

## STANOWISKOWA METODA DIAGNOZOWANIA UKŁADÓW PRZECIWBLOKUJĄCYCH SAMOCHODÓW OSOBOWYCH

Andrzej GAJEK

Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych, Politechnika Krakowska,  
Al. Jana Pawła II 37, PL 31-864 Kraków,  
Email: gajeka@mech.pk.edu.pl

### Streszczenie

W referacie przedstawiono konstrukcję stanowiska bębnowego z masami wirującymi do badań hamulców samochodów osobowych oraz zasadę kontroli układów przeciwblokujących ABS na tym stanowisku. Przedstawiono wyniki badań na stanowisku bębnowym oraz podstawowe kryteria oceny sprawności działania układu ABS.

Słowa kluczowe: hamulce, ABS, diagnostyka, stanowisko bębnowe

### INVESTIGATION OF THE ABS SYSTEM OF THE PASSENGER CARS IN STAND CONDITIONS

#### Summary

The paper presents the construction of the fast rotation drum stand with flywheels and principle of experimental investigation of antilock braking systems carried out on that stand. The results of investigation were presented. Qualitative criteria of diagnostic assessment of ABS operation were presented.

Key words: brakes, ABS, diagnostic, drum stand

## 1. WSTĘP

Hamulcowe układy przeciwblokujące (ABS) stają się powszechnym wyposażeniem pojazdów samochodowych. W dziedzinie diagnostycznych metod badań hamulców z tymi układami, aktualnym i ważnym zadaniem jest opracowanie zasad okresowej kontroli pojazdów wyposażonych w układ przeciwblokujący. Sprawność działania tych systemów ma bowiem podstawowe znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Dotychczasowy zakres kontroli układu ABS, podczas okresowych badań stanu technicznego pojazdów, obejmuje oględziny elementów mechanicznych układu, kontrolę ich kompletności, zamocowania i szczelności. Kontrola stanu elementów elektrycznych i elektronicznych odbywa się tylko na podstawie obserwacji lampki sygnalizacyjnej ABS, której wyłączenie następuje po pozytywnym teście przeprowadzonym przez pokładowy system autodiagnostyki. Negatywny wynik testu autodiagnostycznego sygnalizowany jest ciągłym włączeniem lampki sygnalizacyjnej. Natomiast działanie układu ABS jako całości nie jest kontrolowane. Dotychczas stosowane stanowiskowe metody kontroli hamulców nie pozwalają na sprawdzenie działania układu ABS podczas jego pracy.

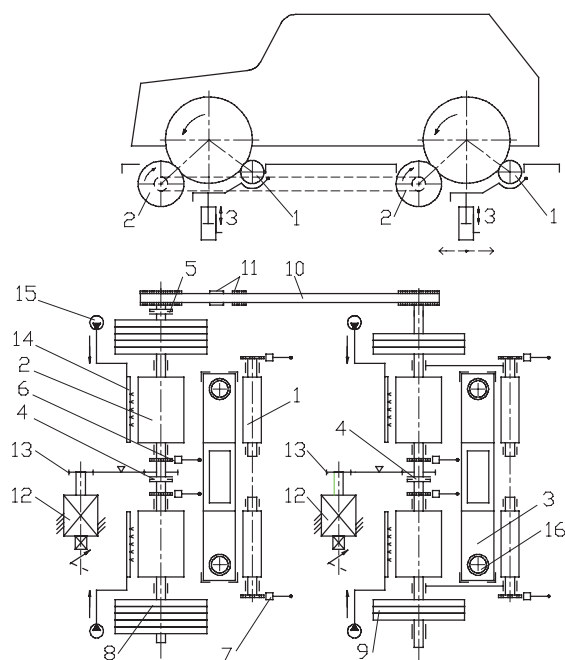
W referacie przedstawiono diagnostyczną metodę badania układów ABS samochodów osobo-

wych na szybkoobrotowym stanowisku bębnowym. Metoda ta pozwala na przeprowadzenie próby hamowania przy prędkościach kół, przy których układ ABS może być uruchomiony.

## 2. KONSTRUKCJA STANOWISKA

Jest to metoda diagnozowania hamulców określana jako kinetyczna. Schemat stanowiska bębnowego, umożliwiającego kontrolę układu hamulcowego z ABS, przedstawiono na rys. 1, a widok na rys. 2. Stanowisko diagnostyczne ma budowę modułową. Składa się z czterech zespołów bębnowych z masami wirującymi 8/9 i rolek podporowych 1. Zespoły te ustawione są na szynach fundamentowych. Przednie zespoły przykręcone są do szyn, zespoły tylne zamocowane są przesuwnie - ślizgowo i mogą być płynnie przemieszczane wzdłuż szyn. Pozwala to badać samochody o różnym rozstawie osi. Przednie i tylne zespoły połączone są pasem zębatym. Specjalny układ prowadzenia pasa zębatego pozwala na płynną zmianę rozstawu przednich i tylnych bębnowych bez zmiany napięcia pasa. Przesuw ram tylnych realizowany jest mechanicznie. Bębny i masy wirujące zamocowane są sztywno na tej samej osi. Różnica między przednimi i tylnymi zespołami stanowiska dotyczy różnicy momentów bezwładności mas wirujących 8 i 9, uzyskanej przez zmianę grubości stalowych

tarcz. Moment bezwładności przedniego bębna wraz z masą wirującą wynosi  $17 \text{ kgm}^2$ , a tylnego  $12 \text{ kgm}^2$ . Prawe i lewe zestawy bębnow i mas wirujących połączone są wałem centrującym oraz sprzęgłem elektromagnetycznym 4. Położenie rolek podporowych 1 może być regulowane w poziomie i pionie, co pozwala na ewentualną zmianę rozstawu bębna i rolki. Wzajemne, względne ustawienie tych elementów pozwala na uzyskanie kąta rozstawu rolki i bębna względem osi koła  $\sim \pi/2$ , co zapewnia niewielkie zmiany reakcji promieniowych podczas hamowania [4]. Układ sił podczas hamowania nie powoduje wynoszenia kół samochodu ze stanowiska w czasie pomiaru, a koła nie tracą kontaktu z rolkami. Przednie rolki podporowe ustawione są z niewielką zbieżnością, aby zmniejszyć tendencję samochodu do poprzecznego przemieszczania się na stanowisku. Między bębnami a rolkami podporowymi ustawione są belki 3 z siłownikami pneumatycznymi, podnoszące koła samochodu. Są one niezbędne podczas wjazdu samochodu na stanowisko i wyjeżdżania po pomiarach.



Rys. 1. Schemat stanowiska diagnostycznego do badań hamulców z układami przeciwblokującymi.

Oznaczenia: 1- rolki podporowe, 2- bębny bieżne, 3- układ podnoszenia samochodu i blokady bębnow i rolek, 4, 5- sprzęgła elektromagnetyczne, 6, 7- czujniki prędkości obrotowej bębnow i rolek, 8, 9- masy wirujące, 10- pas napinający z zębami, 12- silniki elektryczne, 13- przekładnie pasowe, 14- spryskiwacze, 15- pompy spryskiwaczy, 16- rolki – odbojniki

Wymagane ciśnienie powietrza w siłownikach przy podnoszeniu samochodu wynosi  $0.8 \text{ MPa}$ .

Wysunięcie belek 3 do poziomu podłogi stanowiska równocześnie blokuje obrót rolek i bębnow. Dzięki takiemu rozwiązaniu samochód może bezpiecznie wjechać obiema osiami na stanowisko nie wpadając między rolki i wyjechać z niego. Po ustawieniu samochodu na belkach są one opuszczane w dół przy pomocy siłowników pneumatycznych 3, a bębny i rolki odblokowywane. Na zewnętrznych krańcach belek zamocowane są rolki - odbojniki 16, których zadaniem jest ograniczenie bocznego przesuwu samochodu na stanowisku w czasie badań.

Poszczególne zespoły połączone są sprzęgłami elektromagnetycznymi 4 i 5, co pozwala na prowadzenie badań zarówno na połączonych jak i na rozdzielonych zespołach. Badania układu ABS prowadzone są na połączonych zespołach, natomiast siły hamujące wyznaczane są przy rozłączonych zespołach, indywidualnie dla każdego koła.

Napęd bębnow stanowiska realizowany jest przez dwa silniki elektryczne prądu zmiennego o mocy  $7.5$  i  $5.5 \text{ kW}$ , pracujące synchronicznie, uruchamiane programowalnym przemiennikiem częstotliwości. Prędkości obrotowe bębnow i rolek mierzone są przy pomocy czujników impulsowych o rozdzielczości  $1000 \text{ imp./obrót}$ . W stanowisku zastosowano osiem czujników: 4 do pomiaru obrotów bębnow i 4 do obrotów rolek. Podczas diagnozowania układu ABS wystarcza 1 czujnik do pomiaru prędkości obrotowej połączonych bębnow i 4 do prędkości obrotowej rolek podporowych. Natomiast do wyznaczania sił hamujących na rozłączonych zespołach wykorzystuje się 8 czujników. Sygnały z czujników przekazywane są do przetworników C-C i rejestrowane przy pomocy programu komputerowego.

Przy każdym bębnie zamontowany jest elektryczny spryskiwacz. Regulacja intensywności działania spryskiwaczy 14 pozwala na łagodne zwilżenie bębnow wodą, lub na wytworzenie klina wodnego między oponą i nawierzchnią bębna. Istnieje możliwość zmiany przyczepności na nawierzchni wszystkich bębnow lub indywidualnie pod wybranym kołem.

### 3. ZASADA DIAGNOZOWANIA HAMULCÓW

Badany samochód ustawia się na czterech zespołach bębnow i rolek podporowych 1, po czym uruchamia napęd elektryczny stanowiska. Gdy koła i bębny osiągną prędkości kątowe odpowiadające prędkości obwodowej około  $50 \text{ km/godz.}$ , napęd jest odłączany i następuje proces intensywnego hamowania, podczas którego uruchamia się układ ABS. W czasie hamowania mierzone i rejestrowane są następujące wielkości: prędkości obwodowe rolek podporowych 1, reprezentujące prędkości hamowanych kół  $v_k$  oraz prędkość obwodowa bębnow 2, reprezentująca prędkość odniesienia  $v_s$  (prędkość samochodu względem nawierzchni stanowiska). Jak wykazały badania [6], dla celów

diagnostycznych pomiar prędkości obwodowej koła może być zastąpiony pomiarem prędkości obwodowej rolki podporowej. Pozwala to na analizę działania układu ABS poprzez pomiar wielkości związanych ze stanowiskiem, a nie pojazdem badanym, co znacznie przyspiesza wykonanie badania diagnostycznego kolejnych samochodów.

Prędkości kół samochodu i prędkość stanowiska są następnie analizowane pod kątem oceny poprawności działania układu ABS, to znaczy prawidłowości przebiegów prędkości, poślizgów i opóźnień kół. Możliwa jest więc ocena działania układu ABS jako całości.



Rys. 2. Widok stanowiska bębnowego

Bezpośrednio po cyklu pomiarowym (po zatrzymaniu kół samochodu na stanowisku) na ekranie monitora wyświetlane są następujące przebiegi: prędkość bębnową stanowiska  $v_s$  reprezentująca prędkość samochodu, prędkości obwodowe kół samochodu  $v_k$ , oraz poślizg kół względem nawierzchni stanowiska obliczany z zależności:

$$s_k = \frac{v_s - v_k}{v_s} 100\%, \quad v_s = \omega_b r_b, \quad v_k = \omega_r r_r \quad (1)$$

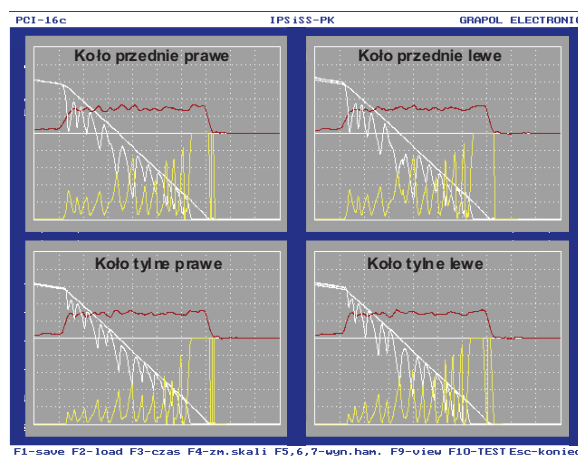
Obliczane są również, oraz wyświetlane, opóźnienia bębnowe stanowiska. Na podstawie pomiarów opóźnień bębnowych, ale podczas badania przy rozłączonych zespołach stanowiska, oblicza się siły hamujące (ściśle siły styczne między kołami, a bębniami stanowiska).

Przykładowy wygląd ekranu komputera po badaniu układu ABS przedstawiono na rys. 3. Widoczny jest przebieg prędkości obwodowej i opóźnień bębnowych stanowiska, prędkości kół oraz przebiegi poślizgu kół. Bezpośrednio po hamowaniu, które trwa kilka sekund, można wizualnie określić czy podstawowe parametry pracy układu ABS dla każdego z kół hamowanych były prawidłowe.

#### 4. KRYTERIA DIAGNOSTYCZNEJ OCENY DZIAŁANIA UKŁADU ABS

Na podstawie uzyskanych wyników badań opracowano metodę diagnostycznej oceny działania układu przeciwblokującego w warunkach stanowiskowych [4,7]. Poniżej przedstawiono zasady oceny jakościowej układu ABS. Mogą one być wykorzystane w okresowych baniach kontrolnych hamulców. Ocenę tą wykonuje się bezpośrednio po teście diagnostycznym, w oparciu o zarejestrowane przebiegi prędkości i poślizgu kół. Obejmuje ona:

- Ustalenie czy występują zablokowania kół w okresie hamowania z uruchomionym układem ABS,



Rys. 3. Wyniki badania układu ABS na stanowisku bębnowym bezpośrednio po pomiarze. Kolor jasny: prędkość bębnowa i kół, poślizgi kół. Kolor ciemny - opóźnienia obwodowe bębnowe stanowiska

jaka jest ich częstość i czas trwania. Z przeprowadzonych prób wynika, że w warunkach badań stanowiskowych, przy prawidłowym działaniu ABS samochodu osobowego, nie występowały okresy blokowania kół. Jako kryterium sprawności ABS należy przyjąć hamowanie bez okresów blokowania kół, do prędkości około 10 km/godz.

- Ocenę prędkości, przy której wyłączany jest układ ABS, tzw. dolnej prędkości regulacji. Poniżej prędkości około 7 km/godz. może dochodzić do blokowania kół, ponieważ program sterujący układem ABS wyłącza go z pracy.

- Ocenę wartości prędkości i poślizgu kół  $s$ , regulowanego przez ABS. Ocena ta umożliwia sprawdzenie ewentualnych przesterowań w początkowym okresie działania ABS, jak również kontrolę utrzymania poślizgu w pobliżu wartości przyjętej jako optymalna.

- Ocenę zdolności adaptacji ABS do zmiennych warunków przyczepności między kołem i nawierzchnią stanowiska. Zarejestrowane przebiegi pozwalają ocenić, czy przy nagłej zmianie przyczepności nie dochodzi do blokowania koła. Jako kryterium prawidłowego działania ABS należy przyjąć brak blokowania koła po nagłej zmianie współczynnika przyczepności oraz ocenę czasu

powrotu koła (po przesterowaniu) w zakres poślizgu optymalnego.

Układ przeciwblokujący ABS powinien spełniać wszystkie powyższe wymagania. Jest to ocena jakości działania układu ABS wykonywana bezpośrednio po badaniu.

Drugi stopień oceny działania układu ABS polega na ilościowej ocenie wykorzystania poślizgu przyjętego za optymalny, ocenie wykorzystania przyczepności oraz statystycznej ocenie poślizgu kół hamowanych. Zasady oceny ilościowej zostały przedstawione m. innymi w [4],[5],[7].

## 5. PODSUMOWANIE

Stosowane obecnie systemy autodiagnozy układów ABS oraz systemy diagnostyki przy pomocy testerów komputerowych pozwalają sprawdzić poprawność działania układów elektronicznych i elektrycznych. Natomiast części wykonawcze: mechaniczne i hydrauliczne nie są na bieżąco kontrolowane. W związku z tym powstaje problem kontroli funkcjonowania układu hamulcowego z układem ABS jako całości, szczególnie istotny po naprawach tego układu oraz podczas okresowych badań pojazdów. Proponowana metoda kontroli układu hamulcowego z ABS na szybkoobrotowym stanowisku bębnowym pozwala ocenić całościowo ten układ na podstawie skutków jego działania. Ocenie podlega bowiem jakość współpracy kół z nawierzchnią jezdni (stanowiska bębnowego), czyli prędkość i poślizg kół hamowanych.

## LITERATURA

- [1] Antilock Braking System ABS. Materiały firmy Bosch, 1993.
- [2] Automotive Handbook, Bosch, 4th Edition, SAE 1996
- [3] Gajek A.: Kompleksowa diagnostyka układu hamulcowego w warunkach kinetycznych. Kongres Diagnostyki Technicznej, Gdańsk 09/1996.
- [4] Gajek A.: Modelowanie i analiza układu samochodu - stanowisko bębnowe do badań i diagnostyki hamulców. Monografia nr 280. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2002.
- [5] Gajek A., Pieniążek A., Strzępek P.: Analiza statystyczna działania układu przeciwblokującego ABS. Konferencja hamulcowa 2001'. Politechnika Łódzka, Pilot, SIMP Łódź, Łódź, 04/2001.
- [6] Regulamin nr 13 ECE ONZ, Zał. nr 13: Wymagania stosowane do badań układów hamulcowych wyposażonych w urządzenia przeciwblokujące.
- [7] Gajek A.: Możliwości diagnozowania układów przeciwblokujących pojazdów samochodowych. Zeszyty Naukowe. Wydział Samochodów i Ma-

szyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, nr 2(49)2003. W-wa 2003

- [8] Regulamin nr 13 ECE ONZ, Zał. nr 13: Wymagania stosowane do badań układów hamulcowych wyposażonych w urządzenia przeciwblokujące.
- [9] Szczepaniak C.: Urządzenia przeciwblokujące. Studium teorii i konstrukcji. Praca zbiorowa, Zeszyty Naukowe ITS, W-wa 1992.



Dr hab. inż. Andrzej GAJEK urodził się w Krakowie w 1949r. Od 1973r. pracuje w Instytucie Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych Politechniki Krakowskiej. W pracy naukowej zajmuje się zagadnieniami diagnostycznych badań pojazdów samochodowych, szczególnie układów hamulcowych. W tej dziedzinie obronił pracę doktorską pt.: „Analiza zależności między wynikami badań hamulców samochodów osobowych w warunkach drogowych i stanowiskowych”. Jest autorem licznych opracowań naukowych, prac konstrukcyjnych i patentów oraz kierownikiem projektów naukowo-badawczych w zakresie diagnostycznych badań hamulców samochodowych. W roku 2003 na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. „Modelowanie i analiza układu samochodu - stanowisko bębnowe do badań i diagnostyki hamulców” uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego w zakresie budowy i eksploatacji maszyn.