

# Amortyzatory w pojazdach drogowych

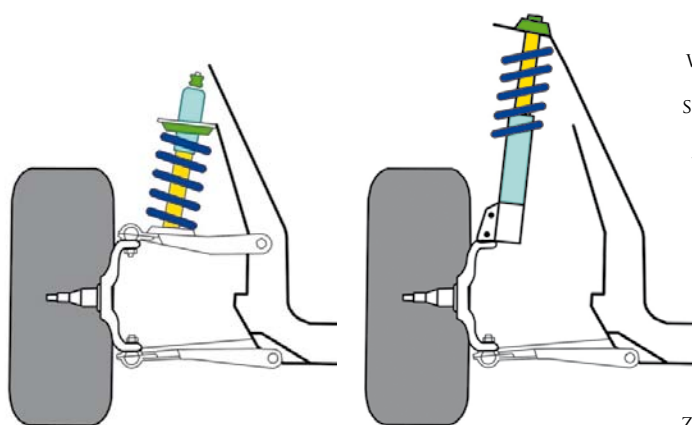
**CARLOS PANZIERI**

KONSULTANT TECHNICZNY  
FIRMY EMMETEC

JEST TO PIERWSZY Z SERII ARTYKUŁÓW POŚWIĘCONYCH DZIAŁANIU, KONSTRUKCJOM I SERWISOWANIU AMORTYZATORÓW. ZACZĄĆ WIĘC WYPADA OD ODROBINY TEORII, ABY PÓŹNIEJ JUŻ BARDZIEJ SZCZEGÓŁOWO PRZEJŚĆ DO KWESTII PRAKTYCZNYCH

Całość tego cyklu powinna dla warsztatów i serwisów stanowić coś w rodzaju uniwersalnej instrukcji, pomocnej w rozwiązywaniu konkretnych problemów z doбором optymalnych amortyzatorów do danego pojazdu oraz sposobu jego użytkowania. Potrzebna jest

do tego znajomość technicznej specyfiki konstrukcji jednorurowych i dwururowych, stałych i regulowanych, a także szczególne wymogi stawiane tym zespołom w przypadku samochodów turystycznych, sportowych, dostawczych i ciężarówek.



Z LEWEJ: ZAWIESZENIE NIEZALEŻNE O DWÓCH WAHACZACH POPRZECZNYCH, AMORTYZATOR I SPRĘŻYNA NIE WPLYWAJĄ NA TRAJEKTORIĘ PRZEMIESZCZEŃ KÓŁ WZGLĘDEM NADWOZIA

Z PRAWYJ: ZAWIESZENIE TYPU MCPHERSON, AMORTYZATOR I SPRĘŻYNA TO JEDEN ELEMENT ŁĄCZONY PRZEGUBOWO Z JEDYNYM WAHACZEM I SZTYWNO Z ŁOŻYSKOWANIEM KÓŁA



RÓŻNE WARIANTY MOCOWANIA KOLUMNY MCPHERSONA W ZAWIESZENIACH SAMOCHODOWYCH

## Rola amortyzatora w zawieszeniu

Zawieszeniem nazywamy komplet elementów łączących koło z nadwoziem lub nośną ramą pojazdu. W jego skład wchodzi łączone przegubowo części sztywne, stabilnie prowadzące koło, oraz elastyczne (sprężyny śrubowe, drążki skrętne, resory piórowe, pneumatyczne, gumowe itp.), podlegające odkształceniom spręży-

stym podczas poruszania się koła po nierównościach drogi. Najogólniej zawieszenia dzielą się na zależne (ze sztywną osią łączącą parę kół) i niezależne o bardziej skomplikowanych konstrukcjach.

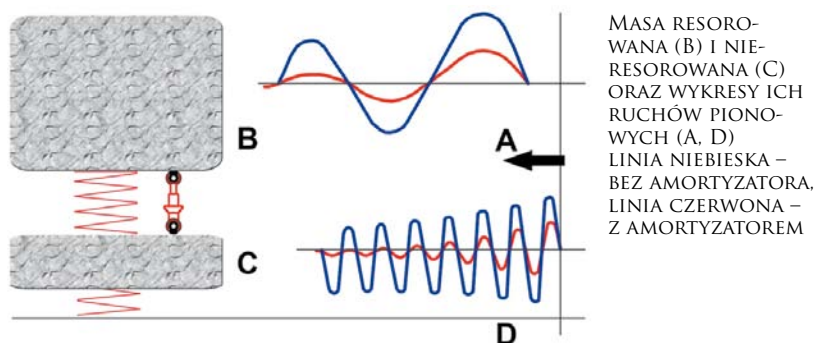
W klasycznym zawieszeniu niezależnym koło prowadzone jest przez dwa wahacze poprzeczne, współpracujące z elementem sprężystym, z którym równolegle łączy się amortyzator spełniający tu wyłącznie funkcję tłumienia drgań. W zawieszeniu typu McPherson amortyzator ma też funkcję prowadzącą, czyli determinującą trajektorię przemieszczania się koła względem nadwozia. Dlatego w konstrukcji tej zawsze obudowa amortyzatora łączy się sztywno z kołem, koniec tłoczyska przegubowo z korpusem pojazdu.

## Masy resorowane i nieresorowane

Do resorowanych mas pojazdu zaliczają się wszystkie elementy opierające się na podłożu za pośrednictwem sprężystych części zawieszeń, a więc nadwozie, silnika z całym układem napędowym, nieruchome względem nadwozia części zawieszeń, a także... pasażerowie i ładunki. Masy nieresorowane znajdują się natomiast po przeciwnej stronie owych sprężyn, czyli między nimi a podłożem. Będą to zatem kompletne koła jezdne, hamulce i części zawieszeń bezpośrednio połączone z kołami.

Masa resorowana jest z reguły o wiele większa od nieresorowanej, więc odznacza się większą bezwładnością w reakcjach na okresowe odkształcenia elementów sprężystych. Jej ruchy pionowe są z tego powodu wolniejsze.

Sprężyny po każdym odkształceniu mają tendencję do stopniowo wygasających drgań rezonansowych. Amortyzator wbudowany pomiędzy masę resorowaną i nieresorowaną przyspiesza to wygasanie, zmniejszając amplitudę drgań.

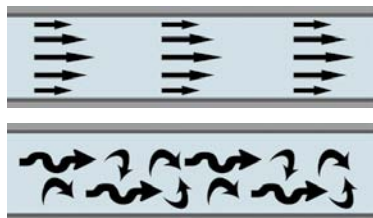


MASA RESOROWANA (B) I NIERESOROWANA (C) ORAZ WYKRESY ICH RUCHÓW PIONOWYCH (A, D) LINIA NIEBIESKA – BEZ AMORTYZATORA, LINIA CZERWONA – Z AMORTYZATOREM

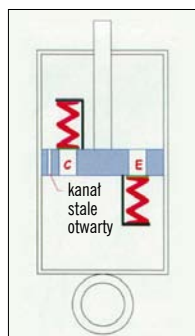
### Dynamika płynów

Spośród rozmaitych, dawniej stosowanych konstrukcji amortyzatorów przetrwała do naszych czasów wyłącznie wersja hydrauliczna, wykorzystująca do tłumienia ruchów zawieszonych specyficzne właściwości cieczy.

Podczas przepływu przez kanał poszczególne warstwy płynu zachowują się różnie. Zewnętrzna statycznie przylega do ścianek, więc ma prędkość zerową. Następna przesuwa się wolno w stosunku do tej pierwszej, pokonując wewnętrzne tarcie między cząsteczkami płynnej substancji. Szybciej porusza się trzecia. Prędkość przepływu poszczególnych warstw strumienia zwiększa się zatem wraz z ich odległością od ścianek kanału.



PRZEPŁYW PŁYNU (U GÓRY – LAMINARNY, U DOŁU – TURBULENTNY) W RUROWYM KANAŁE. Z ZAZNACZENIEM KIERUNKÓW I PRĘDKOŚCI RUCHU POSZCZEGÓLNYCH WARSTW



KONSTRUKCJA AMORTYZATORA Z TRZEMA PRZELOTOWYMI KANAŁAMI W TŁOKU: JEDNYM STALE OTWARTYM I DWOMA (C I E) ZAMYKANYMI PRZEZ ZAWORY ZWROTNE

Taki warstwowo uporządkowany przepływ nazywa się laminarnym od łacińskiego słowa lamina oznaczającego warstwę. Jednak wraz ze wzrostem prę-

kości warstwy w strumieniu zanikają, a przepływ cząsteczek staje się chaotyczny, burzliwy. Opór przepływu laminarnego zwiększa się liniowo wraz z prędkością, a w przepływie burzliwym, czyli turbulentnym, parabolicznie. Możliwe są również pośrednie rodzaje przepływów.

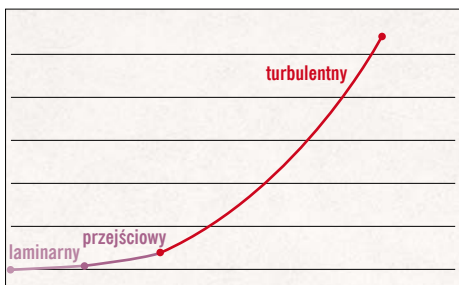
### Amortyzator hydrauliczny

Ten rodzaj amortyzatora składa się z cylindra wypełnionego płynem i poruszającego się w nim tłoka z drążkowym tłoczyskiem. Płyn nie jest ściśliwy, więc tłok szczelnie przylegający do ścianek nie mógłby się poruszać, gdyby nie wykonano w nim przelotowych otworów, którymi płyn podczas ruchu tłoka przetłaczany jest z jednej jego strony na drugą. Im mniejsza jest średnica otworu, tym większy opór towarzyszy przepływowi płynu, a w konsekwencji też obustronnemu przemieszczaniu się tłoka.

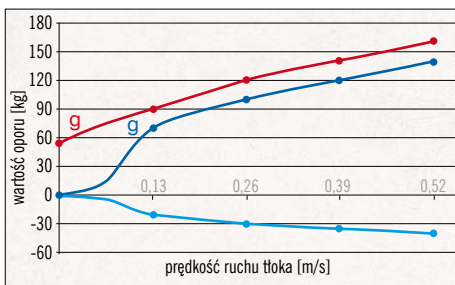
Jeśli jednak, jak na załączonej ilustracji, wykona się w tłoku trzy otwory o różnych przekrojach i dwa z nich zamknie sprężynowymi zaworami zwrotnymi o przeciwnym działaniu, można uzyskać zróżnicowane hamowanie tłoka przy jego wsuwaniu i wysuwaniu z cylindra. Zawory te otwierają się odpowiednio pod wpływem wzrostu ciśnienia po którejś stronie tłoka powyżej wartości równoważącej docisk sprężyny. Gdy tłok porusza się wolno, oba zawory pozostają zamknięte, a płyn przepływa laminarnie tylko trzecim, najwęższym otworem i napotyka umiarkowany opór. Wysokim prędkościom tłoka towarzyszy turbulentny przepływ przez zawory i paraboliczny wzrost jego oporu.

### Kalibracja otworów

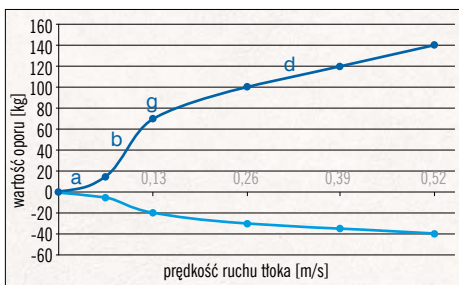
Otwór o średnicy 1 mm ma przekrój 0,785 mm<sup>2</sup>. Przy zwiększeniu średnicy do 1,4 mm przekrój rośnie do 1,570 mm<sup>2</sup>, →



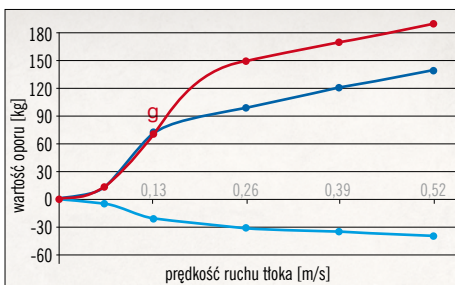
ZALEŻNOŚĆ OPORU PRZEPŁYWU OD JEGO PRĘDKOŚCI I RODZAJU (LAMINARNY-TURBULENTNY)



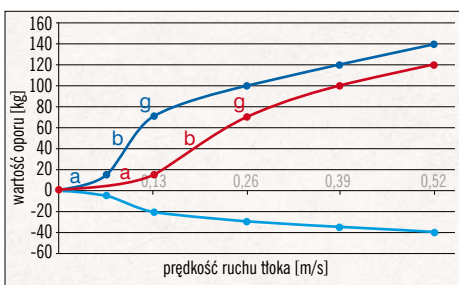
PRZY ELIMINACJI KANAŁU STAŁE OTWARTEGO PRZEPŁYW ROZPOCZYNA SIĘ PRZY WZROŚCIE CIŚNIENIA DO WARTOŚCI RÓWNOWAŻĄCEJ NAPIĘCIE SPRĘŻYNY ZAWORU (g).



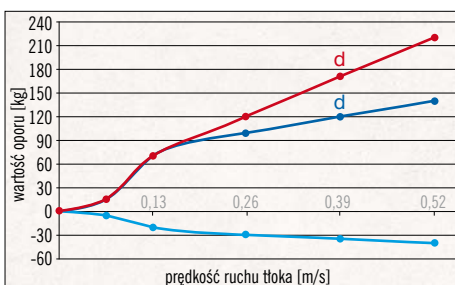
POCZĄTKOWO OLEJ PRZEPŁYWA PRZEZ OTWÓR STAŁE OTWARTY LAMINARNIE (a), POTEM TURBULENTNIE (b), AŻ DO WZROSTU CIŚNIENIA RÓWNOWAŻĄCEGO NACISK SPRĘŻYNY ZAWORU (g), PO KTÓREGO OTWARCIU PRZEPŁYW ZNÓW STAJE SIĘ LAMINARNY



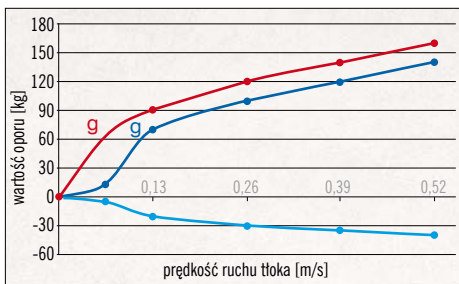
ZWIĘKSZENIE NAPIĘCIE SPRĘŻYNY OPÓŹNIA OTWARCIE ZAWORU (PUNKT g), WCZEŚNIEJ PRZEPŁYW ODBYWA SIĘ WYŁĄCZNIE KANAŁEM STAŁE OTWARTYM



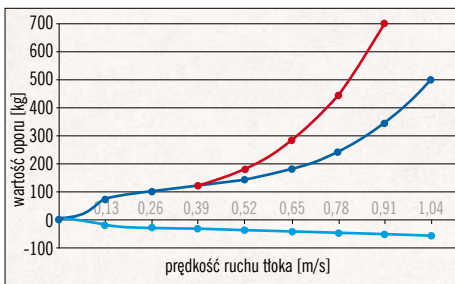
PODWOJENIE PRZEKROJU KANAŁU STAŁE OTWARTEGO ZMNIĘSZA O POŁOWĘ PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU, WIĘC MALEJE TEŻ ODPOWIEDNIO WARTOŚĆ JEGO OPORU



EFEKT ZWIĘKSZENIA SZTYWNOŚCI SPRĘŻYNY POWODUJE DŁAWIENIE PRZEPŁYWU PRZEZ ZAWÓR I SZYBSZY WZROST WARTOŚCI JEGO OPORU



ZMNIĘSZENIE O POŁOWĘ PRZEKROJU STAŁE OTWARTEGO KANAŁU PODWAJA PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU, WIĘC ROŚNIE TEŻ ODPOWIEDNIO WARTOŚĆ JEGO OPORU



ZMNIĘSZENIE PRZEKROJU ZAMYKANEGO ZAWOREM OTWORU NAJBARDZIEJ WPŁYWA NA DŁAWIENIE PRZEPŁYWU I WZROST WARTOŚCI JEGO OPORU

Objaśnienie: —●— przebieg oryginalny —●— przebieg po modyfikacji —●— prędkość przepływu

czyli dwukrotnie. W drugim wypadku opór przepływu będzie taki sam jak w pierwszym przy podwojonej prędkości tłoka. Odwrotne zależności występują przy zmniejszaniu średnicy i przekroju, np. do 0,23 mm i 0,392 mm<sup>2</sup>.

Jeśli otwór zamknie się zaworem, opór przepływu zacznie oddziaływać na ruch tłoka dopiero przy ugięciu sprężyny przez zwiększone ciśnienie płynu występujące przy tzw. dobieciach i odbiciach zawiesz. Zatem dla stabilizacji

spokojnego ruchu pojazdu po stosunkowo gładkiej nawierzchni konieczne jest odpowiednie skalibrowanie przepływu stale otwartego.

**Napięcie sprężyn zaworów**

Przy średnich prędkościach jazdy każde ugięcie zawieszenia podczas przejazdu przez nierówności drogi wywołuje tendencję do podskakiwania pojazdu. Amortyzator przeciwdziała temu zjawisku poprzez odpowiednie ułatwienie dobiecia zawieszenia i spowalnianie jego odbicia, a przebieg tych procesów zależy od wstępnego napięcia sprężyn domykających zawory zwrotne w tłoku. Im większe jest to napięcie, tym później następuje otwarcie zaworu, czyli zawieszenie staje się sztywniejsze, i odwrotnie.

Oprócz wartości wstępnego napięcia istotną rolę odgrywa tu sztywność sprężyny, gdyż od niej z kolei zależy przepustowość otworu po jego otwarciu. Jeśli sztywność i napięcie sprężyny, a także przekrój otworów zamykanych zaworami pozostają niezmiennie, wcześniejsze osiągnięcie przepływu turbulentnego, czyli silniejsze tłumienie, osiągnąć można zmniejszając średnicę otworu stale otwartego. W praktyce daje to przystosowanie pojazdu do stabilnego prowadzenia na nierównych nawierzchniach.

**Stanowiska**

**do testowania amortyzatorów**

Urządzenia te służą do sprawdzania kalibracji wewnętrznych przepływów w hydraulicznych amortyzatorach. Mogą mieć one rozmaite konstrukcje, lecz najwygodniejsze w przypadku badania amortyzatorów samochodowych są te, w których ruchy tłoka w cylindrze wymuszane są napędzanym elektrycznie wałem korbowym.

Regulacja obrotów silnika elektrycznego pozwala poruszać tłok amortyzatora z różnymi prędkościami, podczas gdy odpowiedni przetwornik mierzy wartość pokonywanego przy tym oporu. Na podstawie znanej prędkości ruchu i wartości oporu można tworzyć wykresy „siła/prędkość”, czyli charakterystyki amortyzatorów.