

Moduł 6

Układ jezdny

1. Wstęp
2. Zawieszenie pojazdu
3. Rodzaje elementów sprężystych

1. Wstęp

Głównym zadaniem zawieszenia jest tłumienie drgań pochodzących od kół, które toczą się po nierównościach nawierzchni. Dzięki temu wszelkie wstrząsy podczas jazdy są łagodzone, zanim dotrą do nadwozia, dzięki czemu zwiększa się komfort podróżowania pasażerów.

Zawieszenie jest zespołem elementów, które znajdują się pomiędzy nadwoziem (lub ramą) a kołami samochodu. Z tego uproszczenia wynika też podział mas w pojeździe na dwie grupy: masy resorowane i masy nieresorowane. Te pierwsze z nich to właśnie nadwozie i wszystko to, co jest w nim zawarte, czyli np. silnik, całe wnętrze itd. Są to masy, których drgania są znacznie zmniejszone dzięki zastosowaniu zawieszenia. Z kolei masami nieresorowanymi nazywa się wszystkie te elementy, których drgania są bezpośrednio wymuszone nierównościami nawierzchni, czyli np. koła, zwrotnice, tarcze hamulcowe, półosie, mosty napędowe itd.

Wartość masy nieresorowanej wpływa na zawieszenie, a co za tym idzie – na wstrząsy przedostające się do nadwozia, a w efekcie komfort podróżowania. **Otóż, gdy przejeżdża się przez jakąkolwiek nierówność, koło i reszta elementów masy nieresorowanej wprawiane są w ruch pionowy.** Przemieszczenie tej masy prowadzi do ugięcia się zawieszenia, co powoduje pracę elementów sprężystych – zwiększenie ich napięcia. Odpowiedzią na zwiększoną siłę napięcia elementów zawieszenia jest przemieszczenie się masy resorowanej. Ten ruch odbywa się jednak płynnie, w przeciwieństwie do gwałtownych przemieszczeń mas nieresorowanych, co jest zasługą oczywiście pracy zawieszenia.

2. Zawieszenie pojazdu

Zawieszenie jest to zespół elementów mocujących koła do nadwozia, które zapewniają właściwe, prowadzenie kół podczas jazdy oraz resorowanie i amortyzację nierówności. W zawieszeniu możemy wyróżnić:

- 1) koła jezdne,
- 2) elementy wodzące zawieszenia: wahacz, drążek reakcyjny, resor piórowy (jeżeli występuje),
- 3) elementy sprężyste: sprężyna śrubowa, resor piórowy, drążek skrętny, resor pneumatyczny,
- 4) elementy tłumiące: amortyzator,
- 5) stabilizator zmniejszający boczne przechyły nadwozia.

Elementy wodzące są to wszelkiego rodzaju elementy oddzielające koła od nadwozia samochodu.

Elementy te umożliwiają nie tylko wzajemne przemieszczanie się kół względem nadwozia, ale i określają możliwy tor ruchu koła. Wahacze mają decydujący wpływ na zachowanie się pojazdu np. podczas pokonywania zakrętów.

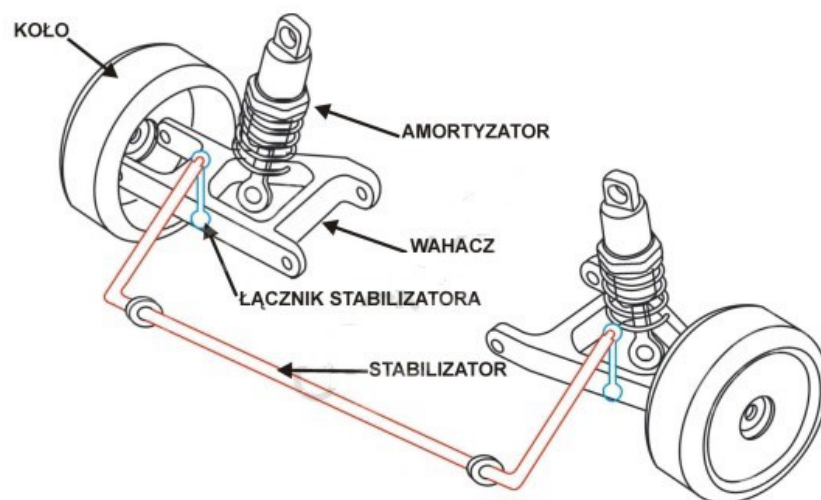
Elementy sprężyste wprowadzają sztywność zawieszenia. Działanie ich sprowadza się do magazynowania dostarczonej energii (np. energii drgań) i oddawania jej w odpowiedniej chwili. To właśnie charakterystyka elementów sprężystych sprawia, że zawieszenie pojazdu może być bardziej miękkie lub twarde.

Elementy tłumiące znacznie ograniczają drgania kół oraz nadwozia i to zarówno ich wielkość (stopień przemieszczania się), jak i czas trwania. Zastosowanie elementów tłumiących podnosi komfort jazdy – zmniejsza się bujanie bryły nadwozia i skraca się jego czas. Z kolei znaczne ograniczenie ruchu drgającego kół ma wpływ na bezpieczeństwo ruchu pojazdu, szczególnie podczas hamowania pojazdu. Typowym i powszechnie dzisiaj stosowanym elementem tłumiącym są amortyzatory hydrauliczne lub gazowe.

2.1 Zawieszenie McPherson

Jest to najczęściej spotykany typ niezależnego zawieszenia kół przednich w małych i średnich samochodach. Zawieszenie McPherson składa się z dolnego wahacza, stabilizatora, drążka reakcyjnego oraz zespołu kolumny z amortyzatorem i sprężyną śrubową.

Rys. 6.1. Zawieszenie McPhersona



Źródło: www.budowa-stabilizatora-zawieszenia_OMK

Wahacz jest związany z jednej strony poprzez tuleje metalowo gumowe ze wspornikami nadwozia lub poprzeczną belką zawieszenia. Od przeciwnej strony jest połączony za pośrednictwem przegubu kulowego ze zwrotnicą. Wahacz może obracać się swobodnie w górę i w dół wokół osi tulei wiążącej go z nadwoziem. Wahacz może mieć pojedyncze mocowanie do nadwozia lub podwójne. W tym drugim przypadku może mieć kształt trójkąta lub litery L i oprócz sił poprzecznych przenosi także siły wzdłużne.

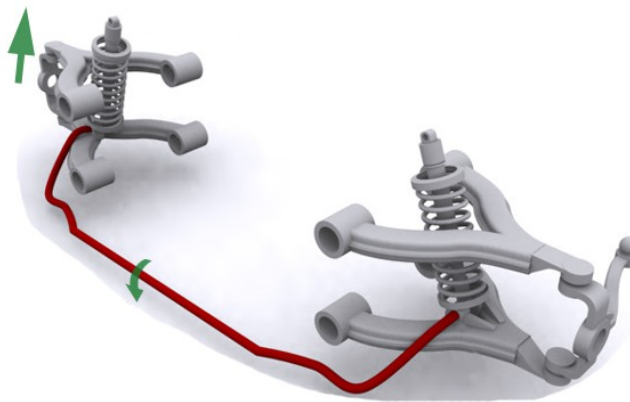
Rys. 6.2. Wahacz



Źródło: <http://www.iparts.pl/czesc/wahacz-zawieszenia-kola,fiat,punto-176-1993-09-1999-09,1-7-td-71km,35-458-3799-100571-0-198-0380446.html>

Stabilizator jest wykonany ze stalowego pręta, wygiętego zwykle w kształcie litery C. Końce pręta są mocowane do elementów zawieszenia, zaś środkowa część jest przykręcona do nadwozia, przy czym mocowanie to umożliwia obrót stabilizatora. Zadaniem stabilizatora jest zapobieganie obniżającym komfort jazdy i niebezpiecznym przechyłom nadwozia podczas pokonywania zakrętów. Kiedy podczas przejeżdżania zakrętu przechylane siłą odśrodkową nadwozie powoduje ściskanie sprężyny z jednej strony samochodu, zaś rozciąganie z drugiej, to połączony z wahaczami drążek stabilizatora zostaje skrecony. „Opór” skrecanego pręta zmniejsza różnice w ugięciu sprężyn zawieszenia, co z kolei zapobiega nadmiernemu przechyłowi nadwozia.

Rys. 6.3. Zasada działania stabilizatora

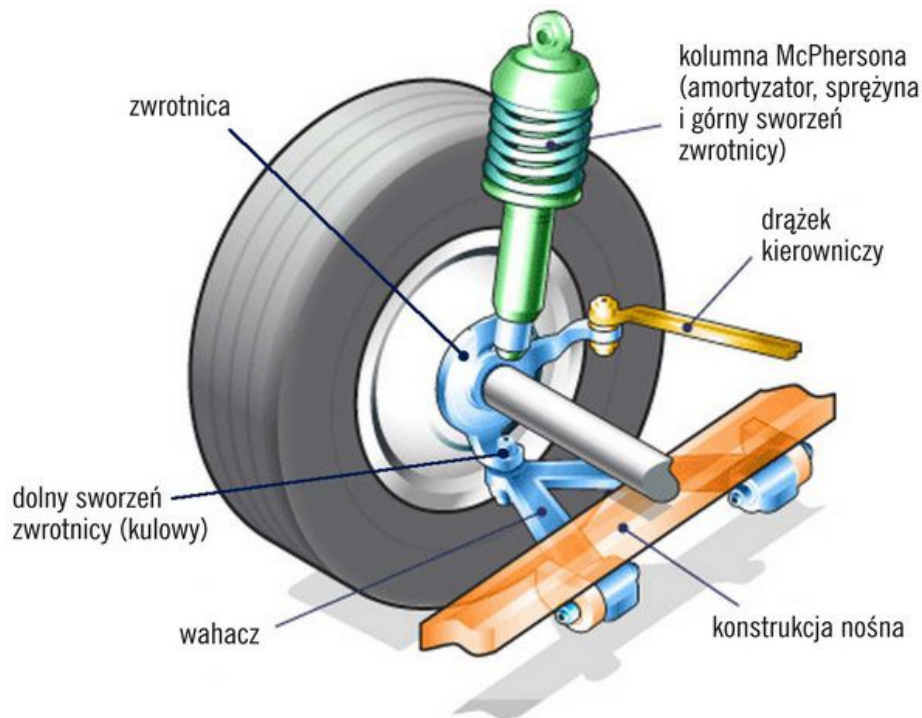


Źródło: <http://autokult.pl/2010/06/09/stabilizator-jak-to-dziala-kompedium-wiedzy>

Drążek reakcyjny przenosi siły wzdluzne pochodzące od kół (podczas napędzania lub hamowania), tzn. uniemożliwia wahaczom przesunięcie w kierunku podłużnym do osi pojazdu. Jeden koniec drążka jest przymocowany do wahacza, natomiast drugi, za pośrednictwem poduszek gumowych, do obejmki przyspawanej do belki poprzecznej. W niektórych rozwiązaniach rolę drążków reakcyjnych pełni stabilizator. Drążek ten nie występuje również w takim zawieszeniu, gdzie zastosowany wahacz jest podwójnie mocowany do nadwozia.

Kolumna zawieszenia jest u góry umocowana do nadkola nadwozia, a u dołu obejmką do zwrotnicy. W zwrotnicy jest ułożyskowana piasta koła, do której z kolei jest zamocowane koło jezdne. Ruchy kół wywołane nierównościami drogi są przenoszone przez kolumnę na sprężyny śrubowe. Ugięcia sprężyn, odbicia i drgania są tłumione w hydraulicznym amortyzatorze, umieszczonym wewnątrz kolumny. Tłumienie ruchów ugięcia i odbicia, poza wpływem na komfort jazdy, zapobiega powstawaniu drgań w zawieszeniu i odrywaniu się kół od nawierzchni drogi, które pogarszałyby stateczność samochodu podczas jazdy. Zawieszenie jest zabezpieczone przed nadmiernymi ugięciami za pomocą zderzaków gumowych, umieszczonych w amortyzatorach. Górne mocowanie kolumny zawieszenia składa się z poduszki gumowej i łożyska, wokół którego kolumna może się swobodnie obracać podczas skręcania kół.

Rys. 6.4. Kolumna zawieszenia



Źródło: <http://www.e-autonaprawa.pl/encyklopedia/kolumna-mcphersona-ang-imacpherson-strut-tower-i/2421/>

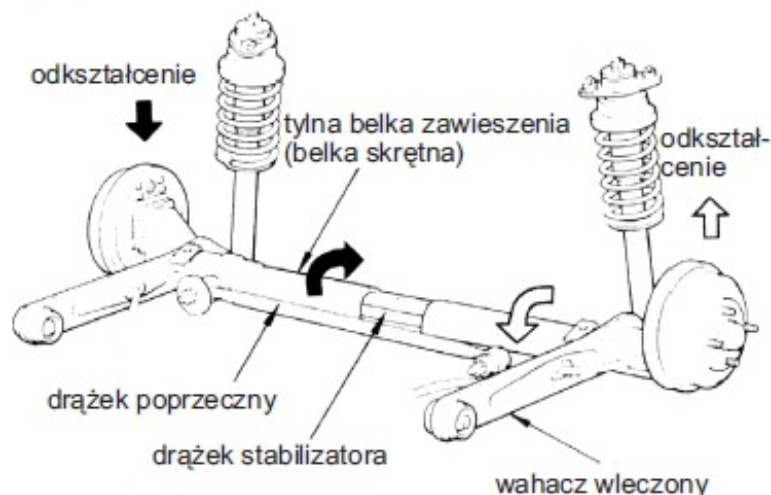
Zawieszenie McPhersona odznacza się wieloma zaletami w stosunku do innych konstrukcji. Ma małą masę i zwartą budowę, ponadto jest tańsze w produkcji, a z uwagi na sposób zamocowania ma małą wrażliwość na tolerancje wykonania i umożliwia regulację geometrii zawieszenia. Z kinetycznego punktu widzenia zapewnia w miarę równoległe prowadzenie kół, pomimo dużego skoku zawieszenia.

2.2 Zawieszenie tylne z belką poprzeczną

Zawieszenie tylne z poprzeczną belką skrętną jest to typ zawieszenia półzależnego, stosowany w samochodach z napędem na koła przednie. Zawieszenie tylne stanowią: skręcana belka poprzeczna, krótkie sprężyny śrubowe i hydrauliczne amortyzatory teleskopowe. Dwa wahacze wleczone są umocowane do podwozia poprzez tuleje metalowo-gumowe i przyspawane do belki poprzecznej. Belka poprzeczna tworzy w przekroju literę V, U. W zawieszeniu może występować stabilizator w postaci drążka poprowadzonego w belce poprzecznej, jednak nawet bez stabilizatora działanie skręcanej belki gwarantuje właściwe prowadzenie samochodu na zakrętach. Do belki są przykręcone z obu końców czopy, na których są osadzone łożyska i pasty kół.

Na poniższym rysunku pokazano przykład zawieszenia z belką skrętną, stosowanego w małych samochodach.

Rys. 6.5. Zawieszenie tylne z belką skrętną



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

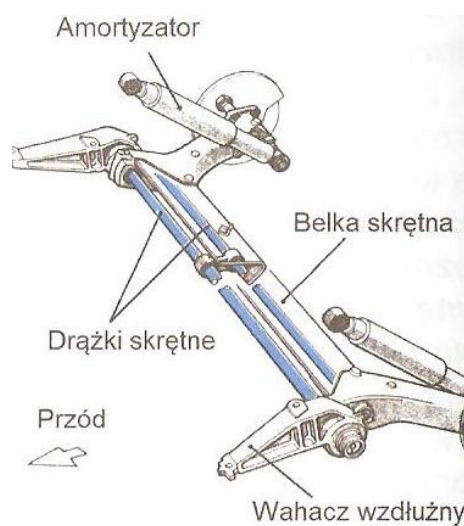
2.3 Zawieszenie tylne na drążkach skrętnych

Stosowany w zawieszeniu niezależnym kół drążek skrętny to pręt ze stali sprężynowej, sztywno zamocowany jednym końcem do nadwozia, natomiast drugim połączone z wahaczem koła. Spotykane są wersje z dwoma lub czterema drążkami.

Zawieszenie z dwoma drążkami ma pojedyncze wahacze wleczone osadzone na rurach poprzecznych, poprzeczne drążki skrętne, amortyzatory hydrauliczne teleskopowe i drążek stabilizator łączący oba wahacze. Krótkie drążki skrętne są zamocowane w środku samochodu do rur prowadzących, nasuniętych jedna na drugą. Drążek prawy i lewy są skręcane pod obciążeniem w przeciwnych kierunkach.

Zawieszenie z czterema drążkami ma pojedyncze, wleczone wahacze połączone poprzeczną belką podatną skrętną, amortyzatory hydrauliczne teleskopowe, dwa poprzeczne drążki skrętne i równoległe do nich dwa poprzeczne drążki stabilizatora oraz drążek usztywniający. Drążki skrętne oraz drążki stabilizatora, osadzone we wspólnym uchwycie środkowym, tworzą zespół czterech drążków.

Rys. 6.6. Zawieszenie tylne na drążkach skrętnych



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

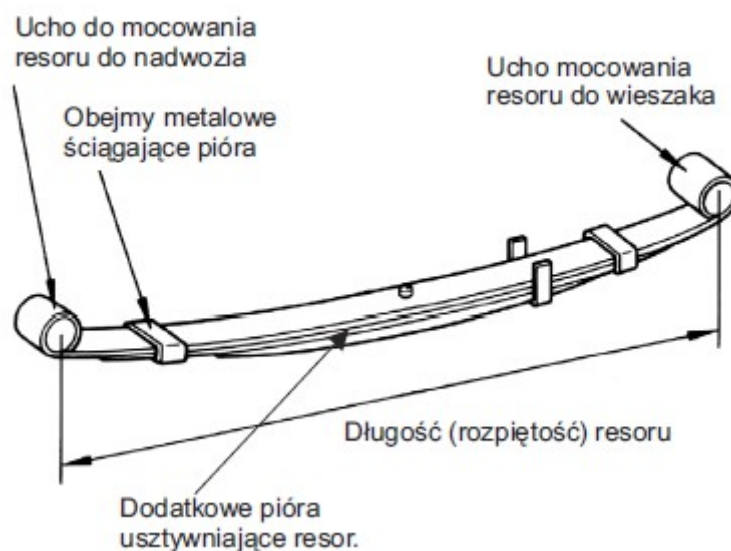
3. Rodzaje elementów sprężystych

W zawieszeniach samochodów stosowane są elementy sprężyste metalowe, jak resory piórowe, sprężyny śrubowe i drążki skrętne oraz niemetalowe, np. gumowe i pneumatyczne.

3.1 Resory piórowe

Resory stanowią wiązkę wygiętych płaskowników ze stali resorowej nazywanych piórami, połączonych ze sobą w środku od najkrótszego do najdłuższego za pomocą śruby ściągającej lub nita. Dodatkowo, aby zapobiec przesuwaniu się piór względem siebie, ściąga się je metalowymi obejmami. Pióra główne resoru są zakończone uchami służącymi do przegubowego łączenia ich z ramą lub podłużnicą. Generalnie można stwierdzić, że im dłuższy jest resor, tym jest bardziej miękki. Jednocześnie, im więcej piór zawiera resor, tym większe może przenieść obciążenia, ale z drugiej strony zmniejsza się komfort jazdy ze względu na sztywność.

Rys. 6.7. Resor piórowy

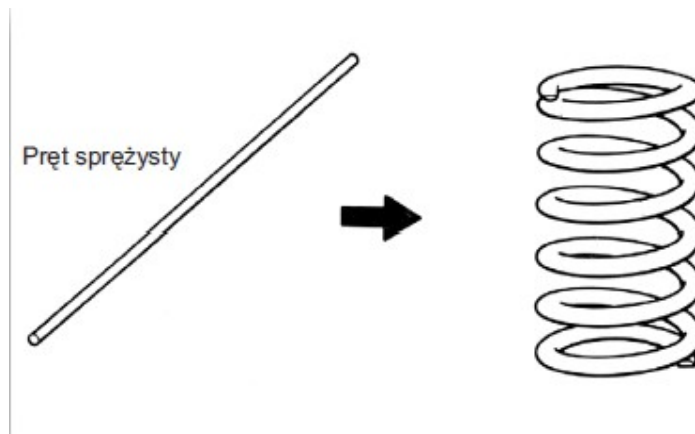


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3.2 Sprężyny śrubowe

Sprężyny śrubowe wykonane są ze spiralnie skręconego drutu ze specjalnych gatunków stali sprężynowej. Przyłożenie obciążenia do sprężyny powoduje jej ściskanie, a zatem skręcanie pręta. W ten sposób energia siły zewnętrznej zostaje zmagazynowana w materiale sprężyny, a oddziaływanie jest zamortyzowane.

Rys. 6.8. Sprężyna śrubowa

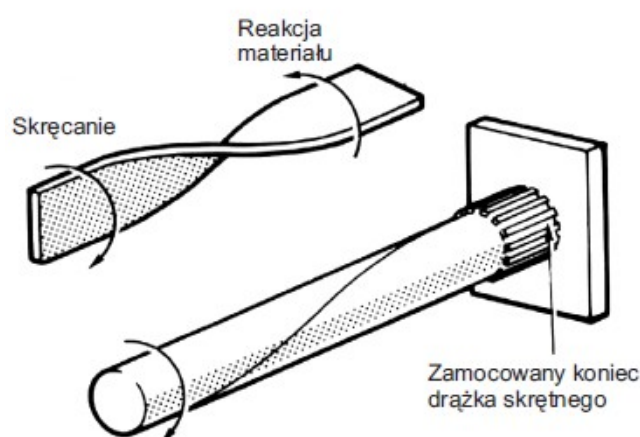


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3.3 Drażki skrętne

Drażek skrętny jest to pręt stalowy ze stali sprężynowej, używany jako element sprężysty w zawieszeniach samochodów. Jeden koniec pręta jest zamocowany do ramy lub innego elementu nośnego nadwozia, natomiast drugi koniec do elementu poddanego obciążeniu skręcającemu. Drażki skrętne są także używane jako drażki stabilizatora.

Rys. 6.9. Drażek skrętny



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3.4 Gumowe elementy sprężyste

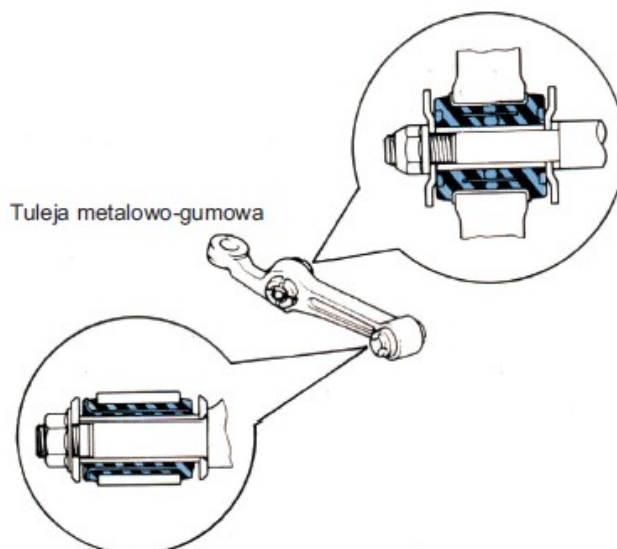
Elementy gumowe posiadają własności tłumiące drgania dzięki stratom na tarcie wewnętrzne w wyniku deformacji materiału pod działaniem siły zewnętrznej.

Główne zalety materiałów gumowych to:

- 1) Możliwość nadania im dowolnego kształtu.
- 2) Bezgłośna praca.
- 3) Brak wymagań co do smarowania.

Ponieważ nie mogą być używane jako elementy nośne mocno obciążonych pojazdów, znalazły zastosowanie głównie jako pomocnicze elementy sprężyste w postaci poduszek, podkładek, tulei metalowo-gumowych, odbojów, oraz innych elementów w miejscach połączeń części zawieszenia.

Rys. 6.10. Tulejki metalowo-gumowe



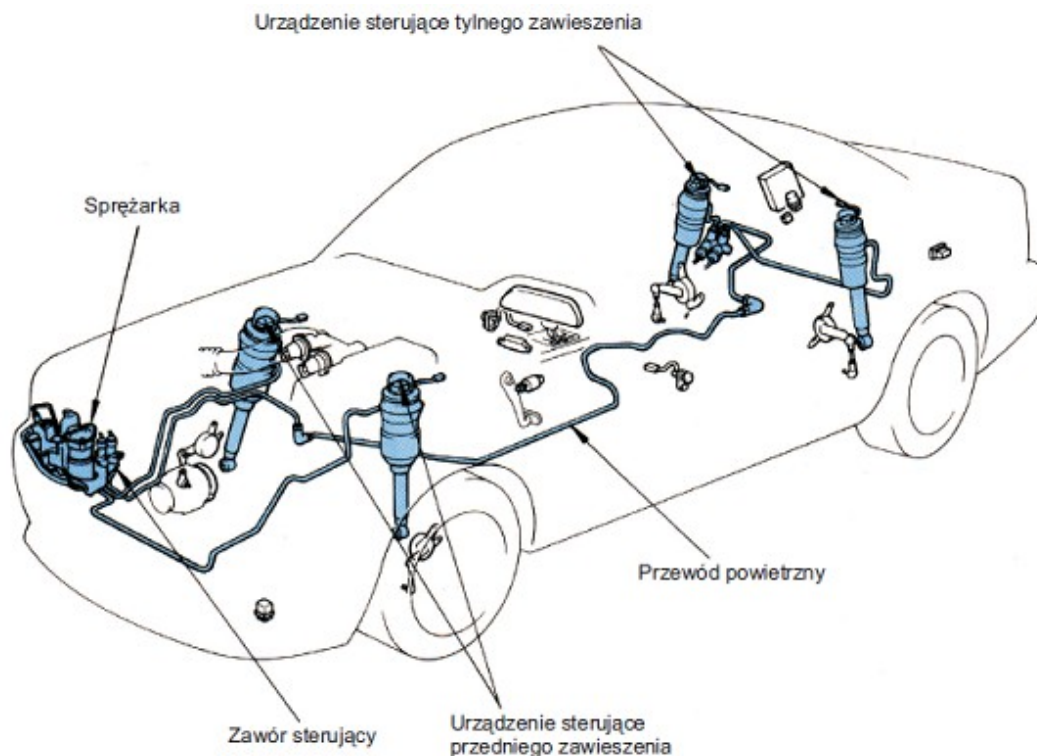
Źródło: Materiały szkoleniowe Toyota

3.5 Pneumatyczne elementy sprężyste

Elementy pneumatyczne wykorzystują własność elastyczności (sprężystości) sprężonego powietrza; są niezwykle miękkie, kiedy pojazd jest nieobciążony. Jednakże ich stała sprężystości może być zwiększona wraz ze wzrostem obciążenia poprzez zwiększenie ciśnienia powietrza w komorze. Zapewnia to optymalny komfort jazdy w całym zakresie obciążeń.

Wysokość pojazdu może mieć wartość stałą nawet podczas wzrostu obciążenia, dzięki regulacji ciśnienia powietrza.

Rys. 6.11. Pneumatyczne elementy sprężyste



Źródło: Materiały szkoleniowe Toyota

3.6 Amortyzatory

Amortyzatory można podzielić w następujący sposób:

- Ze względu na zasadę działania:
 - o jednostronnego działania,
 - o dwustronnego działania.
- Pod względem konstrukcji:
 - o jednorurowe,
 - o dwururowe.
- Ze względu na rodzaj czynnika roboczego:
 - o hydrauliczne,
 - o gazowe.

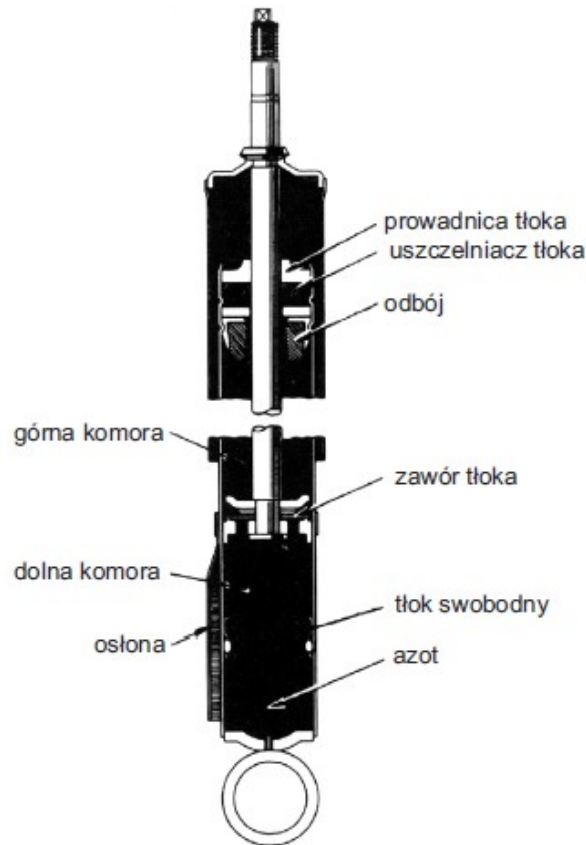
We współczesnych pojazdach znalazły zastosowanie amortyzatory jedno lub dwururowe dwustronnego działania. Ostatnio coraz częściej pojawiają się zawieszenia z amortyzatorami gazowymi.

3.6.1. Amortyzator jednorurowy

Typowym przykładem amortyzatora jednorurowego jest amortyzator typu du Carbon, zawierający sprężony azot (pod ciśnieniem 2–3 MPa).

Wewnątrz cylindra roboczego komora gazowa jest oddzielona od komory wypełnionej cieczą przez tłok swobodny, nazwany tak, ponieważ nie ma on tłocznicy i w związku z tym może się swobodnie przemieszczać w dół i w górę.

Rys. 6.12. Amortyzator jednorurowy

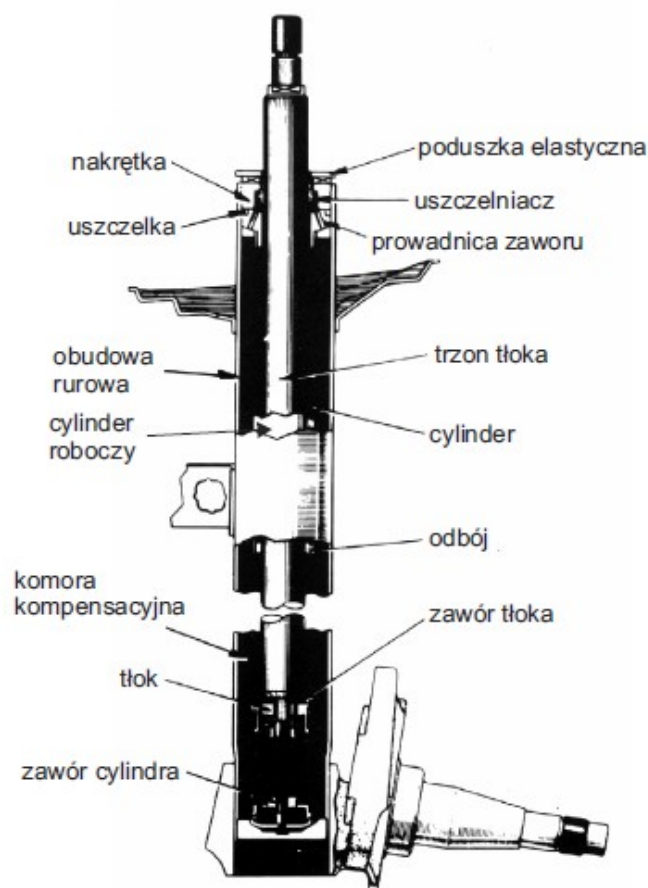


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3.6.2. Amortyzator dwururowy budowa

Wewnątrz obudowy rurowej umieszczony jest cylinder roboczy, w którym porusza się tłok w dół i w górę. W denku tłoka znajduje się zawór tłoka wytwarzający siłę tłumienia, kiedy amortyzator jest rozciągany (rozprężanie). Z kolei w dnie cylindra znajduje się zwrotny zawór pierścieniowy, który wywołuje siłę tłumienia w czasie ściskania amortyzatora (sprężania). We wnętrzu cylindra znajduje się ciecz robocza natomiast przestrzeń kompensacyjna jest wypełniona w $2/3$ cieczą i w $1/3$ powietrzem pod ciśnieniem atmosferycznym. Przestrzeń kompensacyjna stanowi zbiornik wyrównawczy płynu wpływającego i wypływającego z cylindra na skutek wypierania go przez trzon tłoka.

Rys. 6.13. Amortyzator dwururowy



Źródło: Materiały szkoleniowe Toyota

3.6.3. Amortyzatory hydropneumatyczne niskociśnieniowe

Ten rodzaj amortyzatorów stanowią zazwyczaj amortyzatory dwururowe częściowo wypełnione gazem pod niskim ciśnieniem (1–1,5 MPa).

Rozwiązanie takie pozwala wyeliminować powstanie hałasu związanego ze zjawiskami kawitacji i napowietrzania, które pojawiają się w amortyzatorach wypełnionych wyłącznie płynem (hydraulicznych). Zminimalizowanie oddziaływania kawitacji i napowietrzania pozwala uzyskać bardziej stabilną siłę tłumienia, komfort jazdy i stateczność ruchu. Budowa i działanie takiego amortyzatora jest bardzo podobne do amortyzatora hydraulicznego dwururowego. Niekiedy jednak rezygnuje się z zaworu cylindra i wtedy siła tłumienia jest wytwarzana przez zawór tłoka zarówno podczas ściskania jak i rozciągania.

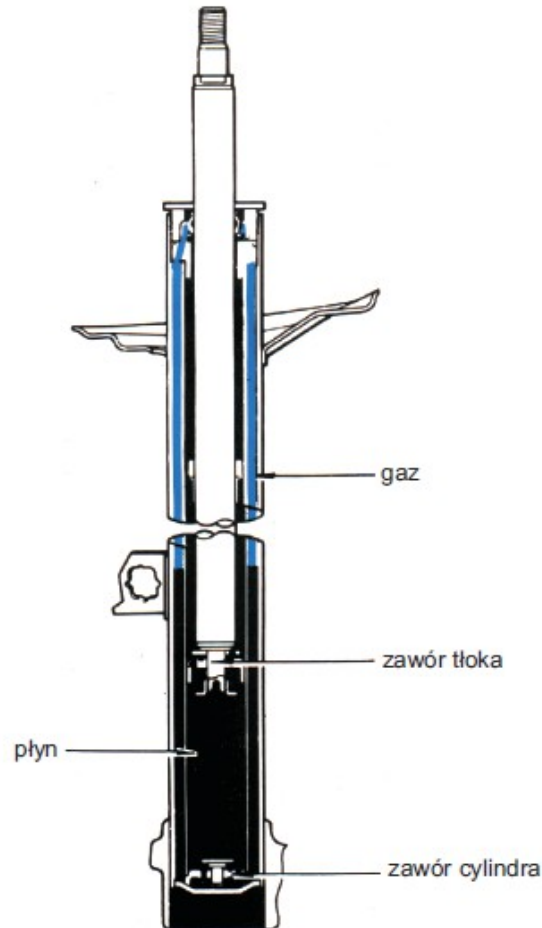
Kawitacja

Podczas przepływu płynu z wysoką prędkością wewnątrz amortyzatora występują lokalne spadki ciśnienia w pewnych obszarach, powodując powstawanie korków powietrznych. Zjawisko to nazywane jest kawitacją. Korki powietrzne rozpadają się w momencie przemieszczania się do obszaru wysokiego ciśnienia, czemu towarzyszy gwałtowny skok ciśnienia. Związane to jest z powstawaniem hałasu, zmianami ciśnienia i może doprowadzić nawet do zniszczenia amortyzatora.

Napowietrzanie

Napowietrzanie jest to proces mieszania się płynu amortyzatora z powietrzem. Zjawisko to powoduje wzrost hałaśliwości pracy oraz zmniejszenie tłumienia.

Rys. 6.14. Amortyzator hydropneumatyczny



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3.7 Łożyska kół

Piasty kół przednich mają zwykle dwurzędowe łożysko kulkowe (często skośne). Piasta koła tylnego jest najczęściej ułożyskowana na dwurzędowym łożysku stożkowym lub dwurzędowym łożysku kulkowym. Łożyska najnowszej generacji tworzą jeden kompaktowy zespół z piastą koła, czopem i uszczelniaczem. W zespole jest również zintegrowany wieniec zębaty współpracujący z czujnikiem układu ABS.

Łożyska są całkowicie bezobsługowe, a zapas smaru wystarczy na cały czas eksploatacji samochodu. Łożysko jest tak mocno osadzone w gnieździe, że daje się tylko wymontować i zamontować przy użyciu prasy hydraulicznej. Łożysko po wymontowaniu nie nadaje się do dalszego użytkowania i musi być wymienione. W niektórych pojazdach łożysko trzeba wymieniać w komplecie z piastą. Zaleca się jednoczesną wymianę łożysk w pastach obu kół nawet wówczas, gdy zużyciu lub uszkodzeniu uległo tylko łożysko jednego z kół.

Rys. 6.15. Łożysko dwurzędowe



Źródło:
modul=numery&page=czytaj&id=652

<http://www.swiatmotoryzacji.com.pl/index.php?modul=numery&page=czytaj&id=652>

3.8 Koła samochodu

Koło samochodu składa przeważnie z dwóch części – elastycznej opony i sztywnej obręczy (zwanej z niemiecka felgą) mocowanej za pomocą śrub do piasty koła. W niektórych konstrukcjach opon do jej wnętrza wkładana jest dodatkowo dętka stanowiąca pewnego rodzaju „balon” na powietrze zamknięte pod dużym ciśnieniem.

Koło łącznie z elementami z nim związanymi (np. piasta, bęben hamulcowy) jest częścią zawieszenia samochodu i co więcej, stanowi tzw. masę nieresorowaną.

Określenie to oznacza, że koło samochodu (w przeciwieństwie do masy nadwozia) nie jest „resorowane”, czyli wszelkie nierówności przenoszą się na koło bez żadnych dodatkowych elementów sprężystych lub/i tłumiących. W określeniu tym kryje się pewne uproszczenie, ponieważ zakłada, że opona wykonana jest jako część doskonale sztywna; tak jednak nie jest – opona jest elastyczna, czyli posiada pewną sztywność i zdolności tłumiące.

Niezależnie jednak od tego, jak dobrze tłum i sprężynuje sama opona, duża masa koła wymaga stosowania np. lepszego tłumienia całego zawieszenia (droższych i lepszych amortyzatorów). Opłaca się więc konstrukcyjne dążenie do tego, aby całe koło było jak najlżejsze. Dla niektórych typów zawiesznień (zawieszenie zależne z mostem napędowym), przyjmuje się, że połowa masy mostu – przepadająca na jedno koło (stronę) zawieszenia, stanowi również masę nieresorowaną. Drgania mostu wywołane jazdą na nierównej nawierzchni drogi będą, w przypadku złego „resorowania” przenosiły się na nadwozie pojazdu, powodując wystąpienie uciążliwych drgań.

O wartości masy nieresorowanej decyduje więc masa elementów zawieszenia związanych z kołem (np. wspomniana wcześniej masa piasty, bębna hamulcowego, wahaczy, amortyzatorów) oraz masa obręczy koła i osadzonej na niej oponie. Zastosowanie szerszych opon i zwiększenie ich rozmiaru może prowadzić do złudnej poprawy własności jezdnych samochodu. Tak wykonany „tuning” poprawi być może niektóre parametry pojazdu – inne jednak zmieniają się na niekorzyść.

Opona – wymiary i parametry

Opona stanowi bez wątpienia jeden z ważniejszych elementów pojazdu. Własności opony wyrażone są w postaci liczbowej: np. rozmiar opony, jej nośność jak również przez opis konstrukcji oplotu, rodzaju bieżnika i własności materiału, z którego została wykonana.

Wielkość opony opisują jej parametry geometryczne.

D – średnica w stanie swobodnym, rstat – promień statyczny (pod obciążeniem),

B – szerokość opony,

H – wysokość opony, b – szerokość bieżnika, d – średnica osadzenia opony

Rys. 6.16. Oznakowanie opon



Źródło: Materiały własne

Nie są to informacje podawane bezpośrednio do wiedzy użytkownika, niektóre przeznaczone są przeważnie dla konstruktorów, niemniej, przyglądając się oponie nieco uważniej, zauważymy, że jest ona dość szczegółowo opisana po swojej zewnętrznej stronie.

Dla przeciętnego użytkownika istotne są średnica osadzenia (obróczy) i szerokość bieżnika; dla tych, którzy fascynują się jazdą sportową ważny może okazać się tzw. profil opony, czyli stosunek wymiarów H/B wyrażony w procentach. Profil opony wyrażony jest więc w następujący sposób: 70, 60, 55 itd.; opona 70-tka uznawana jest najczęściej za „normalną”, opony o niższej wartości wskaźnika traktowane jako opony niskoprofilowe – efektowne w swoim bocznym wyglądzie (szczególnie na odpowiednio dobranej obręczy) i posiadające również wyższą sztywność poprzeczną, a tym samym, mniejszy kąt bocznego znoszenia.

O ile stosowanie opon o niskim profilu może być dyskusyjne z punktu widzenia estetyki, o tyle ich stosowanie podczas jazdy wyczynowej, ze względu na bezpieczeństwo ruchu pojazdu jest w pełni uzasadnione.

Należy jednak bezwzględnie pamiętać, że zmiana parametrów opony i montaż opon o parametrach znacząco różniących się od zaleceń producenta może zasadniczo wpłynąć na własności trakcyjne pojazdu (np. zmniejszy prędkości osiągane na kolejnych biegach, zmniejszy siłę hamowania, zakłóci pracę systemu typu ABS) i nie powinna być dokonywana w warunkach amatorskich.

Bibliografia:

1. Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 1*. Warszawa: WKŁ.
2. Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ.
3. Praca zbiorowa (2008), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych*. Warszawa: REA.
4. Fundowicz P. Radzimierski M. Wieczorek M, (2013), *podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych*. Podręcznik do nauki zawodu. Warszawa: WSIP.
5. Praca zbiorowa (2003), *Budowa pojazdów samochodowych*. Warszawa: REA.

Netografia:

1. <http://autokult.pl/2010/06/09/stabilizator-jak-to-dziala-kompedium-wiedzy>
2. <http://www.e-autonaprawa.pl/encyklopedia/kolumna-mcphersona-ang-imacpherson-strut-tower-i/2421/>
3. <http://www.iparts.pl/czesc/wahacz-zawieszenia-kola,fiat,punto-176-1993-09-1999-09,1-7-td-71km,35-458-3799-100571-0-198-0380446.html>
4. <http://www.swiatmotoryzacji.com.pl/index.php?modul=numery&page=czytaj&id=652>
5. www.budowa-stabilizatora-zawieszenia_OMK