

# Amortyzatory „z innej bajki”



## Sławomir Dzierżek

Menedżer działu projektowania amortyzatorów i modułów zawiesznień

Centrum Techniczne Delphi w Krakowie

**Zawieszania półaktywne mają na celu poprawę komfortu i bezpieczeństwa jazdy dzięki wykorzystaniu mechatronicznych elementów wykonawczych i procesorowych układów sterowania.**

Rozwiązania tego rodzaju stosowane są coraz częściej jako standardowe wyposażenie samochodów klasy wyższej i opcjonalne w klasie średniej. Z technicznego punktu widzenia wymaga się od takich układów:

- regulacji intensywności tłumienia, a przez to ilości rozpraszanej energii drgań pionowych samochodu, w zależności od warunków drogowych, w czasie rzeczywistym, w celu uzyskania pożądanej charakterystyki pojazdu (np. koncepcje: *skyhook* – nastawiona na komfort jazdy i izolację nadwozia od drogi lub *groundhook* – stosowana dla uzyskania wybitnie sportowej charakterystyki zawieszania);
- minimalnego poboru mocy – głównie przez elementy sterujące charakterystykami zawiesznień w czasie rzeczywistym;
- umiarkowanego stopnia skomplikowania konstrukcji i kosztów jej wykonania, zwłaszcza w porównaniu z systemami całkowicie aktywnymi.

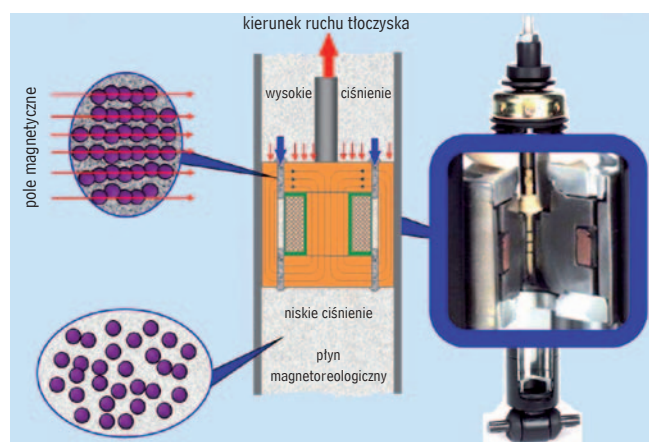
Z kolei sam amortyzator półaktywny musi cechować się:

- odpowiednim zakresem sił tłumienia, pozwalającym zapewnić wymagany jego poziom we wszystkich warunkach przewidywanych przez algorytm sterowania;

- szybką reakcją (odpowiednią zmianą charakterystyki w odpowiedzi na otrzymany sygnał sterujący);
- powtarzalnością i stabilnością charakterystyk w danych warunkach pracy oraz w miarę wzrostu przebiegu samochodu.

Wymagania te są zazwyczaj realizowane przez układy elektromechaniczno-hydrauliczne wykonane w technice zaworów proporcjonalnych, z programowalnym sterownikiem mikroprocesorowym. Konsekwencją tego jest wysoki stopień skomplikowania konstrukcji oraz procesu produkcyjnego, co może również obniżyć niezawodność układu. System opracowany przez Delphi eliminuje

Zasada działania amortyzatora z płynem magneto-reologicznym

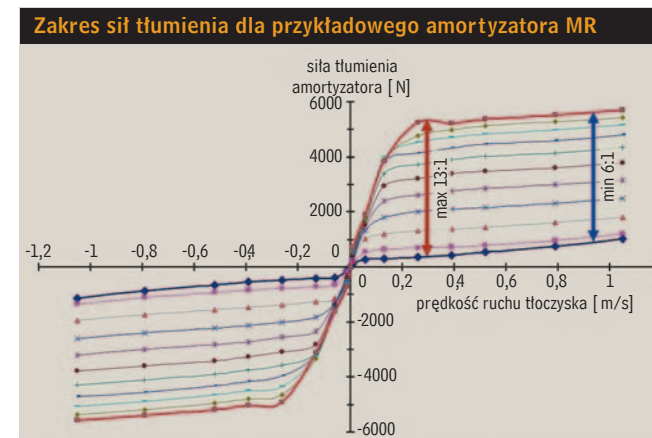


w znacznej mierze te niedogodności, stanowiąc swego rodzaju rewolucję w rozwoju zawiesznień półaktywnych.

### Założenia konstrukcyjne – innowacyjność rozwiązań

Amortyzator MagneRide™ (oznaczany w dalszej części tekstu też skrótowo MR) ma inną konstrukcję niż stosowane dotąd powszechnie amortyzatory z elektrozaworami. Jego częścią mechaniczną, odpowiedzialną za generowanie sił tłumienia, jest tłok z kanałami o stałej geometrii (brak ruchomych elementów zaworowych) i z wbudowaną cewką emitującą pola elektromagnetyczne. Kluczowym elementem jest płyn magneto-reologiczny, czyli zawiesina ferromagnetycznych cząstek w oleju syntetycznym. Jej własności fizyczne zmieniają się zależnie od działającego na nią pola magnetycznego. Jeśli pola magnetycznego nie ma, płyn zachowuje się jak ciecz newtonowska (lepka), podobnie jak inne typowe oleje, natomiast w polu magnetycznym wykazuje własności typowe dla cieczy plastyczno-lepkiej, opisanej modelem Bingham'a (zmiana własności następuje w czasie  $\ll 1$  ms).

Opór hydrauliczny płynu magneto-reologicznego rośnie wraz ze wzrostem



Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne amortyzatorów MagneRide™

natężenia pola magnetycznego. Tak więc zależność sił tłumienia od wartości natężenia prądu elektrycznego generującego pole elektromagnetyczne jest prawie liniowa, co znacznie ułatwia sterowanie amortyzatorem. Rozpiętość sił tłumienia (czyli stosunek maksymalnej siły przy przyłożonym polu elektromagnetycznym do siły generowanej przy nieobecności pola) osiąga 14:1 przy prędkości tłoczyska 0,3 m/s, nie spadając poniżej 6:1 w zakresie prędkości tłoczyska od 0 do 1 m/s.

Innowacyjność rozwiązania polega na sterowaniu tłumieniem poprzez modyfikację własności cieczy roboczej, a nie przez dławienie jej przepływu (na zasadzie podobnej do stosowanej w amortyzatorach pasywnych) elektromechanicznymi elementami zaworowymi.

W skład systemu wchodzi również: sterownik, 4 czujniki ugięcia zawiesznień oraz przełącznik pozwalający kierowcy

wybierać rodzaj charakterystyki tłumienia (sportową lub komfortową). Jest to funkcja specyficzna dla zawieszania MR. Do sterowania wykorzystywane są również sygnały z czujników: przyspieszeń, prędkości, kąta obrotu kierownicy, układu napędowego i hamulcowego, a także z systemów kontrolujących dynamikę jazdy (ESC, ABS itp.).

### Zalety systemu

System MagneRide™ odznacza się szerokim zakresem możliwych do uzyskania charakterystyk tłumienia, szczególnie w zakresie niskich prędkości pionowych ruchów zawiesznień. Drugą istotną właściwością systemu jest krótki czas jego reakcji. Zarówno pętla algorytmu sterowania, jak i reakcja amortyzatora na impuls sterujący trwają zaledwie przez jedną milisekundę.

W skrajnym przypadku, gdy siły tłumienia muszą wzrastać od minimum do

maksimum, 100% pożądanej siły tłumienia uzyskuje się w ciągu kilkunastu milisekund.

Dzięki tym cechom system umożliwia zwiększenie komfortu jazdy przy jednoczesnej poprawie kontaktu koła z jezdnią w szerokim zakresie zmian charakterystyki, wymuszanych różnymi rodzajami nawierzchni i zmiennymi prędkościami jazdy. Zapewnia też polepszenie stateczności pojazdu podczas pokonywania ostrych zakrętów. Ponadto daje kierowcy możliwość przełączania trybu pracy zawieszania ze sportowego na komfortowy i odwrotnie.

Pozostałe zalety to:

- niski pobór mocy (20 W dla jednego amortyzatora i najwyżej 100 W dla całego systemu),
- zwiększona niezawodność w stosunku do systemów wykorzystujących zawory elektromechaniczne (brak części ruchomych wewnątrz amortyzatora, >



## CENTRUM SZKOLENIA BLACHARSTWA SAMOCHODOWEGO

- Jedyne w Polsce centrum szkoleniowe kadry blacharskiej.
- Funkcjonuje od stycznia 2001 roku, korzystając z doświadczeń zagranicznych partnerów.
- Dysponuje profesjonalnym zapleczem dydaktyczno-technicznym i bazą hotelową.



C.T.S. sp. z o.o. Generalny Przedstawiciel w Polsce CAR-O-LINER  
ul. gen. Grota-Roweckiego 130a, 41-200 Sosnowiec  
tel. 032 291 77 35, tel. 032 290 78 51, faks 032 290 77 68  
e-mail: cts@car-o-liner.pl; www.car-o-liner.pl