

Article citation info:

Gajek A. Directions for the development of periodic technical inspection for motor vehicles safety systems. The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. 2018; 80(2): 37-51, <http://dx.doi.org/10.14669/AM.VOL80.ART3>

Kierunki rozwoju okresowych badań technicznych pojazdów samochodowych w zakresie bezpieczeństwa

Andrzej Gajek¹

Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwości rozszerzenia zakresu okresowych badań technicznych pojazdów w zakresie bezpieczeństwa. Przeanalizowano następujące układy mechatroniczne: układ hamulcowy z ABS/ESP wraz z czujnikami, asystent hamowania BAS i system automatycznego hamowania, układ wspomagania kierownicy (elektryczny EPS), system kontroli ciśnienia w ogumieniu (TPMS), układy zabezpieczający osoby w pojeździe (SRS), system regulacji ustawienia reflektorów i asystent świateł drogowych i utrzymania toru jazdy.

Zaproponowano cztery poziomy diagnostowania pozwalające kolejno, coraz dokładniej określać stan badanego układu. Kontrola na poziomie I, II i III polega na odczycie informacji z sygnalizatorów na desce rozdzielczej samochodu oraz danych pobranych z programu autodiagnostyki badanego układu poprzez tester diagnostyczny. Poziom IV polega na kontroli funkcjonowania całego układu na stanowisku diagnostycznym. Działanie badanego układu uruchamiane jest testerem poprzez gniazdo OBD w samochodzie. Efekt działania układu sprawdzany jest na stanowisku badawczym. Pozwala to wykrywać te niesprawności układu mechatronicznego, których nie wykrywają systemy diagnostyki pokładowej. Taki sposób diagnostowania powoduje konieczność synchronizacji programu testera (sygnałów wymuszeń) z pomiarami na stanowisku.

Słowa kluczowe: diagnostyka, układy mechatroniczne, stacja kontroli pojazdów, badania okresowe, badania stanowiskowe hamulców

1. Wstęp

W ostatnich kilkudziesięciu latach samochód stał się systemem wielu układów mechatronicznych współdziałających ze sobą i komunikujących się poprzez sieć CAN. Natomiast metody okresowej kontroli w stacji kontroli pojazdów (SKP), w ramach obowiązkowych badań technicznych, pozostały na poziomie badań układów mechanicznych. Rozwój technik i zakresu diagnostowania w zakresie okresowych badań

¹ Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych Cracow University of Technology, Polska, 31-364 Kraków, Al. Jana Pawła II No 37; e-mail: gajeka@mech.pk.edu.pl

technicznych powinien uwzględniać fakt zmian w budowie pojazdów, ich elektronizacji i informatyzacji.

Pierwszym zwiastunem nowego podejścia do metodyki obowiązkowych badań technicznych pojazdów jest stosowanie testerów OBDII do oceny realizacji monitorów (procedur) diagnostycznych związanych z pracą silnika. Przykładowo, wykonanie procedury kontroli reaktora katalitycznego przez system diagnostyki pokładowej OBD II z wynikiem pozytywnym, stwierdzone testerem, może zastąpić procedurę analizy spalin silnika ZI wykonywaną w SKP.

Układy mechatroniczne, których główną ideą jest sterowanie obiektem poprzez oprogramowany sterownik wykorzystujący sygnały z czujników, wymagają innego podejścia do ich diagnozowania w stosunku do układów stricte mechanicznych. Wbudowany do sterownika program autodiagnozy, opracowywany już na etapie projektowania układu, należy wykorzystywać w badaniach kontrolnych. Do tego celu konieczne jest stosowanie testerów, poprzez które można odczytać ewentualne kody błędów zarejestrowane przez układ autodiagnostyki, jak również sygnały z czujników i weryfikować poprawność ich działania. Drugim celem stosowania testerów jest możliwość wymuszania działania układów wykonawczych poprzez sygnały elektryczne z testera i uzyskiwanie odpowiedzi (testy elementów wykonawczych). Zastosowanie testerów pozwala przyspieszyć proces diagnozowania układów mechatronicznych, jak również szerzej wykorzystywać istniejące stanowiska do badań kontrolnych pojazdów.

Prace badawczo rozwojowe realizowane w ośrodkach zagranicznych w zakresie rozwoju badań kontrolnych pojazdów, również uwzględniają stosowanie testerów komputerowych do badań okresowych w SKP [4, 8].

Zasadą kontroli okresowej jest sprawdzenie efektów działania badanego układu i porównanie z wymaganiami przepisów. Efekt działania można obserwować na ekranie stanowiska badawczego, natomiast wymuszenie zadziałania układu mechatronicznego może odbywać się poprzez sygnał z testera do sterownika badanego układu. Taki sposób diagnozowania powoduje konieczność synchronizacji wymuszeń z testera z pomiarami i rejestracją wyników badań na stanowisku diagnostycznym. Można to zrealizować integrując oprogramowanie testera ze sterownikiem i oprogramowaniem stanowiska badawczego.

Powyższe problemy są aktualnie podejmowane przez ośrodki badawcze w Unii Europejskiej [3, 4, 5, 6, 7]. Proponowana jest modyfikacja obecnie stosowanych programów diagnostycznych w kierunku ujednoczenia procedur, ułatwienia dostępu do kolejnych sterowników, przyspieszenia wykonywania testów diagnostycznych [3]. Opracowywany jest zakres obowiązkowych badań kontrolnych układów bezpieczeństwa czynnego i biernego oraz wymagania w tym zakresie dla testerów diagnostycznych stosowanych w stacjach kontroli pojazdów [4, 5, 6].

2. Rozszerzenie zakresu badań kontrolnych układów bezpieczeństwa

Obecnie obowiązujące przepisy dotyczące okresowych badań technicznych obejmują kontrolę układów bezpieczeństwa sterowanych elektronicznie w bardzo wąskim zakresie [1, 2]. Diagnosta korzysta tylko z informacji sygnalizatorów na tablicy przyrządów samochodu (check engine, ABS, ESP, air bag). Natomiast do kontroli działania układów mechatronicznych wymagane jest stosowanie testerów diagnostycznych. Pozwala to znacznie rozszerzyć zakres diagnozowania. Proponowane jest bezpośrednie stosowanie testerów do odczytu kodów błędów i wartości z czujników. Sterowanie poprzez tester elementami wykonawczymi, z równoczesną rejestracją działania całego układu na stanowisku diagnostycznym, pozwala wykryć niesprawności, które nie są rejestrowane przez system diagnostyki pokładowej.

Poniżej przedstawiono możliwości modyfikacji i rozszerzenia zakresu badań okresowych wybranych układów bezpieczeństwa (Electronically Controlled Safety Systems – ECSS): układu hamulcowego z ABS/ESP, asystenta hamowania BAS,

układu wspomagania kierownicy (elektrycznego - EPS), systemu kontroli ciśnienia w ogumieniu (TPMS), układów zabezpieczających osoby w pojeździe (SRS), reflektorów przednich (automatyczne poziomowanie, funkcje dynamicznej regulacji). Zaproponowano kolejne poziomy kontroli, wskazując na zakres obecnie prowadzonych badań i ich rozwój.

2.1. Poziomy badań diagnostycznych w systemie okresowych badań technicznych

W diagnozowaniu układów mechatronicznych pojazdów można wyróżnić kilka poziomów – stopni, pozwalających coraz dokładniej określać stan badanego układu.

Poziom I: Kontrola stanu sygnalizatorów na tablicy przyrządów pojazdu

Poziom ten nie wymaga stosowania testera diagnostycznego. Jest stosowany obecnie.

Poziom II: Identyfikacja sterownika systemu, odczyt kodów błędów

Wymaga stosowania testera diagnostycznego i połączenia go ze sterownikiem badanego układu. Obecnie jest stosowany tester OBD II w zakresie diagnostyki silnika. Nie obejmuje on układów bezpieczeństwa.

Proponowany zakres kontroli:

- odczyt typu (modelu) sterownika, weryfikacja z danymi producenta,
- odczyt kodów błędów

Po opracowaniu specjalistycznego oprogramowania z zestawem danych dla SKP, możliwa będzie kontrola czy badany układ posiada sterownik przewidziany przez producenta.

Poziom III: Odczyt danych badanego układu

Ten poziom umożliwia:

- odczyt wskazań czujników w warunkach statycznych, lub przy zadanym wymuszeniu dynamicznym z rejestracją przebiegów,
- kontrolę sprawności elektrycznej elementów wykonawczych poprzez ich uruchamianie sygnałem z testera.

W celu przyspieszenia tych kontroli tester powinien być oprogramowany programem dedykowanym dla SKP.

Realizacja poziomu III nie jest konieczna jeżeli wyniki kontroli poziomu I i II są pozytywne.

Poziom IV: Kontrola funkcjonowania układu²

Poziom ten obejmuje kontrolę funkcjonowania danego układu przez uruchamianie go testerem poprzez port OBD. Ten poziom testów pozwala ocenić działanie układu jako całości. Głównym celem jego zastosowania jest wykrywanie niesprawności, których nie wykrywają systemy diagnostyki pokładowej oraz wykrywanie manipulacji osób niepowołanych, wyłączających układy bezpieczeństwa, lub ich sygnalizację.

Dotychczasowe standardy komunikacji testera diagnostycznego ze sterownikami i zakres możliwych badań są wystarczające do realizacji poziomu IV. Natomiast konieczne jest opracowanie zunifikowanego oprogramowania tak, aby diagnosta miał ułatwiony i jednolity informatycznie dostęp do sterowników, uruchamiania aktuatorów poszczególnych układów i odczytu wartości rzeczywistych. Niezbędna jest również baza danych referencyjnych w celu oceny działania badanego układu.

Opracowanie uniwersalnego testera diagnostycznego i sposobu pozyskiwania danych dla celów SKP jest podstawowym warunkiem rozszerzenia diagnostyki układów mechatronicznych w ramach okresowych badań technicznych. Drugim zadaniem jest opracowanie sposobu komunikacji testera ze sterownikiem stanowiska diagnostycznego tak, aby była możliwa równoczesna rejestracja parametrów mierzonych testerem i na stanowisku, np. ciśnienia w układzie hamulcowym i sił hamowania.

² Poziom IV może nie mieć zastosowania do wszystkich systemów ECSS (np. poduszki gazowe).

2.2. Zakres badań wybranych układów bezpieczeństwa

Poniżej przedstawiono propozycje zakresu kontroli układów mechatronicznych mających wpływ na bezpieczeństwo ruchu samochodu.

Każdy układ podlega kontroli w zakresie poziomu I oraz identyfikacji sterownika i odczytu kodów błędów (poziom II). Realizacja poziomu III nie jest konieczna jeżeli wyniki kontroli poziomu I i II są pozytywne. Natomiast realizacja poziomu IV zależy od możliwości integracji sygnałów z testera z pomiarami na stanowisku w SKP.

Kontrola układu hamulcowego z ABS/ESP

Poziom I

Stan sygnalizatorów na tablicy przyrządów. Jest to kontrola aktualnie wykonywana.

Poziom II

Identyfikacja sterownika, odczyt kodów błędów. Ten zakres jest możliwy do realizacji przy aktualnym oprogramowaniu testerów.

Poziom III

Kontrola działania włącznika świateł STOP, czujnika ciśnienia w układzie hydraulicznym, czujnika położenia pedału przyspieszenia, czujnika położenia pedału hamulca (w układach EHB, SBC, EBS). Odczyt wartości sygnałów testerem. Konieczność weryfikacji wyników na podstawie danych referencyjnych. Oprogramowanie testera powinno zawierać te, dane dostarczone przez producenta pojazdu.

Poziom IV

Badania funkcjonalne na stanowisku rolkowym:

- kontrola działania i wskazań czujników prędkości obrotowej kół – odczyt wyników testerem,
- pomiar sił hamowania kół osi przedniej i tylnej na stanowisku z równoczesnym pomiarem ciśnienia w układzie hydraulicznym hamulców testerem i przesyłem danych ciśnienia do programu sterownika stanowiska rolkowego,
- ocena skuteczności hamowania, nierówności sił między kołami badanej osi i rozdziału sił hamujących między oś przednią i tylną,
- kontrola działania pompy i zaworów modulatora elektrohydraulicznego ABS/ESP, uruchamianie pompy i zaworów testerem, ocena na podstawie pomiaru zmienności sił hamujących,
- kontrola zerowania czujnika kąta skrętu kierownicy,
- kontrola działania czujników prędkości odchylenia ω_z i przyspieszenia poprzecznego a_y – stanowisko do kontroli luzów w zawieszeniu.

Kontrola układu hamulcowego z ABS/ESP na poziomie IV pozwala na wykrycie następujących niesprawności, których nie sygnalizuje system diagnostyki pokładowej OBD: błędne lub niestabilne wskazania czujników prędkości obrotowej kół pojazdu, możliwość omyłkowego podłączenia przewodów elektrycznych lub hydraulicznych, nieszczelność lub mechaniczne unieruchomienie zaworów modulatora, utrudnienie lub blokada przepływu płynu hamulcowego do zacisków hamulcowych, nieprawidłowe działanie pompy ABS, nieprawidłowe zerowanie czujników kąta skrętu kierownicy, prędkości kątowej i przyspieszenia, brak reakcji tych czujników na dynamiczne wymuszenie.

Układ wspomagania hamowania BAS

Poziom I, II i III

Stan sygnalizatora na tablicy przyrządów, odczyt kodów błędów.

Kontrola czujników w zależności od konstrukcji układu:

- dla układu z obliczaniem szybkości nacisku na pedał hamulca – kontrola czujnika przemieszczenia pedału hamulca,

- dla układu z obliczaniem szybkości narastania ciśnienia – kontrola czujnika ciśnienia w układzie hydraulicznym hamulców,
- dla układu z pomiarem czasu między zdjęciem nogi z pedału przyspieszenia, a chwilą naciśnięcia na pedał hamulca – wg instrukcji dla danego pojazdu.

Poziom IV

Stanowisko rolkowe: kontrola szybkości narastania sił hamowania przy nagłym nacisku na pedał hamulca.

Układ wspomagania kierownicy (elektryczny EPS)

Poziom I

Stan sygnalizatora na tablicy przyrządów. Kontrola aktualnie wykonywana.

Poziom II

Identyfikacja sterownika, odczyt kodów błędów

Poziom III i IV:

Kontrola wskazań czujników testerem przy kołach ustawionych na obrotnicach:

- czujnik kąta skrętu kierownicy: kontrola zerowania oraz wskazania czujnika przy skręcie kierownicy w prawo i lewo o kąt 90° i 360°,
 - kontrola czujnika momentu na wale kierownicy i prądu sterującego wspomaganie: kontrola zerowania i zmiana sygnału przy skręcie w prawo i lewo - testerem,
 - kontrola czujników prędkości kół – tak jak dla ABS/ESP
- Uwaga: zerowanie czujników może być sprawdzone na stanowisku rolkowym

Układy zabezpieczające osoby w pojeździe (SRS)

Ilość i jakość tych układów zależy od modelu pojazdu, roku produkcji, indywidualnego wyposażenia pojazdu. Obecnie do wyposażenia obowiązkowego należą pasy bezpieczeństwa z napinaczami, poduszki gazowe. Bardzo często stosowane są kurtyny gazowe.

Poziom I i II

Kontrola stanu sygnalizatorów.

Identyfikacja sterowników, odczyt kodów błędów, kontrola statusu sygnalizatorów (włączony – wyłączony).

Poziom IV

Brak możliwości kontroli na poziomie IV (sprawdzenia działania układu)

System automatycznego hamowania i utrzymania toru jazdy

Poziom I i II

Kontrola stanu sygnalizatorów na tablicy przyrządów.

Identyfikacja sterownika, odczyt kodów błędów.

Poziom IV

Badania stanowiskowe:

- kontrola ustawienia kierunkowego czujników i kamer,
- kontrola sygnałów czujników odległości (radar, lidar),

Badanie drogowe:

- test aktywacji hamulców: hamowanie prostoliniowe przed przeszkodą elastyczną, nie powodującą uszkodzeń w przypadku kolizji, prędkość początkowa badania określona przez producenta,

- test drogowy utrzymania pasa ruchu

Poziom IV jest realizowany przy badaniach pojazdów po kolizjach i na wniosek odpowiednich służb.

Oświetlenie pojazdu (reflektory przednie) i kamery asystenta kierowcy

Światła

Poziom I i II

Oględziny, stan sygnalizatorów.

Identyfikacja sterowników, odczyt kodów błędów,

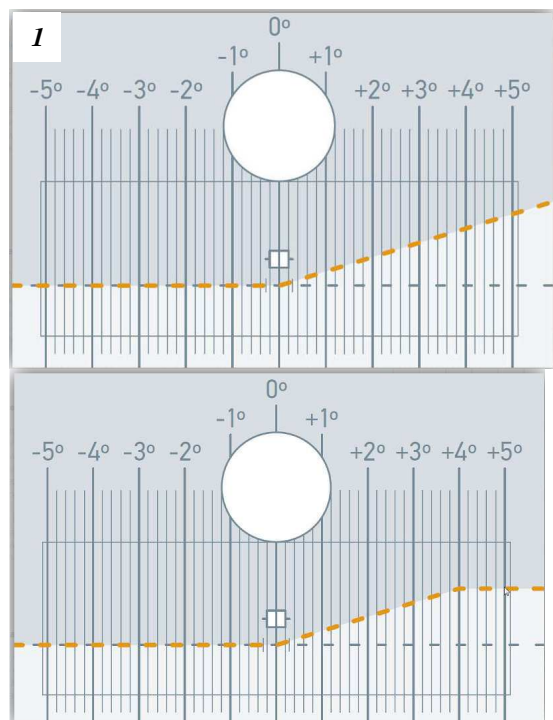
Poziom III

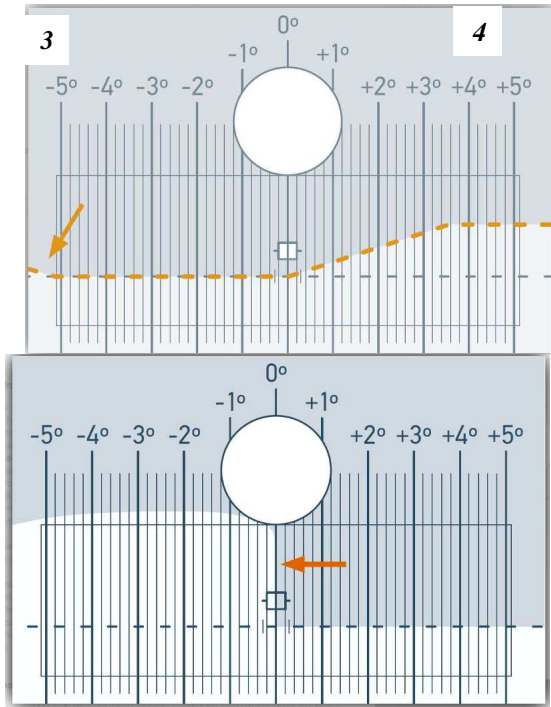
Kontrola napięcia zasilania

Poziom IV

Stanowisko do kontroli ustawienia świateł:

- kontrola ustawienia świateł mijania – wg przepisów obowiązujących, z uwzględnieniem wymagań producenta co do przebiegu linii światła i cienia, rys. 1,





Rys 1. Różnice w granicy światła i cienia świateł mijania: 1 - reflektory z żarówkami halogenowymi, wznios granicy światła i cienia 15°, 2 – reflektory z lampami wyładowczymi, wznios 12° (do 75°) i ograniczenie wysokości wzniosu, 3 – reflektory z diodami LED, wznios 12° (do 75°), ograniczenie wysokości wzniosu, wznios granicy cienia po stronie lewej, 4 - granica światła i cienia reflektorów w samochodzie z asySTEMEM świateł drogowych [10, 11]

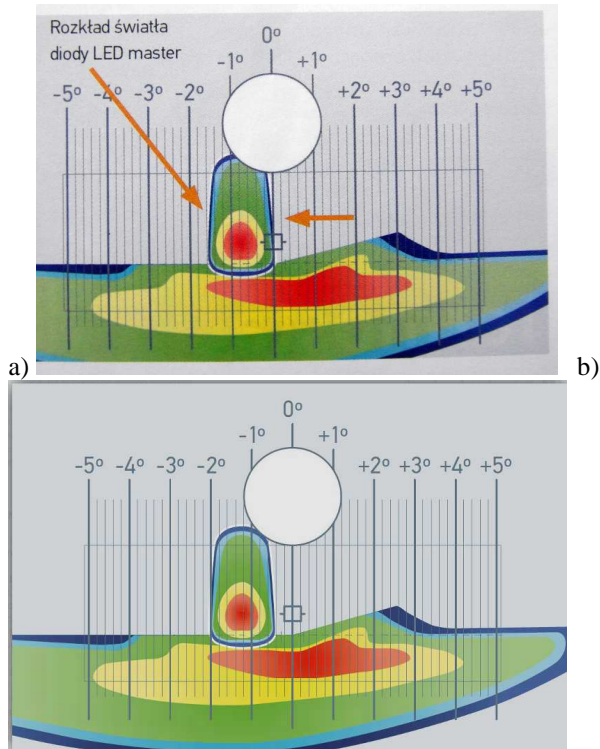
- kontrola świateł drogowych – wg przepisów obowiązujących, z uwzględnieniem wymagań producenta.

Kontrola układu automatycznego poziomowania reflektorów: kontrola i ewentualna regulacja pozycji zerowej: regulacja mechaniczna z zastosowaniem przyrządu do ustawiania świateł, lub regulacja silnikiem krokowym i zapis testerem diagnostycznym w pamięci sterownika nowych wartości zerowych.

Asystent świateł drogowych: kontrola dostosowania ustawienia świateł i natężenia oświetlenia do bieżącego stanu oświetlenia drogi,

Kontrola działania układu skreTU reflektorów podczas jazdy po łuku – wykorzystanie obrotnic.

Reflektory LED z asySTEMEM świateł drogowych i dynamiczną zmianą rozkładu oświetlenia jezdni wymagają zastosowania ekranu i testera do ich kontroli i kalibracji [11]. Testerem włączana jest pojedyncza dioda (master), a na ekranie stanowiska odczytywana jest niezbędna korekcja (rys. 2), której wartość jest wpisywana za pośrednictwem testera do sterownika świateł.



Rys. 2. Kontrola rozkładu światła diody LED master reflektora LED Matrix. a) położenie pola oświetlonego diodą master – prawidłowe, b) nieprawidłowe [11].

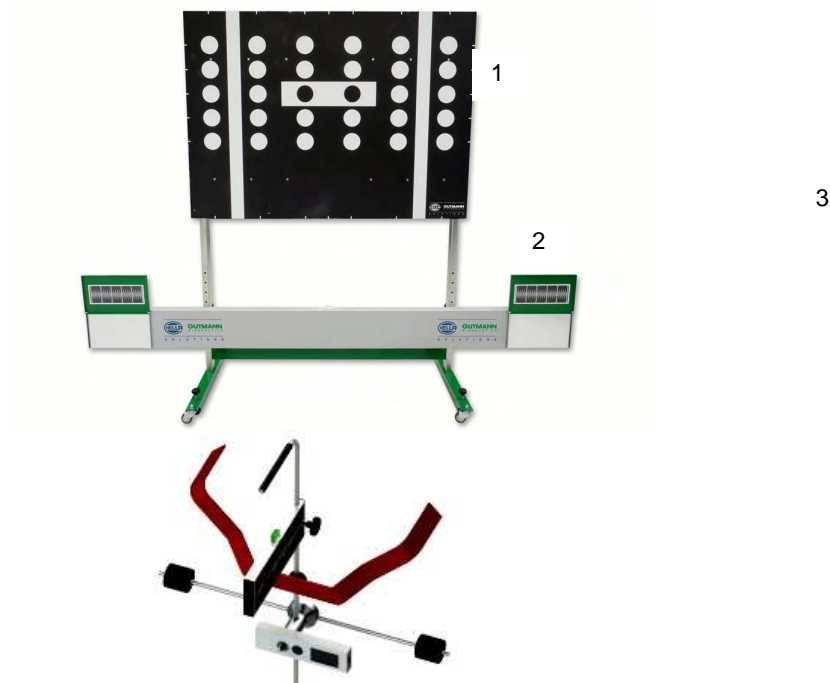
Kamery do kontroli toru jazdy

Poziom IV

Kontrola ustawienia i kalibracja kamery wymaga zastosowania stanowiska z tablicą kontrolną i układem laserowych znaczników do jej ustawienia względem geometrycznej osi jazdy samochodu (rys. 3) oraz testera diagnostycznego.

Porównanie przez program w sterowniku kamery obrazu z tablicy stanowiska widzianego przez kamerę w czasie kontroli, z obrazem zapisanym w pamięci sterownika kamery i zapisanie nowego położenia zerowego.

Kontrolę ustawienia kamery i jej kalibrację należy przeprowadzać po naprawach zawieszenia, wymianie szyb, naprawach blacharskich nadwozia mających wpływ na geometrię zawieszenia. Ze względu na czasochłonność kontroli jej wykonanie w czasie badań okresowych o podstawowym zakresie jest dyskusyjne.



Rys. 3. Stanowisko do kontroli ustawienia i kalibracji kamer do kontroli toru jazdy. 1 – tablica kontrolna, 2 – ekrany do ustawienia tablicy względem nadwozia, uchwyt mocowania wskaźnika laserowego do opony koła pojazdu [12]

System monitorowania ciśnienia w ogumieniu

Sposób kontroli zależny od metody pomiarowej: czujnikiem ciśnienia, lub na zasadzie różnicy prędkości obrotowej kół.

Pomiar czujnikami ciśnienia

Poziom I

Stan sygnalizatorów obniżenia ciśnienia na tablicy przyrządów.

Poziom II

Identyfikacja sterownika, odczyt kodów błędów.

Poziom III

Odczyt wartości ciśnienia testerem; ciśnienie powinno być równe wartości nominalnej $\pm 20\%$. Sygnalizacja stanu nieprawidłowego, przy ciśnieniu różniącym się o 0,5 bar od ciśnienia nominalnego, po około 10 min. od zaistnienia stanu nieprawidłowego.

Pomiar na zasadzie oceny różnicy prędkości obrotowej kół

Poziom I

Kontrola stanu sygnalizatora na tablicy przyrządów.

Poziom II

Identyfikacja sterownika, odczyt kodów błędów, kontrola statusu sygnalizatora spadku ciśnienia

Poziom IV

Stanowisko rolkowe: kontrola różnicy prędkości obrotowej kół – odczyt testerem.

Uwaga: W celu uzyskania odpowiedniej dokładności pomiaru wskazane jest aby stanowisko rolkowe umożliwiała uzyskiwanie prędkości obwodowej kół toczących się swobodnie, około 10 km/godz.

Kontrola zawieszenia

Poziom IV

Kontrola luzów w zawieszeniu na stanowisku do wymuszania drgań (tzw. szarpak).

Kontrola amortyzatorów: metoda drgań wymuszonych, badanie stanowiskowe, ocena współczynnika EUSAMA i amplitudy drgań rezonansowych (realizowane obecnie), ocena względnego współczynnika tłumienia.

Badanie drogowe: metoda drgań swobodnych, tłumionych. Rejestrowane jest przyspieszenie nadwozia podczas przejazdu przez belkę o ustalonym kształcie, rys. 4. Jest to badanie dodatkowe. Czujnik pomiarowy jest w wyposażeniu testera diagnostycznego PTI³. Ten sposób kontroli jest w zakresie badań technicznych opracowanym przez niemieckie Ministerstwo Transportu. [7, 8].



Rys.4. Badanie stanu amortyzatorów z zastosowaniem czujnika przyspieszeń nadwozia, rejestracja drgań testerem PTI [8]

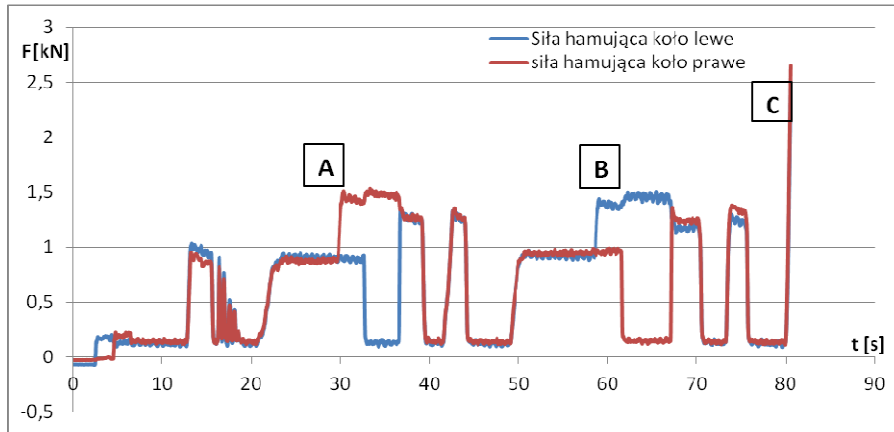
3. Możliwości rozszerzenia zakresu badań kontrolnych układu hamulcowego

Układ hamulcowy z ABS/ESP obecnie jest standardem w wyposażeniu pojazdów samochodowych. Dotychczas okresowa kontrola tego układu jest bardzo ograniczona i przewiduje kontrolę wskaźnika układu samodiagnostyki ABS/ESP, kontrolę organoleptyczną stanu czujników prędkości obrotowej kół, kontrolę połączeń elektrycznych, kontrolę kompletności i stanu pozostałych elementów zewnętrznych układu [1]. Poszczególne elementy elektryczne i elektroniczne tego układu są zabezpieczone przez system diagnostyki pokładowej. Natomiast elementy wykonawcze i działanie całości tego układu nie są kontrolowane.

Ze względu na długi okres użytkowania samochodów, bardzo często bez wymiany płynu hamulcowego, przy pogarszającej się sprawności zacisków lub cylinderków hamulcowych, wydaje się konieczne sprawdzanie dynamiki działania układu zaworów, zacisków i cylinderków hamulcowych, ponieważ od sprawności mechanicznej tych elementów zależy jakość działania ABS/ESP jako całości. Optymalnym badaniem jest próba drogowa hamowania. Natomiast ze względu na trudności jej realizacji opracowano metodę kontroli układu na stanowisku rolkowym. Pozwala ona ocenić odpowiedź układu w postaci zmian sił hamujących na wymuszenie sygnałem elektrycznym wysyłanym z testera diagnostycznego do sterownika zaworów ABS/ESP. Ponieważ na wolnobieżnym stanowisku rolkowym o prędkości obwodowej rolek do około 5 km/godz., układ ABS nie uruchamia się samodzielnie, konieczne jest wymuszenie jego zadziałania poprzez oprogramowany tester diagnostyczny.

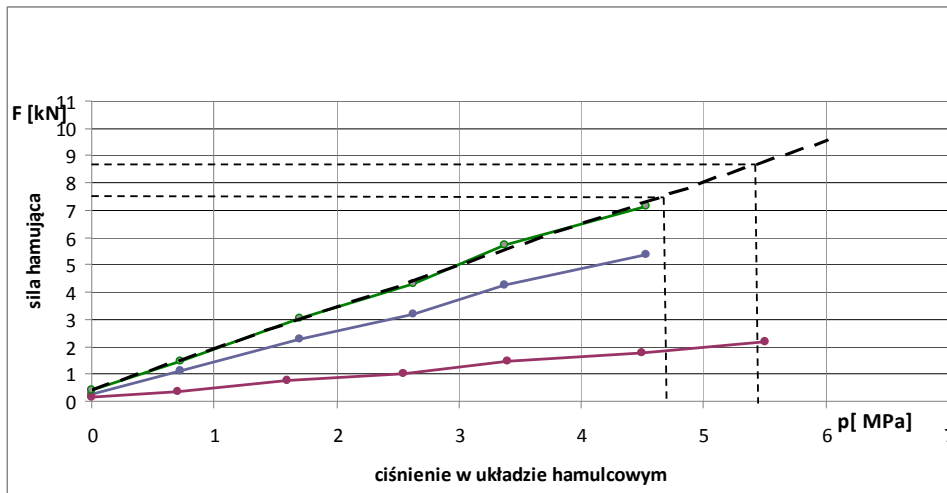
Przykład realizacji takiego badania pokazano na rys. 5. Zakres A wykresu przedstawia przebieg siły hamującej przy wymuszeniu zadziałania zaworów: dolotowego, wylotowego i pompy ABS koła przedniego lewego, część B taki przebieg dla zaworów koła prawego, a część C wzrost siły hamującej i zablokowanie koła prawego przy działaniu pompy i zaworów ESP. Oceniany jest przebieg zmian sił hamujących oraz szybkość narastania i spadku tych sił.

³ PTI – Periodic Technical Inspection scan tool



Rys. 5. Przykład kontroli działania zaworów i pompy układu ABS/ESP osi tylnej samochodu osobowego. F – siła hamująca, t – czas pomiaru. Opis w tekście.

Drugie rozszerzenie obejmuje uściślenie sposobu badań skuteczności hamowania [9]. Polega ono na równoczesnym pomiarze sił hamujących i ciśnienia w układzie hydraulicznym hamulców i rejestracji tej zależności, rys. 6. Jest to możliwe dla samochodów z układem ESP wyposażonych w czujnik ciśnienia. Wykonanie charakterystyk sił hamowania od ciśnienia pozwala precyzyjnie obliczyć współczynnik skuteczności hamowania oraz rozdział sił hamujących między oś przednią i tylną, przyjmując do obliczeń wartości sił hamujących kół przednich i tylnych dla tych samych wartości ciśnień⁴. Drugą możliwością jest obliczenie gradientu siły w funkcji ciśnienia i zweryfikowanie z danymi producenta samochodu [4].



Rys. 6. Wyniki pomiarów sił hamujących w funkcji ciśnienia w układzie hamulcowym samochodu osobowego. hamulce przednie, hamulce tylne, suma sił, funkcja regresji oraz wartości sił i ciśnienia niezbędne do uzyskania wymaganej skuteczności hamowania 50% i 58% dla badanego pojazdu masie dmc 1500 kg

⁴ W hamulcach z ABS/ESP wyeliminowano tradycyjny korektor sił hamowania.

4. Tester diagnostyczny do celów badań w SKP, pozyskiwanie danych diagnostycznych, czas badań, koszty

Nowe metody kontroli opierają się o wspomaganie badań stanowiskowych testerem diagnostycznym. Optymalnym rozwiązaniem byłby tester jako indywidualne narzędzie pracy diagnosty oraz oprogramowanie wybranych stanowisk badawczych umożliwiające uruchamianie badanego układu mechatronicznego. Tester indywidualny jest mobilny, pozwala na wykonanie badań drogowych. Przykładem może być tester PTI-specific scan tool ze zintegrowanym czujnikiem przyspieszeń oraz czujnikiem prędkości odchylenia (rys. 7). Umożliwia rozszerzenie metod pomiaru skuteczności tłumienia amortyzatorów (hybrid test methods) na badanie drogowe (rys. 4), kontrolę skuteczności hamowania poprzez pomiar opóźnienia w warunkach drogowych (czujnik w wyposażeniu testera), oraz kontrolę działania czujników układu ESP w warunkach drogowych. Natomiast zintegrowanie wybranych części programu testera z oprogramowaniem stanowiska badawczego jest niezbędne np. przy badaniu hamulców i wykonywaniu charakterystyki sił hamujących w funkcji ciśnienia w układzie hydraulicznym, oraz znacznie przyspiesza badanie zaworów układu ABS/ESP.



Rys. 7. Tester diagnostyczny PTI (Periodic Technical Inspection) dla stacji kontroli pojazdów [8]

Drugim kluczowym zagadnieniem, od którego zależy możliwość rozszerzenia zakresu kontroli na układy mechatroniczne pojazdu jest pozyskiwanie danych diagnostycznych do celów badań w SKP, zawierających wartości referencyjne mierzonych parametrów. Na podstawie dotychczasowych okresów aktualizacji oprogramowania diagnostycznego testerów uniwersalnych można przyjąć, że aktualizacja oprogramowania do testera SKP powinna odbywać się raz w roku. Zapewni to możliwość kontroli pojazdów podlegających obowiązkowi okresowych badań technicznych.

Droga przepływu informacji diagnostycznych od producentów pojazdów do SKP powinna być ustalona przepisami państwowymi. Przykładowo może to być: producent pojazdu – instytucja odpowiedzialna centralnie za nadzór nad stacjami kontroli pojazdów – jednostki urzędów wojewódzkich odpowiedzialne za wydawanie zezwoleń i nadzór nad SKP – stacje kontroli pojazdów – diagnosty wyposażeni w tester i oprogramowany komputer⁵.

Przeprowadzone badania wykazały, że kontrola układów bezpieczeństwa w pełnym zakresie przedstawionym w punkcie 2 wydłuża czas badania pojazdu o ponad 1,5 godz.⁶ w stosunku do obecnie stosowanych procedur. Jest to istotny czynnik podnoszący koszt badania i czas oczekiwania na wynik i potwierdzenie stanu pojazdu. Czas ten można skrócić stosując tester diagnostyczny z jednolitym informatycznie oprogramowaniem dla SKP. Drugim sposobem skrócenia czasu badań jest oprogramowanie stanowisk badawczych, np. rolkowego, tak aby diagnosta po uruchomieniu stanowiska miał ułatwioną oraz jednolitą procedurę kontrolną układów ABS/ESP.

⁵ Jest to procedura zbliżona do obowiązującej w Niemczech od roku 2015.

⁶ Według badań organizacji CITA jest to około 1 godz. 45 min.

Rozszerzenie zakresu diagnozowania powinno uwzględniać obowiązujące już przepisy krajowe [1], zgodne z przepisami unijnymi [2]. Natomiast metody badań mogą być opracowywane indywidualnie na poziomie krajowym. Przedstawione propozycje rozszerzenia zakresu badań kontrolnych mogą być weryfikowane, uzupełniane, wprowadzane stopniowo. Natomiast priorytetem jest wyposażenie diagnostów SKP w specjalizowane testery i opracowanie systemu dostarczania bazy danych referencyjnych do kontroli układów bezpieczeństwa.

5. Podsumowanie

1. Rozwój mechatronicznych systemów bezpieczeństwa czynnego i biernego wymaga rozszerzenia zakresu okresowych badań technicznych pojazdów na następujące układy: ABS/ESP, elektroniczny układ wspomagania kierownicy EPS, pasy bezpieczeństwa z napinaczami, poduszki gazowe, aktywne i pasywne układy kontroli ciśnienia w ogumieniu, układy sterowania oświetleniem drogi.
2. Rozszerzenie zakresu okresowych badań diagnostycznych w zakresie bezpieczeństwa wymaga opracowania jednolitego oprogramowania dla celów okresowych badań technicznych. Oprogramowanie to może powstać na bazie programów stosowanych w testerach uniwersalnych. Powinno zawierać wymagania dla badanych układów i kryteria ich oceny oraz powinno być okresowo uzupełniane o nowe modele pojazdów.
3. Oprogramowanie testera diagnostycznego dla celów SKP powinno umożliwiać gromadzenie wyników badań z ich oceną oraz wydruk wyników w formie zrozumiałej dla użytkownika pojazdu.
4. Modyfikacja metody wyznaczania współczynnika skuteczności hamowania, polegająca na wyznaczaniu charakterystyki sił hamujących w funkcji ciśnienia w układzie hydraulicznym wymaga przesyłu informacji ze sterownika tego układu.
5. Ułatwienie i przyspieszenie kontroli działania zaworów i pompy układu ABS/ESP podczas okresowych badań technicznych pojazdu wymaga ujednolicenia programów do diagnostyki tych zaworów przez producentów oprogramowania.

Literatura

1. Rozporządzenie Min. Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach. Dz. U. z 7.09.2012 r., Poz. 996.
2. Directive 2015/45/EU of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014 on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers and repealing directive 2009/40/EC.
3. IDELSY - Initiative for Diagnosis of Electronic Systems in Motor Vehicles for PTI. Final Report, 31st December 2005
4. Raport CITA. Study on a new performance test for electronic safety components at roadworthiness tests – Final Report, 2014, Summary 2006.
5. Buekenhoudt P. ECSS testing: concept and implementation of a wider interrogation of the electronic controlled safety system via OBD. R&D Technical Inspection Service, GOCA, Belgium. CITA Conference – Dubai 2015
6. Taracido E. Capability analysis of different scanning tools to check ECSS.
7. Spanish association AECA, CITA Conference – Dubai 2015.
8. Theis Chr. Test methods and data for the PTI of ECSS and their international provision
9. Federal ministry of transport and digital infrastructure, Germany. CITA Conference – Dubai 2015.
10. Periodic Technical Inspection with the PTI Adapter 21 Plus. FSD Germany - 2015

11. Gajek A. Proposed method of checking the braking efficiency coefficient for motor vehicles with hydraulic braking systems. The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. 2016; 73(3): 19-30, <http://dx.doi.org/10.14669/AM.VOL73.ART2>
12. www.hella.com/techworld/pl/Wyposazenie-warsztatow/Przyrzady-do-kontroli-i-regulacji/Ustawianie-reflektorow-8281/. (Cited 01 January 2018).
13. www.hella.com/techworld/pl/Technologia/Oswietlenie-baza-wiedzy-technicznej-i-praktycznych-porad/Asystemt-swiatel-drogowych-583/#. (Cited 01 January 2018).
14. www.poland.hella-gutman.com/narzedzia/CSC-tool/ (Cited 01 January 2018).