa:

$$T = [1/F - 1] * T_m$$

gdzie T_m jest czasem obliczania parametru diagnostycznego równego zazwyczaj średniej długości czasu trwania cyklu jezdnego. Algorytm powyższy z powodzeniem zastosowano przy implementacji monitora sprawności reaktora katalitycznego spalin, znacznie poprawiając jego niezawodność. Podstawowym parametrem diagnostycznym w tym monitorze jest sprawność reaktora obliczona na podstawie jego pojemności tlenowej OSC. Najczęściej aktualna wartość sprawności jest szacowana w czasie każdego pojedynczego cyklu jezdnego. Decyzja o uaktywnieniu MIL i zapisaniu kodu uszkodzenia jest jednakże podejmowana nie na podstawie wartości bieżącej sprawności, lecz wartości średniej obliczonej na podstawie ciągu wartości sprawności obserwowanej w dłuższym okresie eksploatacji.

Metoda EWMA została usankcjonowana prawnie w najnowszych wersjach norm OBD, które mówią że wskaźnik MIL, w przypadku wykorzystania procedury statystycznej obróbki wyników, może być uaktywniany po 6-ciu cyklach jezdnych. Norma europejska problem ten precyzuje w sposób następujący: „Ustawodawca uznaje stosowanie algorytmu uśredniającego z wagą wykładniczą za korzystne dla niektórych procedur diagnostycznych, ponieważ zmniejsza ono niebezpieczeństwo fałszywego uaktywnienia MIL; jednakże aprobatę jednostki homologującej zyskają tylko te strategie, przy których liczba cykli jezdnych niezbędnych do aktywacji MIL nie jest zbyt duża (np. wynosi 6 lub 7 wyników procedury monitorującej)”. Dla celów homologacyjnych oraz badań sprawdzających skuteczność napraw wymagany jest krótszy okres testów (zazwyczaj dopuszcza się tylko dwa cykle jezdne), stąd też producenci stosują dwie wartości stałej filtru procedury EWMA – „szybką” stosowaną do celów testowania systemów oraz „wolną” wykorzystywaną w normalnej eksploatacji. „Szybki” filtr jest automatycznie uruchamiany po skasowaniu kodu gotowości i jest wykorzystywany przez następnych kilka cykli jezdnych po których system automatycznie przechodzi do stałej eksploatacyjnej filtru (liczba cykli z „szybkim” filtrem jest stałą kalibracyjną systemu).

Porównanie działania strategii decyzyjnych SPS i SOS przedstawiono poglądowo na rysunku 5. W modelach roku 2000 są stosowane równolegle obie te strategie, jednak regułą jest, że strategia SPS jest stosowana w monitorach wykrywających uszkodzenia łatwo definiowalne, których główny parametr diagnostyczny ma charakter dyskretny lub wręcz binarny typu: obwód otwarty, zwarcie, zawór stale zamknięty lub uszkodzenia te dotyczą podsystemów wpływających bezpośrednio na bezpieczeństwo elementów lub całego układu napędowego pojazdu (może to być w szczególności wypadanie zapłonów o intensywności i charakterze grożącym uszkodzeniem reaktora katalitycznego). Procedura SOW jest natomiast stosowana do identyfikacji uszkodzeń elementów, które ulegają raczej stopniowej degradacji niż gwałtownym awariom i których uszkodzenia nie zagrażają innym elementom. W szczególności dotyczy to identyfikacji uszkodzeń reaktora katalitycznego. Podstawowym parametrem diagnostycznym takich elementów jest wyrażana wielkością analogową ich odpowiednio zidentyfikowana sprawność. Procedury SOW identyfikują i uaktywniają wskaźnik MIL w więcej niż dwóch cyklach jezdnych. Ostatnie modyfikacje normy OBD II mówią nieprecyzyjnie o kilku cyklach – 3 do 6 lub nawet 7.



Rys. 5. Strategie decyzyjne systemu OBD II

4. Podsumowanie

Wejście w życie normy OBD II wymusiło przebudowę sfery kontroli i obsługi pojazdów w zakresie sprzętu i metodyki badań. Podstawowym przyrządem diagnostycznym staje się uniwersalny komputer PC wyposażony w łącze OBDII i odpowiednie oprogramowanie. Dotyczy to przede wszystkim badań kontrolnych emisji z układu wylotowego i badań diagnostycznych zmierzających do oceny stanu technicznego układu napędowego i lokalizacji uszkodzeń.

System OBD II stanowi duży postęp w zakresie procedur diagnostycznych stosowanych (monitorów) w układach diagnostyki pokładowej. Należy się spodziewać, że liczba wykorzystywanych monitorów w przyszłości jeszcze się rozszerzy, w związku z rozwojem pojazdów samochodowych, wymuszonym głównie względami ekologicznymi.

Konieczne jest udoskonalenie strategii decyzyjnych, by możliwie skutecznie zapobiegać błędom diagnostycznym. Nagminne pojawianie się błędów typu alfa może prowadzić do uprzedzeń kierowców w stosunku do systemów pokładowych lub wręcz ignorancji ich wskazań. Wydaje się, że osiągnięcie tego celu możliwe będzie dzięki równoległemu zastosowaniu wielu strategii decyzyjnych. Przesłanki tego typu rozwiązań są już widoczne w modelach roku 2000.

Znaczącą rolę do spełnienia mają do spełnienia ustawodawcy. Niezbędne jest uściślenie wymagań normy w stosunku do procedur diagnostycznych oraz strategii decyzyjnych systemu. Wskazana byłaby również pełna światowa standaryzacja w zakresie procedur diagnostycznych i dostępu do informacji, co ułatwiłoby producentom implementację systemu OBD II i pozwoliło na obniżenie kosztów. Okazało się bowiem, że obsługa procedur diagnostycznych realizowana przez centralny moduł jednostki napędowej jest bardziej skomplikowana niż większość producentów przypuszczało (pisze się o około 15 tys. nowych stałych kalibracyjnych wymaganych przez system OBDII). Stąd koniecznością stało się stosowanie procesorów 16-bitowych (Chrysler) lub 32-bitowych (General Motors i Ford) o zwiększonej szybkości działania, podwojenie pamięci ROM i zastosowanie na szeroką skalę pamięci EEPROM. Ocena CARB mówiąca o zwiększeniu kosztów produkcji jednego pojazdu o 70\$ spowodowana wprowadzeniem systemu OBDII jest istotnie zaniżona.

Bibliografia

- [1] AVL: Regulations & Standards 22.05.2000.
- [2] Caraceni A., Cioffi V., Garofalo F., Senatore A., Vittorioso G., Barberio C., Saroglia G.: Emission Control Technologies for EU Stage IV + EOBD on Small Cars (Part I): Pre-screening of Potential Solutions. SAE Paper 1999-01-0775.
- [3] Caraceni A., Cioffi V., Garofalo F., Senatore A., Vittorioso G., Barberio C., Saroglia G.: Emission Control Technologies for EU Stage IV + EOBD on Small Cars (Part II): Endurance Fleets Management. SAE Paper 1999-01-1332.
- [4] <http://www.epa.gov/oms/obd.htm>.
- [5] Maunula T., Vakkilainen A., Lievonon A., Torkkell K., Niskanen K., Härkönen M.: Low-emission, three-way catalyst and OSC material development for OBD diagnostics. SAE Paper 1999-01-3625.
- [6] Mazurek S., Merksiz J.: Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych – podstawowe cele i wymagania normy OBDII. Journal of KONES 1999.
- [7] Merksiz J., Pielecha J.: Systemy diagnostyki pokładowej a przepisy emisji spalin. V Sympozjum Naukowe AUTOMA-SIL, Poznań 1999.
- [8] Park S., Chung Y., Park J.: The OBD-II system in the Hyundai Accent. SAE Paper 982551.

Symbole i oznaczenia użyte w tekście

CARB	<i>California Air Resource Board</i> – Kalifornijska Rada ds. Zasobów Powietrza.
DTC	<i>Diagnostic Trouble Code</i> – Diagnostyczne kody uszkodzeń. Standardowe alfanumeryczne oznaczenia elementów i funkcji objętych nadzorem diagnostycznym oraz rodzaju ich uszkodzeń.
E/E	<i>Electronic/Electrical System</i> – System elektroniczno-elektryczny pojazdu. Ogół pokładowych elementów elektronicznych, elektrycznych i elektromechanicznych. W normie OBDII używany w węższym znaczeniu jako zespół elementów odpowiedzialnych za sterowanie pracą układu napędowego i redukcję emisji.
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i> – elektrycznie kasowalna, programowalna pamięć typu ROM
EGR	<i>Exhaust Gas Recirculation</i> – recyrkulacja spalin
EOBD	<i>European On-Board Diagnostics</i> – Pojazdowa diagnostyka pokładowa system europejski. Europejska wersja OBDII obowiązuje w krajach UE od 1.01.2000. Należy się spodziewać, że docelowo będzie ujednolicona z normą OBDII.
EPA	<i>Enviromental Protection Agency</i> – Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska. Oddział Office of Mobile Sources tworzy ustawodawstwo federalne w zakresie emisji z transportu samochodowego. Instytucja odpowiedzialna za wprowadzenie, aktualizację i przestrzeganie normy OBDII.
EVAP	<i>Evaporative System</i> – System odprowadzania par paliwa z układu zasilania.
EWMA	<i>Exponentially Weighted Moving Average</i> – uśrednianie cyfrowe z wagą wykładniczą
FTP	<i>Federal Test Procedure</i> – federalny test jezdny USA
HDV	<i>Heavy Duty Vehicle</i> – ciężki pojazd samochodowy
KS	Kod symptomu uszkodzenia
KU	Kod uszkodzenia
LDV	<i>Light Duty Vehicle</i> – lekki pojazd samochodowy
MIL	<i>Malufunction Indicator Light (Check Engine Light lub SES Service Engine Soon)</i> – świetlny wskaźnik uszkodzenia. Czerwona lampka na desce rozdzielczej o znormalizowanym kształcie sygnalizująca wystąpienie uszkodzenia i częściowo jego rodzaj.

NEDC	<i>New European Driving Cycle</i> – nowy europejski cykl jezdny – zmodyfikowany ECE R83 (tzw. Eurotest) z natychmiastowym poborem spalin
OBD	<i>On-Board Diagnostics</i> – Pojazdowa diagnostyka pokładowa. Zespół programowo i sprzętowo realizowanych procedur i testów umożliwiających wykrywanie na bieżąco w czasie ruchu pojazdów niesprawności systemu E/E pojazdów. Termin używany do oznaczenia norm prawnych, technologii lub całości systemu.
OBD I	<i>On-Board Diagnostics I</i> – Pojazdowa diagnostyka pokładowa system I. Metody diagnostyki pokładowej stosowanej przez producentów w celu wykrycia niesprawności systemu E/E do roku 1996 w USA i do roku 2000 w Europie.
OBD II	<i>On-Board Diagnostics II</i> – Pojazdowa diagnostyka pokładowa – system II. Pokładowa diagnostyka emisyjna pojazdów. Norma wprowadzona w USA przez EPA mająca na celu wykrywanie emisyjnie krytycznych uszkodzeń pojazdów we wczesnej fazie ich rozwoju.
OBD III	<i>On-Board Diagnostics III</i> – Pojazdowa diagnostyka pokładowa – system III. Zespół metod i środków telemetrycznego wykrywania uszkodzeń emisyjnych pojazdów w czasie ich normalnej pracy.
OSC	<i>Oxygen Storage Capacity</i> – pojemność tlenowa reaktora katalitycznego
PC	<i>Passenger Cars</i> – samochody osobowe
PCM	<i>Powertrain Control Module</i> – Centralny moduł sterowania układem napędowym. Pokładowy system komputerowy sterujący pracą całego układu napędowego. Termin stosowany w nowych rozwiązaniach zawierających system OBDII.
PDT	<i>Pending Trouble Code</i> – Kody powstających uszkodzeń. Kody uszkodzeń, które zostały zauważone przez system diagnostyczny po raz pierwszy.
SOW	Strategia decyzyjna statystycznej obróbki wyników testów
SPS	Strategia decyzyjna potwierdzenia symptomu
ZI	Silnik o zapłonie iskrowym
ZS	Silnik o zapłonie samoczynnym

BASIC DIAGNOSTIC PROCEDURES AND DECISIONAL STRATEGIES OF THE OBD II SYSTEM

Summary. The paper presents a classification and performance of the diagnostic procedures included in the On-Board Diagnostics systems (OBD II). The types of decisional errors of the diagnostic systems and their possible consequences have been discussed as well. The paper presents also an evolution of the decisional strategies applied in the OBD II systems. The following thesis has been formulated: a parallel application of various decisional strategies is essential for an effective elimination of decisional errors.