

DIAGNOZOWANIE UKŁADU HAMULCOWEGO SAMOCHODÓW OSOBOWYCH Z REGULATORAMI SIŁY HAMOWANIA

Rafał BURDZIK

Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Budowy Pojazdów Samochodowych
40-019 Katowice ul. Krasińskiego 8, email: burdzik@polsl.katowice.pl

Jan FILIPCZYK

Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Eksploatacji Pojazdów

Streszczenie

Powodem, dla którego zainteresowano się analizą możliwości diagnozowania układów hamulcowych z uwzględnieniem działania regulatorów rozkładu sił hamowania pomiędzy osie pojazdu, była chęć udoskonalenia metodyki badań tego układu. Obecnie jako kryteria jego oceny podczas okresowych badań kontrolnych przyjęto wskaźnik skuteczności hamowania oraz równomierność sił hamowania kół poszczególnych osi. Nie uwzględnienie w pomiarach działania regulatorów powoduje, że obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania osiąga o wiele za duże wartości. Skutkiem tego może być dopuszczenie do ruchu pojazdu, którego rzeczywisty wskaźnik skuteczności hamowania nie jest wystarczający. W wyniku przeprowadzonych badań opracowano metodykę diagnozowania układu hamulcowego, która pozwala sprawdzić poprawność działania korektorów sił hamowania zabudowanych w pojeździe.

Słowa kluczowe: układ hamulcowy, regulator siły hamowania, wskaźnik skuteczności hamowania.

DIAGNOSING OF PASSENGER CAR'S BRAKE CONTROL SYSTEM WITH BRAKE FORCE REGULATOR

Summary

The reason of interests in analysis brake control system with taking in considering brake force regulator working diagnosing was wish to improve research methodic of this system. Presently during the routine test of cars it used to accept as the criteria of estimates braking efficiency index and evenness of brake force among wheels on the same axle. Computational braking efficiency index will obtain to high level unless take into consideration operation of regulator in results. It can be admission for traffic vehicles which braking efficiency index are not enough as the results such procedure. It process methodic of diagnosing of passenger car's brake control system with brake force regulator in result of carried research.

Keywords: brake control system, brake force regulator, braking efficiency index.

1. WPROWADZENIE

Diagnostyka pojazdów samochodowych jest bardzo istotnym zagadnieniem ponieważ umożliwia ona wykrycie występujących usterek, a także zapobieganie ich wystąpieniu. W stacjach kontroli pojazdów najważniejszym etapem badań jest diagnostyka bezpieczeństwa, czyli kontrola poprawności działania układów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo podczas użytkowania samochodów. Układ hamulcowy należy do najważniejszych elementów pojazdu, a jego prawidłowe i skuteczne funkcjonowanie jest podstawą bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wymagania wobec ich określa Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 31 grudnia 2002 r. W sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego

wyposażenia. Dz. U. Nr 32 poz. 262, 26 luty 2003 [1]. Niewłaściwe stosowanie zaleceń zawartych w metodyce przeprowadzania badań lub zła interpretacja wyników pomiarów bywa często powodem nieporozumień lub złej oceny stanu technicznego układu hamulcowego. Coraz częściej można spotkać się z opiniami, że badanie układów hamulcowych na urządzeniach kontrolnych lub podczas próby drogowej jest subiektywne. Wyniki badań na poszczególnych urządzeniach nawet tego samego producenta są nieporównywalne. Opinie takie najczęściej wynikają ze złej interpretacji zaleceń zawartych w metodyce lub nieznamomości zagadnień związanych z budową i diagnozowaniem pojazdów. Podstawowym błędem podczas okresowych badań kontrolnych pojazdów jest ograniczenie badań do pomiaru sił hamowania na kołach, najczęściej przeprowadzonego

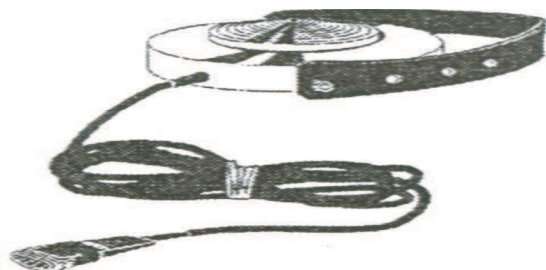
nieprawidłowo [2] na niedociążonym pojeździe i bez czujnika siły nacisku na pedał hamulca (rys. 1.).

Należy także uwzględnić działanie urządzeń dodatkowych, wspomagających proces hamowania, takich jak np. korektory sił hamowania. Uwzględnianie ich działania jest konieczne do prawidłowej oceny całego układu i możliwe do wykonania bez modyfikacji oprzyrządowania stanowiska pomiarowego. W artykule przedstawiono metodykę diagnozowania układów hamulcowych, która pozwala na obserwację działania regulatorów sił hamowania zabudowanych w pojeździe.

2. BADANIA

Badania zostały przeprowadzone na stacji kontroli pojazdów tylko przy pomocy urządzeń stanowiących podstawowe wyposażenie tej stacji, takich jak urządzenie rolkowe do pomiaru sił hamowania na kołach, opóźnieniomierz i miernik nacisku na pedał hamulca. Diagnostowano samochody osobowe z hydraulicznym układem hamulcowym. Zakres badań obejmował pomiar sił hamowania na kołach za pomocą urządzenia rolkowego IW 2 (rys. 2.). Na czas badań w pojazdach zamontowano miernik nacisku na pedał hamulca. Pomiaru dokonywano oddzielnie dla kół osi przedniej i osi tylnej pojazdu:

- bez dodatkowego obciążenia,
- dla zadanych obciążeń przyłożonych w okolicach tylnej osi pojazdu.



Rys. 1. Miernik nacisku na pedał hamulca



Rys. 2. Pojazd na urządzeniu rolkowym IW2 EUROSYSTEM firmy MAHA.

hamulców pojazdów, wyposażonych w hydrauliczne układy hamulcowe, o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t. Aby urządzenie do badania hamulców umożliwiała uzyskiwanie wiarygodnych wyników pomiarów, metoda pomiarowa powinna w jak najwierniejszy sposób odzwierciedlać rzeczywisty przebieg procesu hamowania pojazdu na drodze. Jednocześnie uzyskane przy jego pomocy wyniki powinny w sposób jednoznaczny umożliwić ocenę układu hamulcowego.

Stanowisko IW2 należy do grupy stanowisk rolkowych i wykorzystuje quasi - statyczną metodę kontroli hamulców. Zasada działania quasi - statycznego urządzenia rolkowego sprowadza się do pomiaru siły stycznej do rolki napędzającej z niewielką prędkością obrotową (5 km/godz) hamowane koło samochodu. Jak więc widać metoda ta dalece odbiega od rzeczywistych warunków towarzyszących hamowanemu pojazdowi. Najistotniejszą różnicą jest brak dynamicznych skutków hamowania pojazdu na stanowisku rolkowym. Nie uwzględnia się przechyłów nadwozia i dociążania przedniej osi samochodu, które mają duży wpływ na proces hamowania w warunkach rzeczywistych. Właśnie te czynniki powodują rozpoczęcie pracy regulatorów sił hamowania sterowanych ugięciem zawieszenia lub zaworem bezwładnościowym.

3. WYNIKI BADAŃ

Przedstawiono tu wybrane wyniki uzyskane podczas badań samochodu marki Daewoo Tico. Każdy z pomiarów dokonywano w podobnych warunkach przy pracującym i niepracującym silniku, co odpowiada włączonemu i wyłączonemu mechanizmowi wspomagającemu siłę nacisku na trzpień pompy hamulcowej (tzw. serwo).

Tablica 1. Wyniki badania skuteczności hamowania na stanowisku rolkowym

nacisk na pedał	obciążenie tylnej osi 100 kg							
	z serwem				bez serwa			
	przód		tył		przód		tył	
	k. Lewe	k. Prawe	k. Lewe	k. Prawe	k. Lewe	k. Prawe	k. Lewe	k. Prawe
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,08	0,08	0,12	0,12	0,08	0,08	0,17	0,20
40	0,45	0,45	0,22	0,26	0,45	0,45	0,27	0,29
60	0,82	0,78	0,38	0,38	0,75	0,70	0,38	0,38
80	1,46	1,46	0,40	0,40	1,38	1,38	0,48	0,48
100	1,54	1,56	0,45	0,45	1,52	1,54	0,48	0,52
120	1,63	1,67	0,46	0,42	1,61	1,64	0,48	0,52
130	1,68	1,71	0,45	0,52	1,65	1,68	0,47	0,51
170	1,82	1,88	0,52	0,56	1,82	1,88	0,48	0,46
180			0,57	0,60			0,49	0,46
200			0,60	0,55			0,56	0,55
220			0,52	0,52			0,60	0,62
245			0,70	0,62			0,60	0,57
300			0,70	0,70			0,59	0,59
350			0,71	0,71			0,66	0,59
400			0,80	0,80			0,76	0,70
450			0,88	0,84			0,88	0,80
480			0,92	0,75			0,85	0,85
530			0,96	0,80			0,80	0,76
585			1,02	1,02			1,04	0,99
610			1,05	0,90				
645			1,15	1,06				
665								

Urządzenie to umożliwia, poprzez pomiar sił hamujących, sprawdzenie skuteczności działania

Jednostki w tablicy:

- nacisk na pedał hamulca [N]

- siła hamowania odczytana z urządzenia rolkowego [kN]

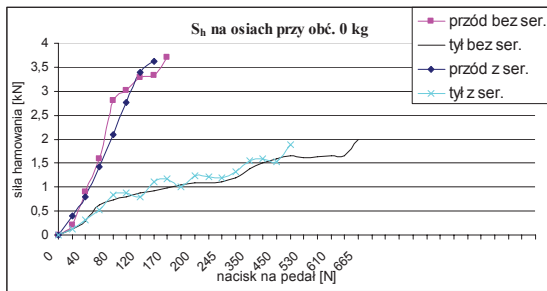
Dla wyników uzyskanych podczas badań pojazdu wyznaczamy wykresy obrazujące narastanie sumarycznej siły hamowania poszczególnych osi w stosunku do narastającej wielkości nacisku na pedał hamulca. Korzystamy z zależności:

$$S_{hp} = S_{hpl} + S_{hpp} \quad (1)$$

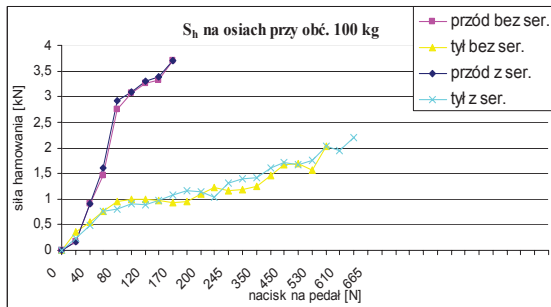
$$S_{ht} = S_{htl} + S_{htp} \quad (2)$$

gdzie:

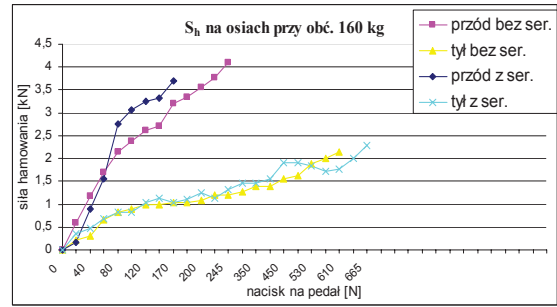
- S_{hp} – sumaryczna siła hamowania kół osi przedniej,
- S_{hpl} – siła hamowania lewego koła osi przedniej,
- S_{hpp} – siła hamowania prawego koła osi przedniej,
- S_{ht} – sumaryczna siła hamowania kół osi tylnej,
- S_{htl} – siła hamowania lewego koła osi tylnej,
- S_{htp} – siła hamowania prawego koła osi tylnej,



Rys. 3. Narastanie siły hamowania poszczególnych osi Daewoo Tico z włączonym i wyłączonym serwem bez dodatkowego obciążenia.



Rys. 4. Narastanie siły hamowania poszczególnych osi Daewoo Tico z włączonym i wyłączonym serwem ze 100kg dodatkowego obciążenia.

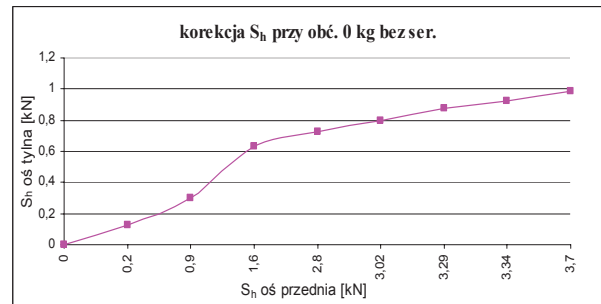


Rys. 5. Narastanie siły hamowania poszczególnych osi Daewoo Tico z włączonym i wyłączonym serwem ze 160kg dodatkowego obciążenia.

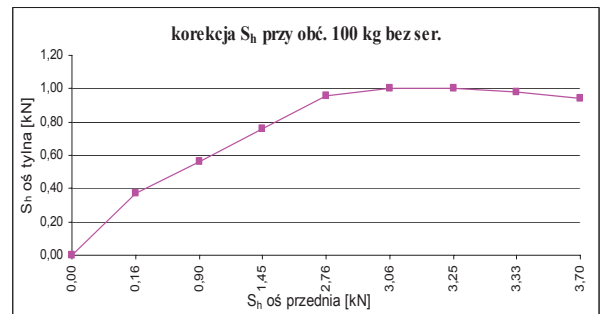
Dla wyników uzyskanych podczas badań pojazdu z wyłączonym urządzeniem wspomagającym bez dodatkowego obciążenia oraz z dodatkowym obciążeniem wartości 100 kg zsumowano siły hamowania kół osi przedniej i osi tylnej, wyznaczono funkcję zależności siły hamowania osi tylnej względem siły hamowania osi przedniej badanego pojazdu:

$$f(S_{hp}) = S_{ht} \quad (3)$$

Funkcja ta przedstawia korekcje siły hamowania. Wykresy takie obrazują prawidłowość działania regulatorów sił hamowania.



Rys. 6. Empirycznie uzyskana charakterystyka pracy regulatora sił hamowania samochodu marki Daewoo Tico badanego bez dodatkowego obciążenia.



Rys. 7. Empirycznie uzyskana charakterystyka pracy regulatora sił hamowania samochodu marki Daewoo Tico badanego ze 100kg dodatkowego obciążenia.

4. ANALIZA I WNIOSKI

We wszystkich analizowanych przypadkach, zgodnie z wymogami, najpierw blokowały się koła osi przedniej, czyli został spełniony warunek stateczności podczas hamowania. Podczas badań przy włączonym silniku nieobciążonego (tylko z kierowcą) Daewoo Tico koła osi przedniej zablokowały się przy nacisku na pedał hamulca równym 130 N, odczytano siłę hamowania kół osi przedniej 3,63 kN. Przy takim samym nacisku na pedał hamulca siła hamowania kół osi tylnej wyniosła zaledwie 1,1 kN, zaś ich blokowanie nastąpiło przy nacisku 480 N. Na wykresach ilustrujących siłę hamowania osiągniętą na poszczególnych osiach widzimy, że niezależnie od obciążenia, zawsze siła hamowania osi przedniej narasta szybciej niż osi tylnej. Innymi słowy krzywa siły hamowania osi przedniej znajduje się nad krzywą siły hamowania osi tylnej. Takie zachowanie się siły hamowania jest skutkiem konstrukcji elementów układu hamulcowego (stała korekcja) i działania regulatorów siły hamowania osi pojazdu. Wykresy przedstawiające korekcję sił hamowania, czyli siły hamowania osi tylnej w funkcji siły hamowania osi przedniej pokazują jak zachowują się te siły w zależności od zadanego obciążenia tylnej osi pojazdu.

Jak widać możliwe jest uwzględnianie podczas diagnozowania układu hamulcowego pojazdów samochodowych działania regulatora sił hamowania. Ma to istotny wpływ na wynik badań szczególnie gdy nie zostanie osiągnięty wymagany wskaźnik skuteczności hamowania dla danego typu pojazdów. W takim przypadku diagnosta powinien sprawdzić obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania zgodnie z Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie sposobu badania skuteczności i równomierności działania hamulców. Wskaźnik ten oblicza się stosując metodę ekstrapolacji, która zakłada liniową zależność siły hamowania od wartości nacisku na pedał hamulca. Uzyskany w ten sposób wynik osiąga wartości, których w rzeczywistości nie jesteśmy w stanie osiągnąć ponieważ działanie regulatorów sił hamowania i urządzeń wspomagających siłę nacisku na trzpień pompy hamulcowej sprawia, że zależność siły hamowania od wartości nacisku na pedał hamulca nie ma charakteru liniowego.

5. PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki badań potwierdzają poprawność i przydatność użytej metody postępowania w diagnostyce układów hamulcowych pojazdów samochodowych.

Istnieje możliwość poszerzenia zakresu badań kontrolnych układów hamulcowych i to bez konieczności modyfikacji stanowisk diagnostycznych, co wykazała analiza badań. Można w sposób zaprezentowany powyżej uzyskać wykres

ilustrujący narastanie siły hamowania osi tylnej w funkcji siły hamowania osi przedniej i ocenić na jego podstawie stopień korekcji sił hamowania za który odpowiedzialny jest regulator sił hamowania. Na wydruku wyników badań układu hamulcowego w stacji kontroli pojazdów zamieszczony jest wykres sił hamowania poszczególnych kół. Na podstawie tego wykresu należy wyliczyć sumę sił hamowania osi przedniej i tylnej. Następnie zbudować funkcję narastania siły hamowania osi tylnej odpowiadającej narastaniu siły hamowania osi przedniej. Celowe jest stosowanie czujników nacisku na pedał hamulca ponieważ wartości te są doskonałym punktem odniesienia podczas konstruowania tego wykresu.

LITERATURA

- [1] Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 31 grudnia 2002 r. W sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia. Dz. U. Nr 32 poz. 262, 26 lutego 2003
- [2] Filipczyk J.: Okresowe badania kontrolne układów hamulcowych. „Konferencja Hamulcowa”. Łódź 2001.



Mgr inż. Rafał Burdzik,
Politechnika Śląska
w Katowicach,
Wydział Transportu,
Katedra Budowy Pojazdów
Samochodowych.

Dr inż. Jan Filipczyk,
Politechnika Śląska w Katowicach,
Wydział Transportu,
Katedra Eksploatacji Pojazdów.