

Donata GIERCZYCKA-ZBROŹEK, Maciej ZWIERZCHOWSKI,
Marek HAWRYLUK

BUDOWA STANOWISKA DO BADANIA UKŁADU WSPOMAGANIA HAMOWANIA

Strzeszczenie

W pracy przedstawiono zasadę działania systemu wspomagania hamowania oraz techniczny opis budowy stanowiska do symulacji tego układu. Części składowe, opis działania i możliwości omawianego układu zostały opisane w prezentowanej pracy.

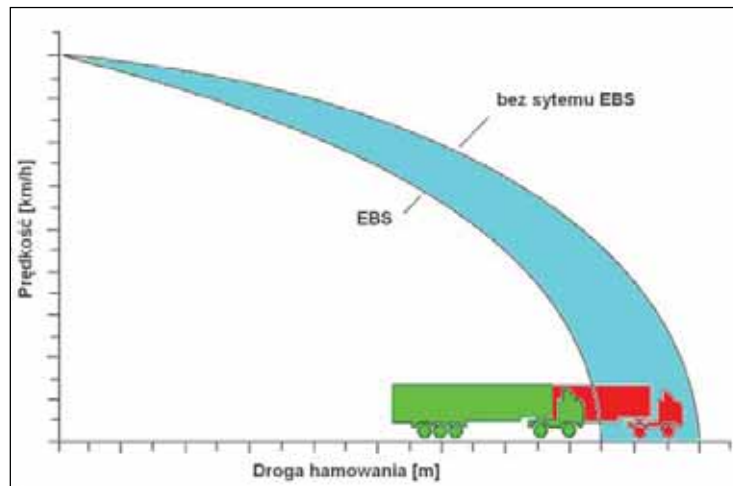
WSTĘP

„EBS (ELECTRONIC BREAKING SYSTEM) – Elektroniczny układ hamulcowy, nazwa sterowanego elektronicznie pneumatycznego układu hamulcowego stosowanego w samochodach ciężarowych” .

System EBS wpływa znacznie na podwyższenie bezpieczeństwa pojazdu oraz ruchu drogowego poprzez skrócenie drogi hamowania, poprawę stabilności hamowania oraz ciągłe monitorowanie układu hamulcowego zarówno w stanie spoczynku jak i pełnego działania. Stała kontrola najważniejszego układu w pojeździe zapewnia bezpieczeństwo nie tylko kierowcy pojazdu ale i innym użytkownikom dróg. System EBS stosowany jest w pojazdach ciężarowych ze względu na masę pojazdów i potrzebę efektywnego i maksymalnego wykorzystywania hamulców.

System EBS jest stosowany zarówno w samochodach ciężarowych jak i naczepach oraz przyczepach. Stosowanie tego systemu w pojazdach naczepowych ciągnie za sobą wiele zalet takich jak:

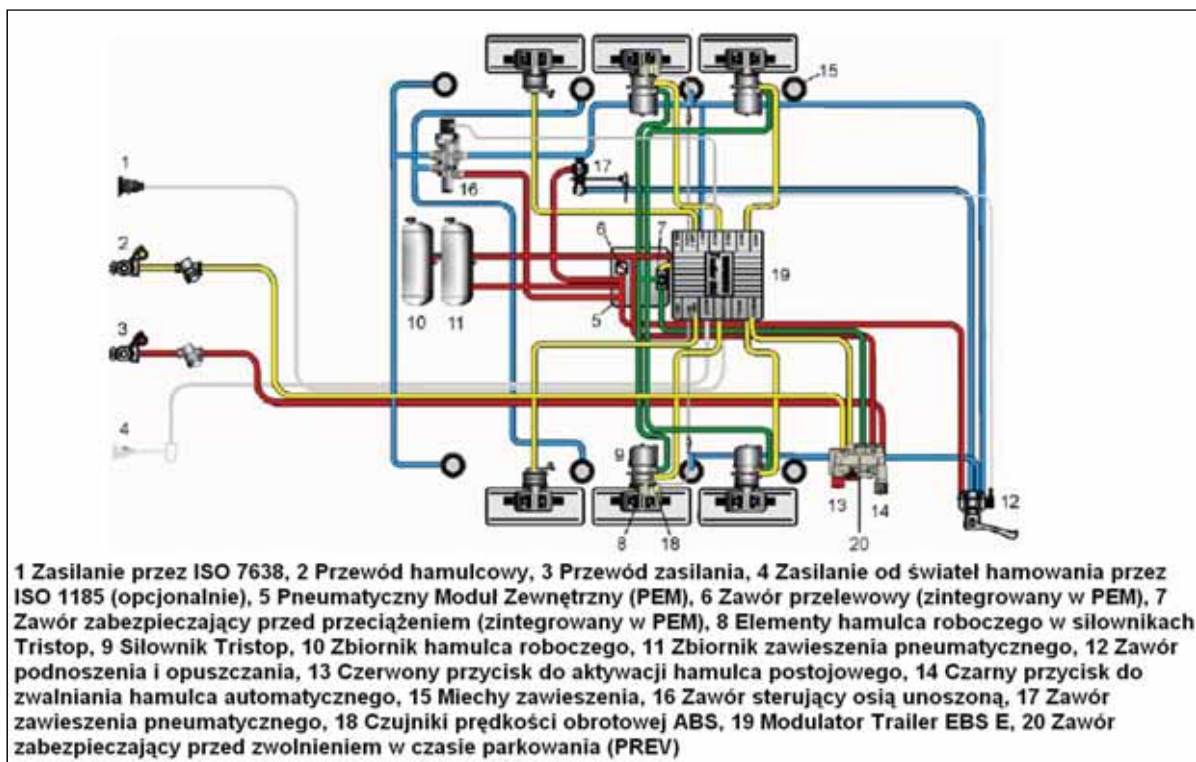
- optymalna synchronizacja skuteczności hamowania pojazdu ciągnącego oraz ciągniętego,
- znaczne skrócenie czasów zadziałania i jednoczesne zadziałanie hamulców kół w tym samym czasie,
- przy pomocy „elektrycznego przewodu hamulcowego” oraz elektroniczną regulację ciśnienia poprawia się charakterystyka czasowa i tym samym skraca się czas drogi hamowania,
- większa niezawodność układu oraz możliwość ciągłej kontroli,
- rozszerzenie możliwości diagnostycznych dla całego układu hamulcowego.



Rys. 1. Wpływ działania układu EBS na drogę hamowania

1. BUDOWA UKŁADU EBS

EBS zapewnia w każdej chwili zgodność funkcjonalną pomiędzy ciągnikiem i przyczepą. Synchronizacja procesów hamowania dla całego zestawu, który stanowi ciągnik oraz przyczepa, zwłaszcza gdy składniki zestawu są często zmieniane, może zwykle nie dawać zadowalającego wyniku przy środkach konwencjonalnych. System rozpoznaje każdą niezgodność, jaka wystąpi w procesie hamowania pomiędzy pojazdem ciągnącym i ciągniętym. System automatycznie generuje sobie charakterystykę hamowania obu pojazdów i odpowiednio reaguje na stawiane mu wymagania. Dzięki temu nie tylko proces hamowania staje się bardziej efektywny, ale i zmniejszają się koszty eksploatacji. EBS na bieżąco informuje kierowcę pojazdu o stanie układu hamulcowego oraz zużyciu okładzin ciernych w mechanizmie hamulcowym. System szczegółowo monitoruje pracę zarówno w stanie spoczynku jak i pełnego użycia, co pozwala na szybkie zlokalizowanie powstałej usterki.



Rys. 2. Schemat instalacji układu EBS

W bieżącym roku został zmodernizowany projekt budowy stanowiska badawczego i rozpoczęła się jego modernizacja. Wstępnie projekt nie posiadał większych zmian, tylko drobne poprawki mające na celu usprawnienie działania systemu i całego układu oraz zamiana niektórych wcześniej zastosowanych elementów na nowsze i odporniejsze na wysokie ciśnienie jakie panuje w układzie.

W skład stanowiska wchodziły następujące elementy:

- modulator EBS wraz ze sterownikiem elektronicznym
- złącze zasilające
- złącze sterujące
- zawór sterujący układem hamulcowym
- czujniki prędkości

Pierwszym elementem zmodernizowanym w stanowisku jest czujnik prędkości obrotowej koła. System EBS wykorzystuje te same czujniki, które są stosowane w systemie ABS. Poprzednie czujniki wykorzystane do stanowiska badawczego nie spełniały swojej roli, ponieważ nie pasowały do modulatora EBS, co powodowało błędy w systemie. Dodatkowo czujnik ten musi wykazywać się bardzo dużą dokładnością pomiarową, ponieważ zastosowane w stanowisku koła wieńcowe nie pracują idealnie w płaszczyźnie poziomej ze względu na system zamocowania, dlatego czujnik musi być odporny na niewielkie wahania się koła podczas ruchu. W stanowisku zamontowane zostały tylko dwa czujniki, ponieważ odwzorowano tylko jedną oś z samochodu ciężarowego. Widok czujnika przedstawiono na rysunku 4 a pierwszy etap budowy stanowiska do EBS na rys. 3.



Rys. 3. Stanowisko do badań układ EBS w budowie

Kolejnym elementem zmodernizowanym w stanowisku EBS to szybko złącza pneumatyczne. Szybkozłącza zastosowane wcześniej nie wytrzymały ciśnienia jakie panuje w układzie. Wykorzystane obecnie są szybkozłącza o wzmocnionej budowie, co pozwala na bezpieczną pracę przy stanowisku podczas, gdy układ jest zasilany wysokim ciśnieniem. Dodatkowo zastosowanie szybkozłącz umożliwia odłączenie węży zasilających od stanowiska i przetransportowanie w inne miejsce. Złącza wykorzystane do modernizacji, są takie same, które stosuje się powszechnie w samochodach ciężarowych. Dzięki zastosowaniu takich elementów, system przypomina w dużej mierze system stosowany w rzeczywistych pojazdach. Zastosowano także zawory powietrzne, które umożliwiają blokowanie kół naczepy czy przyczepy, lub zwolnienie hamulców gdy przyczepa jest odłączona od samochodu. Zawór pozwala na odblokowanie kół na postoju pod warunkiem, że w układzie znajduje się odpowied-

nie ciśnienie powietrza odłączenie zarówno zasilania całego systemu jak i sterowania całym stanowiskiem zostało odzwierciedlone z rzeczywistego systemu EBS stosowanego w samochodach ciężarowych. Umożliwia to prawidłowe podłączenie zasilania za każdym razem, a dodatkowo chroni przed pomyleniem kabli zasilających. Cały układ zasilany jest napięciem 24 V. Kolejnym elementem pojawiającym się podczas modernizacji stanowiska są zbiorniki powietrza wraz z zaworami oraz manometrami. Poprzez zastosowanie zbiorników powietrza z zaworami jesteśmy w stanie utrzymywać stałe ciśnienie w układzie oraz takie ciśnienie, jakie jest wymagane do prawidłowej pracy. Według wcześniejszego projektu stanowisko miało być zasilane bezpośrednio z sieci pneumatycznej, która znajdują się w budynku. Jednak nie pozwoliło by to na utrzymanie ciśnienia na odpowiednim poziomie.



Rys. 4. Czujnik prędkości obrotowej



Rys. 5. Zawory powietrzne

Butle zastosowane na stanowisku badawczym, są takie same, które stosuje się w samochodach ciężarowych czy naczepach bądź przyczepach.



Rys. 6. Zbiornik powietrza wraz z manometrem i zaworem



Rys. 7. Modulator wraz z manometrem

Po modernizacji stanowiska badawczego i dokończeniu jego budowy potrzebne jest niezbędne oprogramowanie, które zapewni nam prawidłowe działania systemu oraz jego obsługę. Odpowiednie urządzenia diagnostyczne umożliwiają sprawdzanie poprawności funkcjonowania systemu, diagnostykę oraz zmianę parametrów i charakterystyki pracy.



Rys. 8. Opis stanowiska do badań układu EBS w samochodach ciężarowych: 1 - modulator firmy; 2 - mierniki ciśnienia; 3 - zintegrowany zawór luzujący; 4 - czujniki prędkości; 5 - koła wieńcowe; 6 - złącze zasilające; 7 - złącze sterujące; 8 - złącze ISO; 9 - regulator prędkości obrotowych kół wieńcowych

Stanowisko badawcze ma na celu pokazanie zasady działania układu EBS stosowanego w samochodach ciężarowych. Zbudowane stanowisko obrazuje układ, jaki występuje w przyczepach. Jak wiadomo układ hamulcowy samochodu osobowego jest inny niż układ hamulcowy samochodu ciężarowego. Dzięki zastosowaniu zbiorników powietrza, istnieje możliwość regulowania ciśnienia w układzie, co pozwala nam na zmianę warunków pracy układu. Dzięki takiemu rozwiązaniu, jest możliwe odtworzenie sytuacji, gdy pojazd ciężarowy wraz z przyczepą/naczepą zaczyna hamować poprzez naciśnięcie pedału hamulca. Możemy sprawdzić poprawność działania systemu EBS.

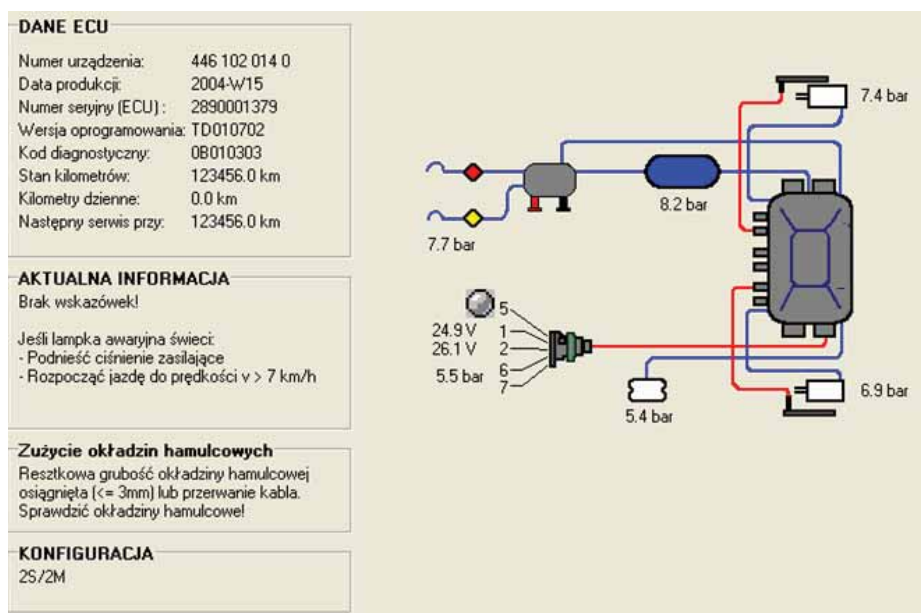
Aby system mógł zadziałać poprawnie musimy stworzyć mu takie same warunki, jakie posiada poruszający się pojazd ciężarowy, czyli wprawić go w ruch. Do tego celu służą nam dwa koła wieńcowe, które poprzez zastosowanie silników elektrycznych oraz regulatora prędkości wprawiają koła w ruch niczym w samochodzie ciężarowym lub przyczepie. Koła

wieńcowe zamontowane w naszym stanowisku mogą poruszać się z prędkością w zakresie od 0 do 60 km/h dzięki zastosowanemu regulatorowi prędkości obrotowej poszczególnego koła.

Jeżeli koła zostaną wprowadzone już w ruch i osiągną zadaną prędkość i odpowiednie ciśnienie powietrza zostanie doprowadzone do układu, kolejnym krokiem jest odtworzenie nacisku na osie i miechy spowodowane obciążeniem naczepy lub przyczepy przez ładunek, jaki dany pojazd obecnie przewozi. Nacisk na osie ma ogromny wpływ na zachowanie się pojazdu podczas procesu hamowania. Jak powszechnie wiadomo im pojazd jest cięższy tym droga jego hamowania ulega wydłużeniu, a siła, która działa na układ hamulcowy jest znacznie większa. Aby odtworzyć nacisk na osie w stanowisku badawczym, użyty zostaje kolejny zbiornik powietrza z regulatorem ciśnienia, który z jednej strony jest podłączony bezpośrednio do sieci pneumatycznej, a z drugiej do modulatora.

Poprzez nadanie ciśnienia odpowiadającego ciśnieniu, z jakim działa ładunek na miechy pojazdu do modulatora zostaje wysyłany sygnał, który informuje modulator o odpowiednim doborze siły hamowania, jaka musi zostać użyta, aby w jak najkrótszym czasie zatrzymać poruszający się pojazd. Co za tym idzie, skoro w jak najkrótszym czasie, czyli na jak najkrótszym odcinku drogi.

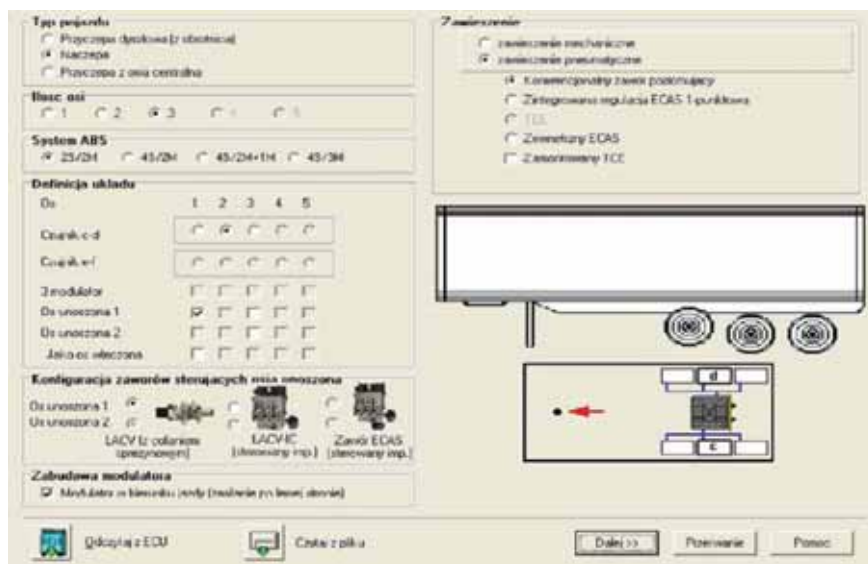
Program diagnostyczny daje nam bardzo szeroki zakres działań związanych z układem EBS. Poczynając od wstępnej diagnostyki i sprawdzenia systemu, po lokalizację i usunięcie usterki, jeżeli wystąpiła ona w postaci błędu lub złego komunikatu. Lecz niemożliwe jest korzystanie z systemu bez wyżej wspomnianego interfejsu. Zapewnia on przetworzenie wszelkich danych, które uzyskane są z modulatora zamieszczonego w samochodzie ciężarowym lub naczepie. Dane z modulatora pobierane są automatycznie po podłączeniu interfejsu do komputera i złącza diagnostycznego, które znajduje się w naszym przypadku bezpośrednio w modulatorze. W naczepach czy przyczepach złącze diagnostyczne, zwykle wyprowadzone jest na tablicę przyrządów, ponieważ modulator zwykle zamocowany jest do ramy przyczepy bądź naczepy w trudno dostępnym miejscu. Zwykle jest to okrągłe szybko złącze, lecz liczba Pinów jest uzależniona od marki i modelu pojazdu.



Rys. 9. Widok strony głównej programu diagnostycznego

Po zapoznaniu się z podstawowymi parametrami występującymi w danym układzie możliwe jest sprawdzenie poprawności działania układów oraz jego wszystkich podzespołów. Po rozpoczęciu testu program automatycznie skanuje układ EBS, sprawdzając kolejno poprawność funkcjonowania podzespołów.

Następnie, gdy już nasz układ jest sprawdzony i wszystko funkcjonuje poprawnie możemy przy pomocy programu sprawdzić ustawienia naszego systemu i przeprowadzić szczegółowe testy poszczególnych podzespołów. Aby jednak zacząć trzeba jeszcze określić kilka parametrów, które są znaczące dla systemu. Mianowicie trzeba określić rodzaj pojazdu, czy to jest naczepa czy przyczepa, ilość osi oraz rodzaj systemu ABS. Dane te pozwolą na rozpoznanie danej konfiguracji EBS, jaka została zastosowana w danym modelu przyczepy bądź naczepy samochodowej. System może rozpoznać to automatycznie po wprowadzeniu Marki oraz numeru modelu, lecz jeśli nie znamy tych danych musimy pozostać przy pierwotnej formie. W naszym stanowisku badawczym mamy do czynienia z przyczepą jednoosiową. Jest to najzwyczajniejsza forma, jaka musiała powstać, aby było możliwe przeprowadzanie badań i testów. W rzeczywistości testy przeprowadza się na gotowych produktach ponieważ pozwala to na pełną diagnostykę wszystkich możliwych opcji. Przy pomocy programu diagnostycznego możliwa jest zmiana wysokości zawieszenia naczepy czy przyczepy na poduszkach powietrznych, ustawianie czujnika nacisku opadania osi pierwszej, czy regulacja czujnika siły hamowania zależnego od siły nacisku na poduszki powietrzne.



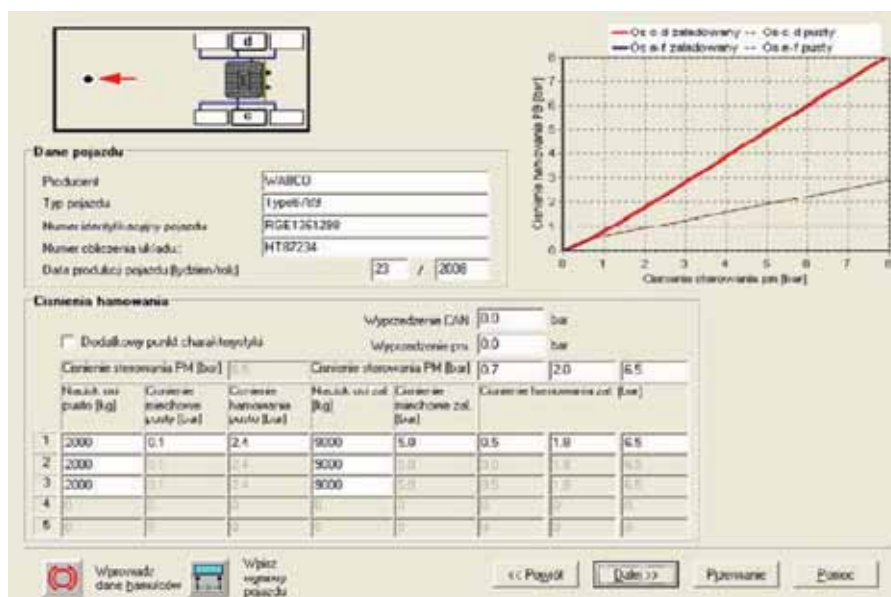
Rys. 10. Okno programu - konfiguracja

Gdy dane na temat naszej przyczepy, bądź naczepy zostaną wprowadzone ponownie program przeprowadza test systemu EBS. Następuje to po każdej konfiguracji, w celu uniknięcia wprowadzenia błędnych danych, co skutkuje błędnym funkcjonowaniem systemu oraz programu. Po każdym teście wyświetlany jest raport ukazujący liczbę wykrytych błędów czy usterek, które zostały wykryte podczas testu.

2. RAPORT TESTU UKŁADU EBS

Przy pomocy programu możliwa jest także zmiana parametrów hamowania, mianowicie czasu zadziałania hamulców oraz ich skuteczność. Program poprzez obliczenie nacisku na daną oś jest w stanie obliczyć siły potrzebne do zatrzymania pojazdu w jak najkrótszym czasie przy zadanej prędkości. Na stanowisku badawczym jest możliwe zaprezentowanie takiego działania układu. Poprzez podłączony interfejs oraz kabel diagnostyczny możemy zadać obciążenie oraz prędkość, z jaką mają poruszać się koła, a program automatycznie wygeneruje wykres skuteczności hamulców z układem, EBS jak i bez niego. Możliwa jest wtedy ocena skuteczności systemu oraz jego efektów. Poprzez zastosowanie silniczków na każdym z kół wieńcowych możliwe jest także pokazanie rozkładu siły hamowania na poszczególne koła w sytuacji

gdy pojazd znajduje się na zakręcie. System EBS odpowiednio rozkłada siły hamowania na poszczególne osie i koła aby zapewnić stabilność cały czas.



Rys. 11. Ustawianie siły hamowania

W nowoczesnych naczepach czy przyczepach stosowana jest coraz częściej oś unoszona, która przy próżnych przewozach unoszona jest do góry. System EBS automatycznie oblicza, przy jakim obciążeniu ma zostać ona podniesiona lub opuszczona. Dodatkowo czynność ta ograniczona jest prędkością poruszania się pojazdu, tak aby nastąpiło to w najbardziej sprzyjających warunkach.

3. ANALIZA WPLYWU SYSTEMU EBS NA BEZPIECZEŃSTWO CZYNNE

„Bezpieczeństwo czynne, zespół cech samochodu, które umożliwią kierowcy zmniejszenie lub uniknięcie ryzyka, czyli zmniejszenie prawdopodobieństwa powstania kolizji drogowej.” Jak powyższa teoria mówi, czynne bezpieczeństwo ma na celu stosowanie takich systemów w samochodach zarówno osobowych jak i ciężarowych, które zmniejszą ryzyko powstania wypadku. Układ EBS ma bardzo wielki wpływ na bezpieczeństwo czynne, ponieważ poprzez swoją zasadę działania oraz skuteczność znacznie redukuje drogę hamowania rozpędzonego samochodu ciężarowego o dopuszczalnej masie całkowitej dochodzącej do 40 ton. Jak powszechnie wiadomo spotykamy się z różnymi warunkami drogowymi, które wymagają nie tylko dużych umiejętności poruszania się od kierowcy, ale także i od samochodu, którym się poruszamy. Poprzez stosowanie systemów wspomagających hamowanie w samochodach ciężarowych, zmniejszamy ryzyko wypadku poprzez jak istotną drogę hamowania.

Kolejnym aspektem ekonomicznym, z którym mamy do czynienia w pojazdach z układem EBS to tzw. „ciągnięcie hamulców”. Podczas długiego hamowania, np. na zjeździe ze wzniesienia temperatura tarcz hamulcowych jak i klocków jest bardzo wysoka. Gdy puścimy pedał hamulca mamy bardzo często do czynienia ze zjawiskiem nie odpuszczania hamulców mimo iż kierowca przestał hamować. Spowodowane to jest wysoką temperaturą i przywieraniem klocków do tarcz a co za tym idzie do ciągnięcia klocków po tarczy mimo naszej woli. System EBS zapobiega takiemu zjawisku, wydłużając żywotność klocków hamulcowych nawet o 15% co zostało potwierdzone badaniami.

BIBLIOGRAFIA

1. Zieliński A.: *Samochody osobowe Dzieje rozwoju. Historia motoryzacji - album samochodów osobowych*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2009.
2. Rotfeld A.: *Międzynarodowe czynniki bezpieczeństwa Polski*. Warszawa 1986.
3. Soroka P.: *Strategia bezpieczeństwa zewnętrznego Polski. Proces formułowania*. Oficyna Wydawniczo-Poligraficzna Adam, Warszawa 2006.
4. Wicher J.: *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*. Wydanie II rozszerzone, Warszawa.
5. Piechna J.: *Podstawy aerodynamiki pojazdów*. WKŁ, Warszawa.
6. *Diagnostowanie układów kierowniczych*. Poradnik serwisowy. NR 2008-07.
7. Rokosz U.: *Poduszki gazowe i napinacze pasów*. WKŁ, Warszawa 2006.
8. *Poduszki powietrzne i pasy bezpieczeństwa*. Autodata.
9. Blok Cz., Jeżewski W.: *Ilustrowany słownik samochodowy*. WKŁ, Warszawa 2002.

LABORATORY TEST FOR TESTING OF BRAKE SUPPORT

Abstract

Electronic activation of the EBS braking components clearly reduces response and build-up times in brake cylinders. This in turn reduces braking distance by several meters, which can be decisive in some situations. The integrated ABS function ensures driving stability and steerability throughout the braking procedure.

Recenzent: *dr hab. inż. Grzegorz Koralewski, prof. WSEI*

Autorzy:

mgr inż. DONATA GIERCZYCKA-ZBROŹEK - Politechnika Wrocławska

dr inż. Maciej ZWIERZCHOWSKI - Politechnika Wrocławska

dr inż. Marek HAWRYLUK - Politechnika Wrocławska