



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Marcin Łukasiewicz

**Wykonywanie naprawy podzespołów układu nośnego
samochodów 723[04].Z2.05**

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr Janusz Górny

mgr inż. Andrzej Sadowski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Marcin Łukasiewicz

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z2.05, Wykonywanie naprawy podzespołów układu nośnego, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu mechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

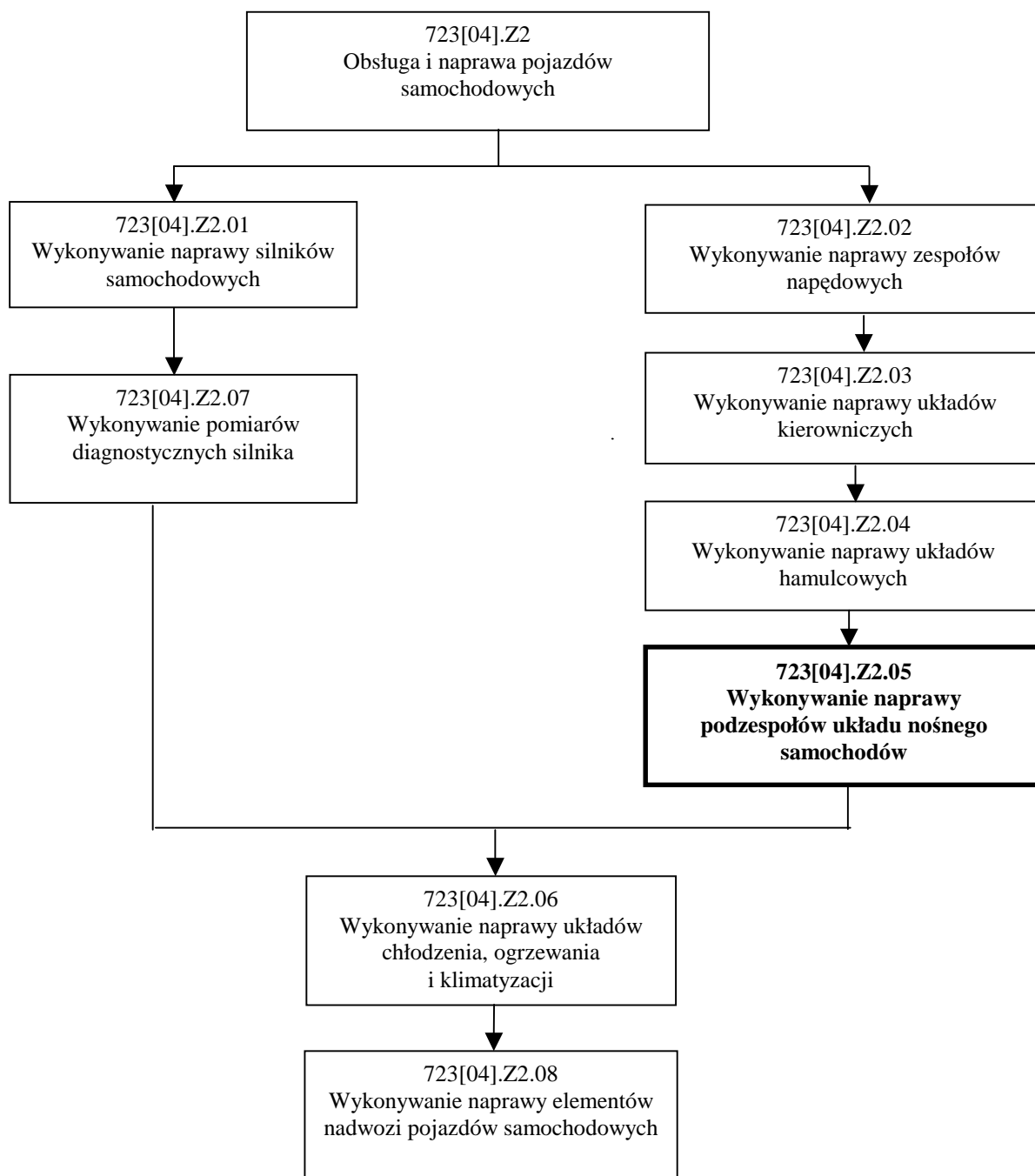
1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Budowa i zadania mechanizmów nośnych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	20
4.1.3. Ćwiczenia	20
4.1.4. Sprawdzian postępów	21
4.2. Sprawdzanie zużycia elementów układu nośnego	22
4.2.1. Materiał nauczania	22
4.2.2. Pytania sprawdzające	30
4.2.3. Ćwiczenia	30
4.2.4. Sprawdzian postępów	32
4.3. Naprawy elementów układu nośnego	33
4.3.1. Materiał nauczania	33
4.3.2. Pytania sprawdzające	38
4.3.3. Ćwiczenia	38
4.3.4. Sprawdzian postępów	39
4.4. Geometria ustawienia kół	40
4.4.1. Materiał nauczania	40
4.4.2. Pytania sprawdzające	44
4.4.3. Ćwiczenia	44
4.4.4. Sprawdzian postępów	45
5. Sprawdzian osiągnięć	46
6. Literatura	51

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o wykonywaniu napraw podzespołów układu nośnego, jego odmianach i zadaniach, weryfikacji układów zawieszenia, warunkach jego montażu i regulacji zbieżności kół kierowanych. Wiedzę tę będziesz wykorzystywał w przyszłej pracy zawodowej.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – wiadomości teoretyczne niezbędne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań i pytań. Pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas zajęć i że zdobyłeś wiedzę i umiejętności z zakresu tej jednostki modułowej,
- literaturę.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:
- rozróżniać metalowe i niemetalowe materiały konstrukcyjne oraz materiały eksploatacyjne,
 - dobierać przyrządy pomiarowe,
 - dokonywać pomiarów podstawowych wielkości fizycznych i geometrycznych oraz interpretować ich wyniki,
 - rozróżniać części maszyn,
 - stosować zasady bezpiecznej obsługi maszyn i urządzeń elektrycznych,
 - charakteryzować podstawowe procesy starzenia się i zużycia materiałów oraz części maszyn,
 - posługiwać się dokumentacją techniczną, Dokumentacją Techniczno-Ruchową, normami i katalogami,
 - rozróżniać pojazdy samochodowe ze względu na ich przeznaczenie i rozwiązania konstrukcyjne,
 - charakteryzować właściwości materiałów konstrukcyjnych stosowanych w budowie pojazdów samochodowych,
 - kontrolować jakość wykonywanych prac,
 - rozpoznawać zagrożenia występujące podczas użytkowania narzędzi, maszyn i urządzeń zasilanych energią elektryczną, sprężonym powietrzem oraz działaniem spalin i wysokich temperatur,
 - organizować stanowisko do wykonywanej pracy,
 - stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

- W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:
- określić funkcje układu nośnego samochodu i jego części,
 - wyjaśnić budowę układu nośnego: zawiesznień zależnych i niezależnych,
 - zdemontować układ nośny samochodu,
 - zweryfikować elementy układu nośnego samochodu,
 - naprawić i zamontować układ nośny samochodu,
 - dokonać regulacji elementów ustawienia układu nośnego samochodu,
 - ocenić jakość wykonywanych prac,
 - skorzystać z instrukcji serwisowej i dokumentacji technicznej,
 - zastosować przepisy bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Budowa i zadania mechanizmów nośnych

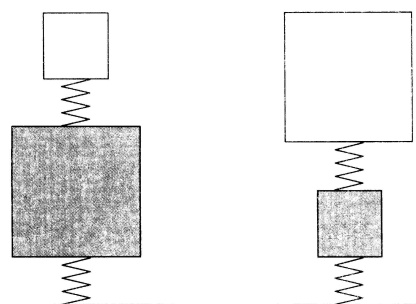
4.1.1. Materiał nauczania

Koła lub osie pojazdów samochodowych nie są do nich przytwierdzone sztywno, lecz za pośrednictwem tzw. zawieszenia elastycznego, czyli zespołu współdziałających ze sobą elementów sprężystych, wahaczy, drążków, amortyzatorów i innych elementów składowych, z których każdy spełnia ściśle określone zadania.

Zgodnie z teorią drgań poruszający się pojazd można traktować jako układ masowo-sprężysty, którego przemieszczenia względem stanu równowagi statycznej wywoływane są przez rozmaite siły wymuszające o działaniu jednorazowym lub okresowym. Ruchy te mogą przybierać postać:

- kołysania poprzecznego i wzdłużnego,
- tzw. „zarzucania”, czyli obrotu wokół osi pionowej, przechodzącej przez środek ciężkości pojazdu,
- przemieszczania się nadwozia w płaszczyźnie pionowej.

Wspomniany układ masowo-sprężysty składa się z tzw. mas resorowanych (nadwozie, silnik, rama, ładunek itp.), których ciężar przenoszą elementy sprężyste zawieszenia, oraz mas nieresorowanych (koła jezdne, osie, mosty napędowe itp.). Te ostatnie podlegają intensywnym wstrząsom powodowanym nierównościami nawierzchni, ponieważ ich ciężar przenoszony jest bezpośrednio na podłoże.



Rys. 1. Schemat wzajemnych stosunków mas resorowanych i nieresorowanych. Duża masa nieresorowana (z lewej) może zgodnie z trzecią zasadą dynamiki wywoływać znaczne przyspieszenia masy resorowanej (odwrotnie niż w sytuacji przedstawionej z prawej strony) [2, s. 91].

Częstotliwość drgań mas nieresorowanych wynosi w praktyce 500–1000 Hz, natomiast masom resorowanym zapewniana jest konstrukcyjnie częstotliwość drgań swobodnych 50–150 Hz. Częstotliwość ta (jak w starożytnej lektyce) odpowiada zakresowi częstotliwości kroków człowieka, czyli najlepiej tolerowanej przez ludzki organizm.

Mechanizm pracy zawieszenia polega na tym, że najechanie koła pojazdu na nierówność nawierzchni powoduje ugięcie elementów sprężystych zawieszenia, w wyniku, czego akumulowana jest w nich energia, rozładowująca się następnie w postaci drgań mas resorowanych. Amplituda i częstotliwość tych drgań zależą od sztywności i konstrukcji zawieszenia.

Charakterystyka współcześnie stosowanych zawiesznień jest kompromisem pomiędzy miękkością zapewniającą wysoki komfort jazdy przewożonych osób, a sztywnością pozwalającą na utrzymanie stabilnego ruchu pojazdu.

Zawieszenia elastyczne spotykane we współczesnych pojazdach drogowych dzielimy pod względem sposobu działania na dwa podstawowe rodzaje konstrukcji:

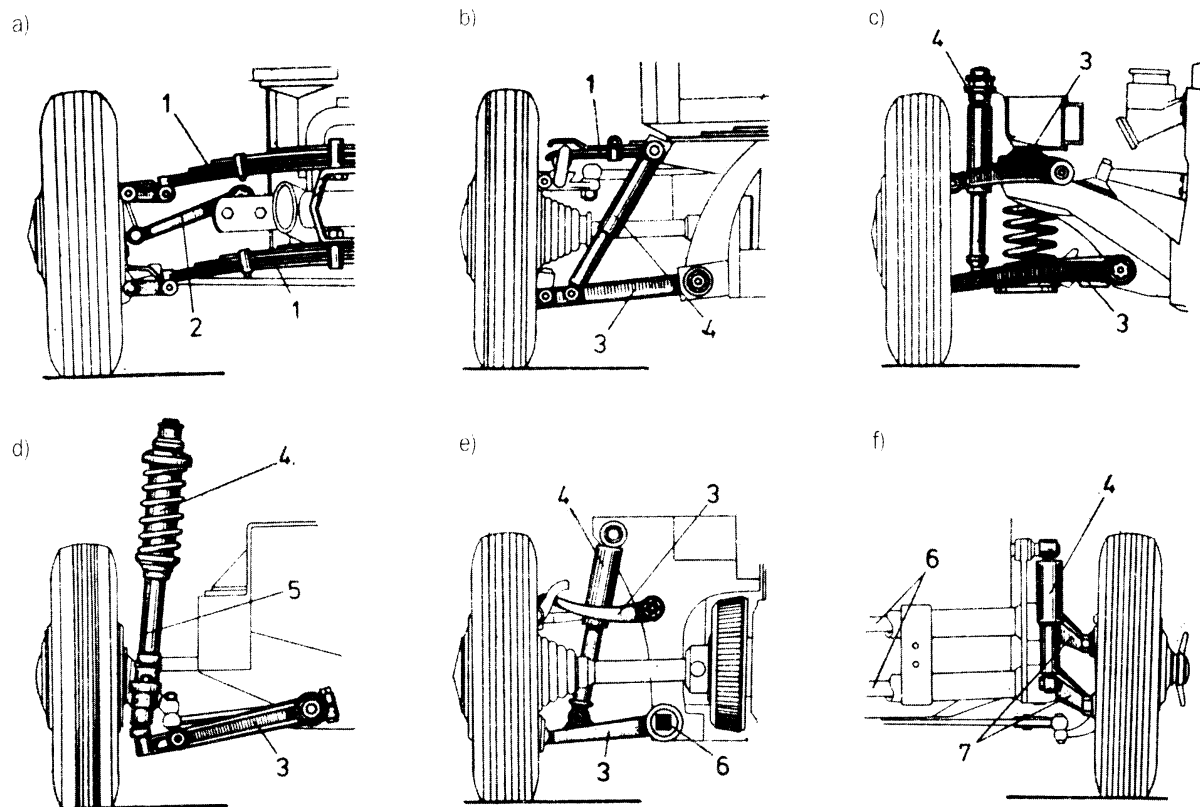
- zależną – koła łączone parami przy pomocy sztywnych osi,
- niezależną – każde z kół łączy z ramą lub nadwoziem samonośnym indywidualny zespół łączników.

Typowe konstrukcje zawieszeń zależnych polegają na łączeniu sztywnej osi z ramą lub nadwoziem pojazdu przez:

- resory piórowe wzdłużne i amortyzatory hydrauliczne,
- resor poprzeczny, amortyzatory i drążki reakcyjne,
- sprężyny śrubowe, amortyzatory i wahacze wzdłużne,
- sprężyny śrubowe, amortyzatory, drążki reakcyjne wzdłużne i drążek Panharda.

Z kolei częściej stosowane konstrukcje niezależnych zawieszeń samochodowych przednich to:

- zawieszenie kolumnowe McPhersona, w skład którego wchodzi tzw. kolumny resorujące, będące integralnym połączeniem amortyzatora teleskopowego ze sprężyną śrubową i zwrotnicą, wahacze poprzeczne lub skośne i drążkowy stabilizator przechyłów (zawieszenie tego typu charakteryzuje się prostotą budowy i małą masą),



Rys. 2. Niezależne zawieszenia przednie: a) podwójny resor poprzeczny, b) pojedynczy resor poprzeczny górny, c) wahacze poprzeczne nierównej długości, d) kolumna McPhersona, e) wahacz z drążkiem sprężystym, f) wahacze wzdłużne z drążkiem skrętnym, 1) resor, 2) drążek reakcyjny, 3) wahacz poprzeczny, 4) amortyzator, 5) kolumna zwrotnicy, 6) drążek skrętny, 7) wahacz wzdłużny [2, s. 91].

- układ podwójnych wahaczy poprzecznych ze sprężynami śrubowymi, stabilizatorem i oddzielnymi amortyzatorami,
- układ pojedynczych wahaczy poprzecznych z poprzecznym resorem piórowym,
- układ wahaczy poprzecznych z wzdłużnymi drążkami skrętnymi i oddzielnymi amortyzatorami.

Jeszcze większa różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych występuje w niezależnych zawieszeniach tylnych, gdzie do najczęściej stosowanych należą obecnie układy:

- wahaczy podłużnych złączonych drążkiem skrętnym współpracujących ze zintegrowanymi kolumnami resorująco-amortyzującymi (tzw. oś zespolona),
- wahaczy skośnych ze sprężynami śrubowymi i oddzielnymi amortyzatorami,
- wahaczy poprzecznych z kolumnami resorująco-amortyzującymi,
- wahaczy poprzecznych ze sprężynami śrubowymi i oddzielnymi amortyzatorami,
- wahaczy skośnych z kolumnami resorująco-amortyzującymi,
- osi zespolonej ze sprężynami śrubowymi i oddzielnymi amortyzatorami,
- podwójnych (równoległych) zespołów wahaczowych ze sprężynami śrubowymi i oddzielnymi amortyzatorami,
- wahaczy skośnych z drążkiem skrętnym i amortyzatorami,
- wahaczy poprzecznych z poprzecznym resorem piórowym i amortyzatorami,
- osi zespolonej z drążkami skrętnymi i amortyzatorami.

Rodzaj zastosowanego zawieszenia ma bezpośredni wpływ na sposób przemieszczania się kół podczas pokonywania nierówności drogi. W zawieszeniu zależnym równoczesny najazd obu kół tej samej osi na symetryczną nierówność powoduje równoległy i równy skok tych kół w kierunku prostopadłym do nawierzchni. Przy najeździe na wypukłą nierówność asymetryczną jedno koło unosi się w górę stycznie do łuku, którego środek znajduje się w punkcie styku drugiego koła z jezdnią, czyli w efekcie obydwie koła współpracują z nawierzchnią tylko krawędziami bieżników (koło na nierówności – krawędzią wewnętrzną, a drugie – zewnętrzną).

W zawieszeniu niezależnym na pojedynczych wahaczach poprzecznych koło najeżdżające na wypukłą nierówność porusza się stycznie do łuku ze środkiem leżącym na osi wahacza. Z nawierzchnią współpracuje, więc wewnętrzną krawędzią bieżnika, ale jego ruch nie jest przenoszony na drugie koło tej samej osi.

W zawieszeniu niezależnym z wahaczami wzdłużnymi, z podwójnymi wahaczami poprzecznymi o jednakowej długości lub z kolumnami McPhersona (rys. 3) koło porusza się wyłącznie w kierunku pionowym, nie zmieniając swego kąтового ustawienia względem powierzchni jezdni.

Obecnie rozmaite rozwiązania konstrukcyjne zawieszenia niezależnego są zdecydowanie najpopularniejsze w samochodach osobowych. Rzadziej w tej grupie spotyka się popularną z kolei w samochodach dostawczych, ciężarowych i autobusach kombinację niezależnego zawieszenia przedniego z zależnym tylnym. Zależne zawieszenie w postaci wszystkich osi sztywnych wciąż bardzo często spotyka się w pojazdach cięższych (w dużych przyczepach i naczepach jako wręcz dominujące), a w samochodach osobowych – poza wersjami terenowymi – nie jest już w ogóle stosowane.

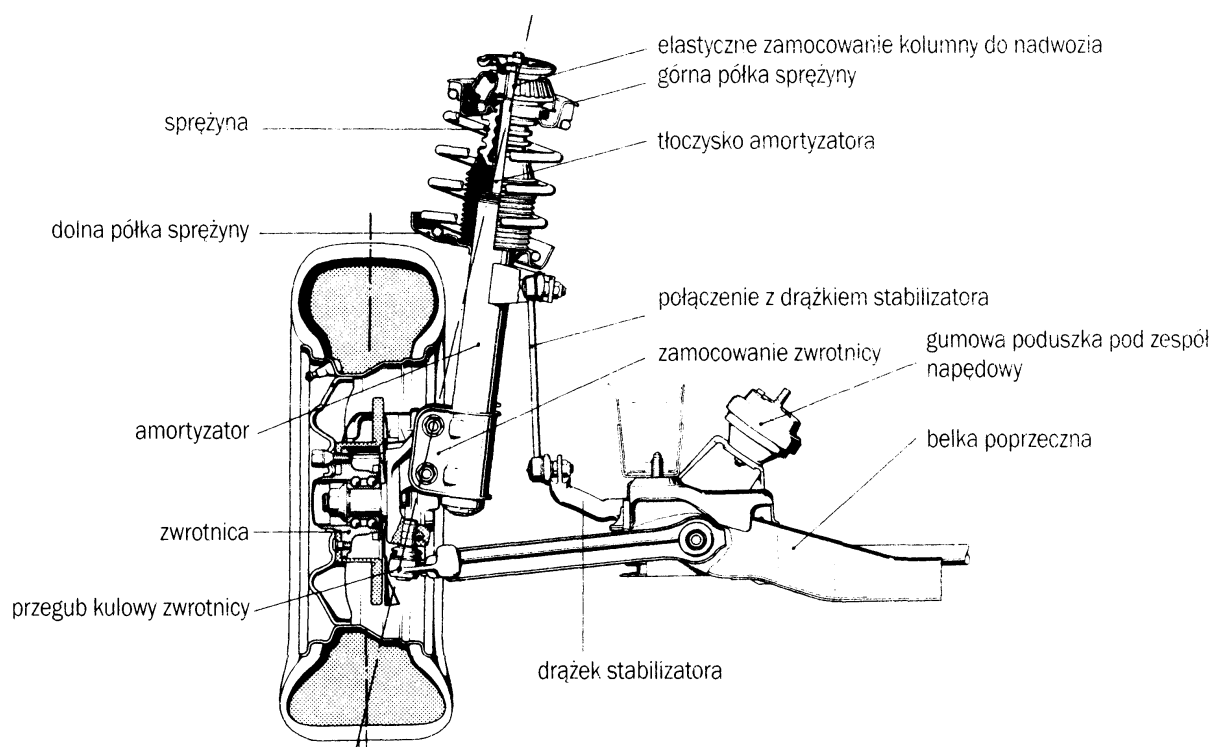
Decyduje o tym odmienne w każdym ze wspomnianych typów pojazdów znaczenie charakterystycznych wad i zalet osi sztywnej.

Do wad należą:

- mała stabilność ruchu po nierównej nawierzchni,
- znaczna przestrzeń zajmowana w ogólnym gabarycie pojazdu,
- duża masa nieresorowana.

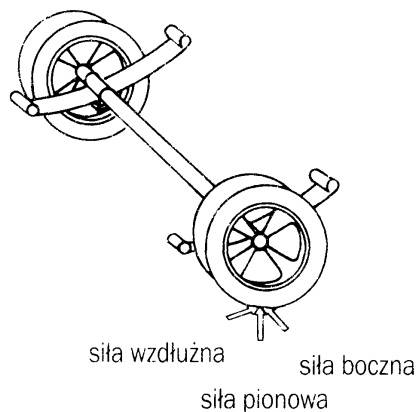
Zaletami natomiast są:

- niskie koszty wytwarzania,
- niezmiennność rozstawu kół,
- utrzymywanie stałego kąta pochylenia i zbieżności kół (niekierowanych),
- mniejsze zużycie opon.



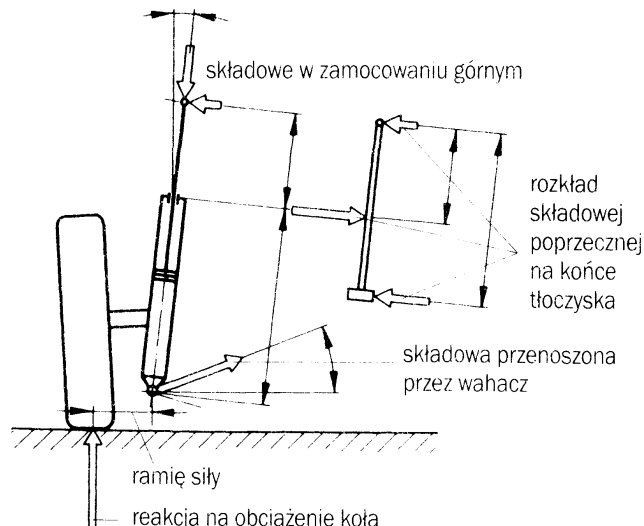
Rys. 3. Zawieszenie przednie z kolumną McPhersona [2, s. 93].

W lekkich przyczepach towarowych, mieszkalnych i specjalnych wykorzystywane są różne typy zawiesznień, wzorowane na rozwiązaniach występujących w samochodach osobowych, ale przede wszystkim upowszechniają się zespolone zawieszzenia specjalne o uproszczonej konstrukcji, opartej na metalowo-gumowych elementach resorujących.



Rys. 4. Resory piórowe jako sprężysty i prowadzący element zawieszzenia [2, s. 94].

W zawieszzeniach cięższych jednoślądów dawniejsza różnorodność stosowanych rozwiązań występuje coraz wyraźniej ujednocionemu układowi, opartemu na wahaczowym (wahacz wleczony z jednym, centralnie umieszczonym elementem resorująco-amortyzującym) zawieszaniu tylnym i widełkach teleskopowych, prowadzących koło przednie (w każdym z dwu teleskopów mieści się sprężyna śrubowa i amortyzator hydrauliczny, pełniący równocześnie funkcję osiowego trzpienia prowadzącego). W lekkich modelach i skuterach coraz częściej spotyka się wahaczowe zawieszzenia przednie i tylne z gumowymi lub metalowo-gumowymi elementami resorująco-amortyzującymi.



Rys. 5. Siły przenoszone podczas pionowego obciążenia kolumny McPhersona [2, s. 94].

Elementy występujące w zawieszeniach – elementy sprężyste, elementy prowadzące i łączące, połączenia przegubowe oraz rozwiązania niekonwencjonalne

Zawieszenia to układ mechanizmów łączących koła jezdne samochodu z nadwoziem lub ramą. Ze względu na spełniane funkcje, w zawieszeniu wyróżnia się elementy prowadzące, sprężyste i tłumiące. Elementy prowadzące (wahacze, drążki reakcyjne) wyznaczają kinematykę ruchu kół względem kadłuba pojazdu. Elementy sprężyste (resory piórowe, sprężyny śrubowe i inne) służą do gromadzenia energii ruchu drgającego, natomiast zadaniem elementów tłumiących, najczęściej amortyzatorów hydraulicznych, jest zamiana energii ruchu drgającego w energię cieplną, a następnie rozpraszanie jej.

Poszczególne elementy zawieszenia przenoszą na ramę lub nadwozie pojazdu siły i momenty działające na koła, a mianowicie:

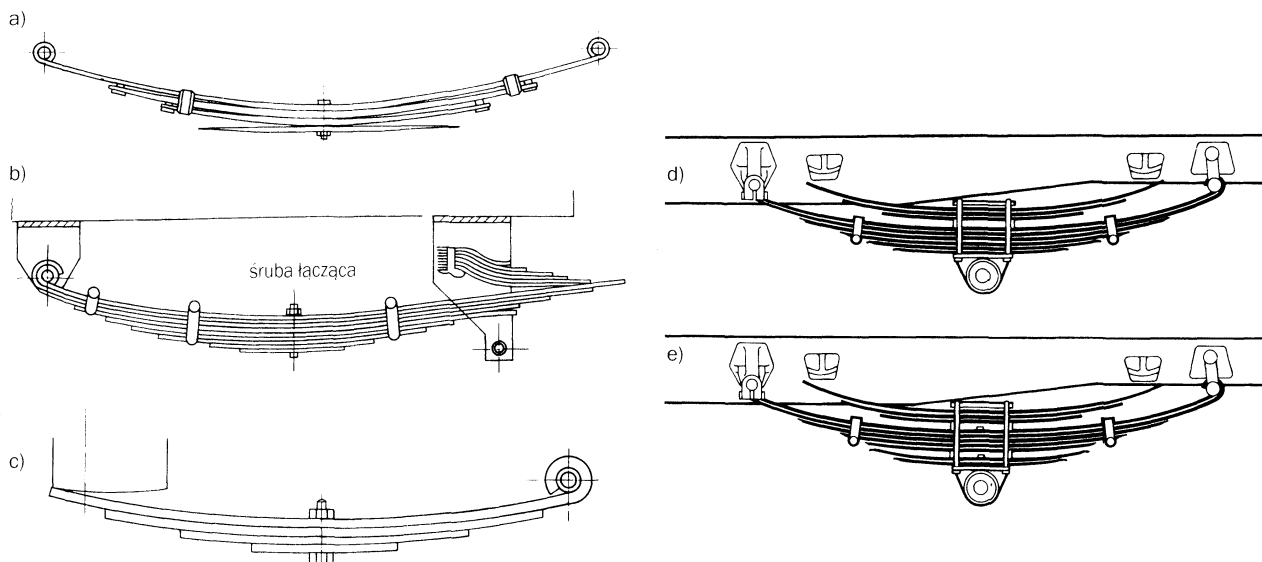
- siły pionowe wynikające z obciążenia statycznego kół ciężarem pojazdu,
- siły pionowe wynikające z obciążeń dynamicznych wywołanych nierównościami drogi,
- siły wzdłużne i pionowe wynikające z przekazywania napędu, a w przypadku mostów napędowych także moment reakcyjny,
- siły wzdłużne i pionowe oraz momenty reakcyjne występujące przy hamowaniu,
- siły poprzeczne i momenty przechylające występujące w ruchu krzywoliniowym.

Elementy sprężyste

Elementami sprężystymi współczesnych zawieszeń pojazdów drogowych mogą być:

- resory piórowe (sprężyny płaskie) rys. 6,
- sprężyny zwijane (rys. 8),
- drążki skrętne,
- sprężyny gumowe lub plastikowe,
- sprężyny pneumatyczne (rys. 7).

Niezależnie od konstrukcji każdy z tych elementów ma dwie podstawowe cechy charakterystyczne, czyli maksymalną strzałkę ugięcia odpowiadające jej maksymalne obciążenie.



Rys. 6. Różne konstrukcje resorów o zmiennej charakterystyce: a) Resor z dolnym piórem podpierającym (gdy resor zostanie ugięty w górę powyżej linii prostej, pióro podpierające działa jako resor dodatkowy), b) i c) Skrócenie długości resoru przez zastosowanie ślizgacza elastycznego (u góry) i sztywnego (u dołu). Krótszy resor wymaga do ugięcia większej siły, więc staje się twardszy, d) W resorze dwustopniowym resor główny pracuje sam do ok. połowy obciążenia. Powyżej tego obciążenia pracuje również resor dodatkowy i obydwa razem zapewniają działanie progresywne (wzrost siły w miarę ugięcia), e) W resorze trzystopniowym resor główny pracuje przy jeździe bez lub z niewielkim obciążeniem. Przy wzroście obciążenia włączają się do pracy pióra podpierające (u dołu). Przy pełnym obciążeniu działa również resor dodatkowy (u góry). Progresja zmienia się dwustopniowo [2, s. 98].

Wykres zależności pośrednich strzałek ugięcia od pośrednich obciążeń sporządzony w układzie dwóch współrzędnych (wartości siły i wysokości strzałki) nazywa się charakterystyką danego elementu. Może ona mieć następujący przebieg:

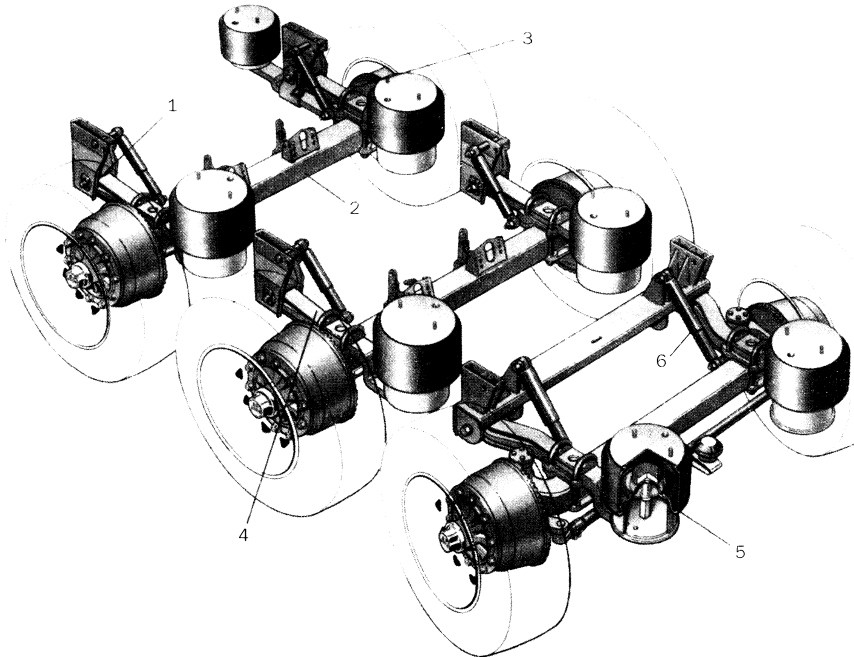
- płaski (resorowanie sztywne, w którym znaczne różnice działających sił powodują nieznaczne odkształcenia elementów sprężystych) lub stromy (resorowanie miękkie),
- liniowy (ugięcie proporcjonalne do wartości siły obciążającej), progresywny (sztywność sprężyny wzrasta wraz z wartością obciążenia) lub degresywny (im większe obciążenie, z tym większą rozpiętością strzałek ugięcia sprężyny łączą się w jego różnice),
- stały (wynikający z konstrukcji elementu reagującej identycznie na powtarzalne uwarunkowania zewnętrzne) lub zmienny, czyli podlegający ręcznym lub automatycznym regulacjom (np. przez zmianę wstępnego naprężenia sprężyny, zmianę ciśnienia gazu w pneumatycznym elemencie resorującym, zmianę długości ramienia działającej siły itp.).

Charakterystyka współcześnie stosowanych zawiesznień jest kompromisem pomiędzy miękkością, zapewniającą wysoki komfort jazdy przewożonych osób, a sztywnością pozwalającą na utrzymanie stabilnego ruchu pojazdu.

Resory piórowe (najczęściej dziś stosowane) wykonywane są w postaci jednego płaskownika lub pakietu płaskowników ze stali sprężynowej, nazywanych piórami, związanych w całość śrubą ustalającą i opaskami. W pojazdach sytuowane są one poprzecznie lub wzdłużnie.

Środek resoru wzdłużnego połączony jest ze sztywną osią lub mostem napędowym za pośrednictwem strzemion. Jeśli jeden koniec resoru (wykonany w kształcie ucha) łączy się z ramą lub nadwoziem przez sztywny sworzeń, na drugim końcu konieczny jest przegubowy wieszak lub tzw. ślizgacz. Zapewniają one możliwość poziomego, wzdłużnego przemieszczania się swobodnego końca resoru podczas pionowych ruchów zawieszienia.

Resor poprzeczny mocowany jest swą częścią środkową do ramy lub nadwozia pojazdu, a jego końce współpracują symetrycznie z zawieszzeniami przeciwnych kół, rzadziej – z końcami sztywnej osi lub mostu napędowego.



Rys. 7. Zastosowanie resorów pneumatyczno-gumowych w trójosiowej naczepie dużej ładowności: 1) przegubowe mocowanie wahaczy, 2) oś sztywna, 3) piasty kół, 4) wahacz wzdłużny, 5) resory pneumatyczno-gumowe, 6) amortyzator hydrauliczny [2, s.107].

W samochodach dostawczych, ciężarowych, autobusach, cięższych przyczepach i naczepach mogą być stosowane resory podwójne, złożone z resoru głównego i pomocniczego, pozwalającego na dostosowanie ich sprężystości do obciążenia pojazdu.

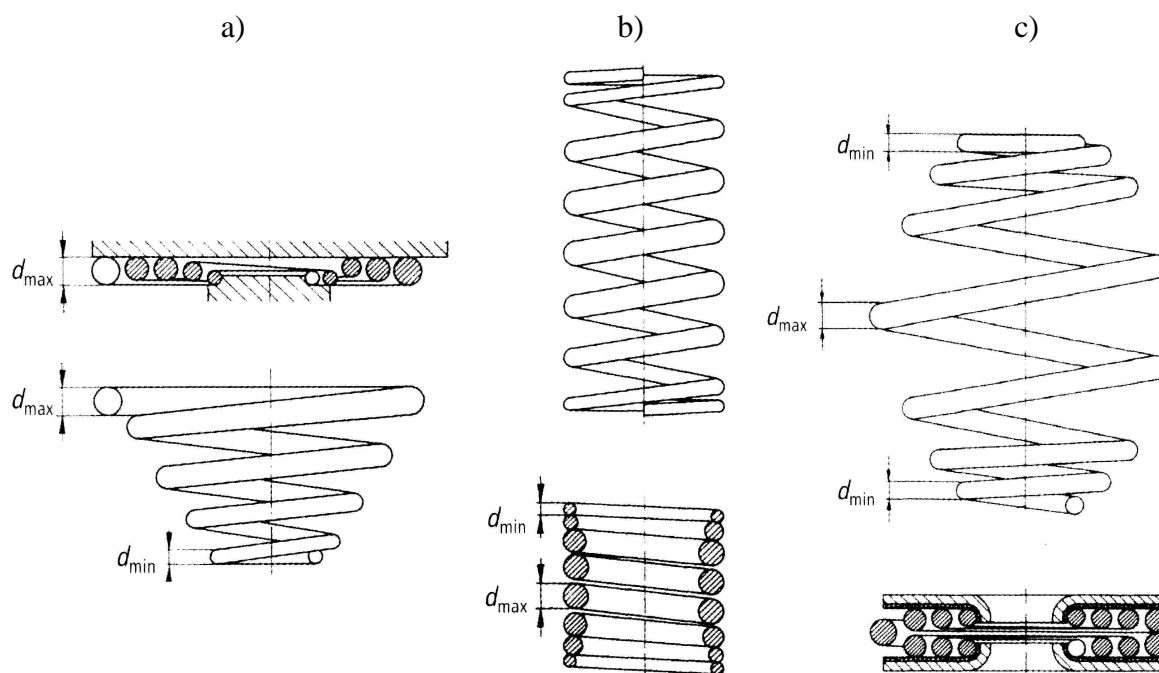
Resor poprzeczny mocowany jest swą częścią środkową do ramy lub nadwozia pojazdu, a jego końce współpracują symetrycznie z zawieszzeniami przeciwnych kół, rzadziej – z końcami sztywnej osi lub mostu napędowego. Obecnie w lekkich samochodach i przyczepach zamiast resorów półeliptycznych konstruktorzy coraz chętniej wykorzystują resory jedno piórowe, tzw. paraboliczne, jako lżejsze i mniej skomplikowane.

Sprężyny zwijane (śrubowe) to elementy sprężyste, powstałe w wyniku zwinięcia pręta ze stali sprężynowej wokół formy o kształcie walca, stożka lub beczki. Mogą one mieć charakterystykę:

- liniową – jeżeli stosunek przyrostu obciążenia do ugięcia sprężyny jest wielkością stałą,
- progresywną – jeżeli w miarę wzrostu obciążenia maleją ugięcia, a więc rośnie sztywność sprężyny,
- degresywną – jeżeli wzrost obciążenia powoduje zmniejszenie sztywności i większe ugięcie.

Cylindryczne sprężyny śrubowe o stałym skoku mają niezmienną sztywność. Charakterystykę progresywną sprężyn można uzyskać przez:

- zmienną średnicę poszczególnych zwojów (np. sprężyny stożkowe, dwustożkowe lub w kształcie baryłki),
- nawijanie ze zmiennym skokiem,
- stosowanie drutu o zmiennej średnicy przekroju,
- stosowanie dodatkowej sprężyny śrubowej, obciążanej dopiero przy pewnym ugięciu głównej sprężyny.



Rys. 8. Sprężyny o charakterystyce progresywnej: a) stożkowa, b) cylindryczna, c) beczkowa [2, s. 36].

Sprężyny śrubowe używane są głównie w zawieszeniach niezależnych. Drażki skrętne to pręty, rury lub pakiety płaskowników ze stali sprężynowej, sztywno zamocowane jednym końcem w ramie lub nadwoziu, natomiast drugim połączone przez poprzeczne ramie skręcające z wahaczem koła.

Drażki skrętne stosowane w samochodach mogą być sytuowane poprzecznie lub wzdłużnie w stosunku do osi symetrii pojazdu.

Szczególną odmianą drażków skrętnych, stosowaną w lekkich samochodach i przyczepach, są stabilizatory łączące wahacze kół jednej osi i zamocowane do nadwozia lub ramy za pośrednictwem tulejek gumowych. Ich skrócenie jest proporcjonalne do różnicy ugięć obu wahaczy. Dzięki temu sprężysta reakcja stabilizatora ogranicza boczne przechyły nadwozia podczas pokonywania zakrętów i zmniejsza kołysanie przy jeździe po nierównościach.

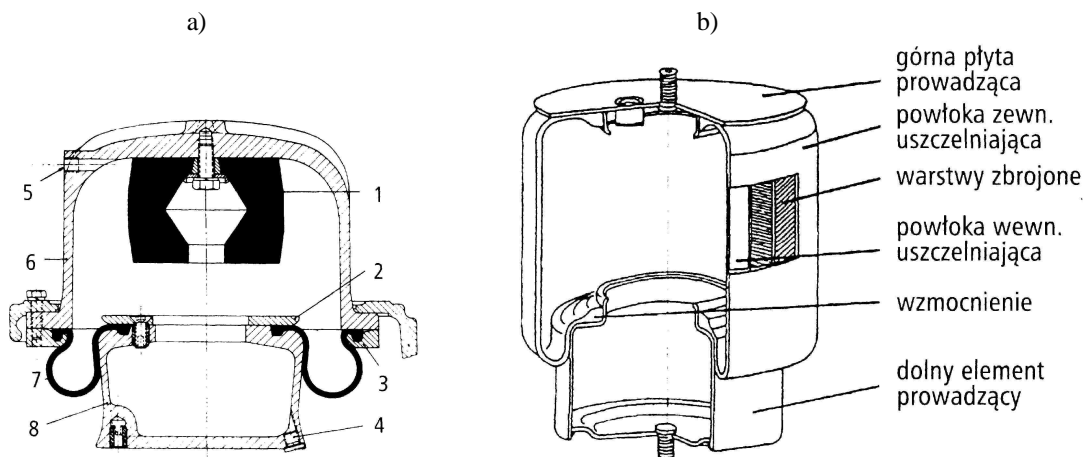
Sprężyste elementy gumowe

Sprężyste elementy gumowe pełnią w zawieszeniach samochodowych zazwyczaj funkcje pomocnicze (np. współpracują z resorami piórowymi lub ze sprężynami śrubowymi w charakterze odbojników bądź sprężyn dodatkowych, nadających sprężynom głównym progresywną charakterystykę działania).

Jako głównego elementu resorującego używa się gumy w zawieszeniach najbliższych jednośladow i przyczep samochodowych. Konstrukcje tego typu opierają się na trzech alternatywnych zasadach:

- rozciąganiu gumowej taśmy,
- ściskaniu bloczków gumowych,
- wzajemnym skręcaniu dwóch elementów metalowych (wewnętrznego i zewnętrznego), spojonych ze sobą przez warstwę przy wulkanizowanej gumy.

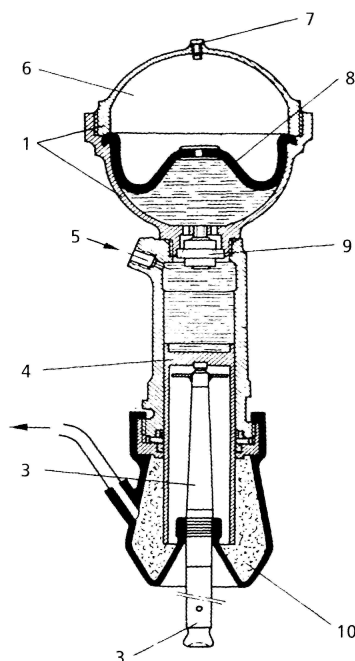
Sprężyny pneumatyczne zastępują coraz częściej klasyczne elementy stalowe w zawieszeniach dużych pojazdów ciężarowych i autobusów. Mają one przeważnie postać gumowych mieszków lub metalowych cylindrów z tłokami, wypełnionych sprężonym powietrzem (rys. 7 i 9).



Rys. 9. Pneumatyczno-gumowe elementy resorujące: a) aktywny, b) bierny.

1) sprężyna gumowa (drażona), 2) wewnętrzny pierścień mocujący, 3) zewnętrzny pierścień mocujący, 4) śruba odwadniająca, 5) dopływ sprężonego powietrza, 6) obudowa sprężyny powietrznej, 7) miech gumowy, 8) tłok sprężyny powietrznej [2, s. 38].

W samochodach ciężarowych, przyczepach i naczepach działają one z reguły jako samodzielne elementy resorujące. W niektórych rozwiązaniach (szczególnie w droższych samochodach osobowych, rys. 10) stanowią część zintegrowanego układu zawieszenia pneumatycznego lub hydrauliczno-pneumatycznego o regulowanej sztywności i wysokości umieszczenia nad jezdnią.



Rys. 10. Aktywna, hydro-pneumatyczna kolumna resorująca: 1) korpus, 2) tłok, 3) tłoczek, 4) cylinder, 5) dopływ cieczy roboczej, 6) komora powietrzna, 7) zaślepka, 8) przepona, 9) zawór samoczynny, 10) komora pomocnicza [2, s. 37].

W cylindrze sprężającym znajduje się wówczas płyn oddzielony przeponą przegrodą od gazu sprężanego w kulistym zbiorniku, zwanym akumulatorem ciśnienia. Ciśnienie w takich układach zmienia się w zakresie od 0,3 do 0,6 MPa dzięki zastosowaniu zasilającej sprężarki i regulowane jest – stosownie do warunków jazdy – przez system elektroniczny, złożony z czujników obciążenia prędkości obrotowej silnika, położenia pedału przyspieszenia oraz mikroprocesora. Układ umożliwia również regulację prześwitu lub automatyczne utrzymywanie jego niezmięniętej wartości.

Elementy prowadzące i łączące

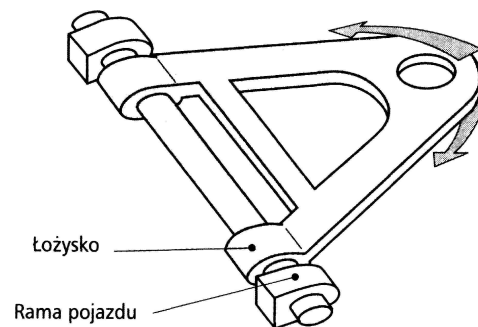
Zadaniem tych części zawieszzeń jest nie tylko utrzymywanie elementów sprężystych w położeniach zgodnych z kierunkami działających sił statycznych i dynamicznych (wyznaczanie kierunków ruchu kół na nierównościach nawierzchni), lecz także samodzielne przenoszenie sił i reakcji między nawierzchnią drogi a bryłą pojazdu. Chodzi tu głównie o siły związane z:

- przeniesieniem napędu,
- hamowaniem kół,
- działaniem układu kierowniczego,
- stabilizacją pozycji nadwozia podczas ruchu po krzywiznach drogi.

Z tych powodów tzw. łączniki zawieszzeń muszą się odznaczać określoną wytrzymałością mechaniczną, ukierunkowaną stosownie do występujących sił i towarzyszących reakcji. Muszą także tworzyć układy kinematyczne modyfikujące ich kierunki i momenty. Dlatego konstrukcja elementów prowadzących i łączących związana jest bezpośrednio z funkcją spełnianą przez nie w pojeździe.

Na przykład:

- wahacze wzdłużne (wleczone lub pchane) o osi obrotu prostopadłej do podłużnej osi symetrii pojazdu – w klasycznej swej postaci znajdują zastosowanie wyłącznie w pojazdach jednośladowych, ponieważ nie nadają się do przenoszenia sił poprzecznych względem płaszczyzny ich obrotu,
- wahacze poprzeczne o osi obrotu równoległej do podłużnej osi symetrii pojazdu – dla zadowalającego przenoszenia sił wzdłużnych (napędu i hamowania) muszą przybierać kształt masywnych trójkątów o stosunkowo szerokich podstawach, poza tym – zależnie od chwilowego obciążenia – zmieniają kąt pochylenia (wahacz pojedynczy) lub rozstaw kół danej osi (wahacz podwójny lub pojedynczy, współpracujący z poprzecznym resorem piórowym),
- wahacze skośne z osią obrotu o położeniu pośrednim między poprzecznym a wzdłużnym – stosowane są w tylnych osiach tanich samochodów jako rozwiązanie kompromisowe, zachowujące prostotę dwóch poprzednich rozwiązań przy jednoczesnym złagodzeniu ich podstawowych wad.



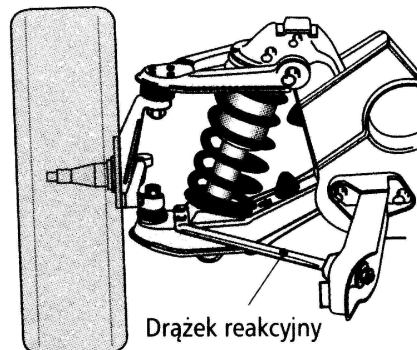
Rys. 11. Poprzeczny wahacz trójkątny [1, s. 335].

Przez odpowiednią konstrukcję zawieszzeń wahaczowych można w znacznym stopniu ograniczyć takie niekorzystne zjawiska, jak:

- nadmierne odciażanie kół tylnych podczas hamowania,
- boczny poślizg kół i nadmierne przechyły pojazdu na ostrych zakrętach,
- zmienność geometrii ustawienia kół (zbieżność, kąt pochylenia i kąt wyprzedzenia sworzni zwrotnicy) pod wpływem zmian obciążenia statycznego i dynamicznego.

Drażki, zwane potocznie reakcyjnymi, są rodzajem łączników ustalających położenie osi lub kół względem nadwozia w zawieszeniach ze sprężynami śrubowymi, resorami poprzecznymi albo resorami gumowo – pneumatycznymi. Mogą one mieć działanie:

- wzdłużne – polegające na przenoszeniu reakcji towarzyszących siłom napędu między napędzaną osią pojazdu a jego nadwoziem lub hamowaniu kół danej osi,
- poprzeczne (tzw. drążki Panharda) – przenoszące na pojazd reakcje sił przyczepności bocznej ogumienia podczas jazdy na łukach,
- skrętne – zapobiegające poprzecznemu przechylaniu pojazdu na skutek reakcji na znaczne momenty obrotowe, pochodzące ze wzdłużnie umieszczonego wału napędowego.



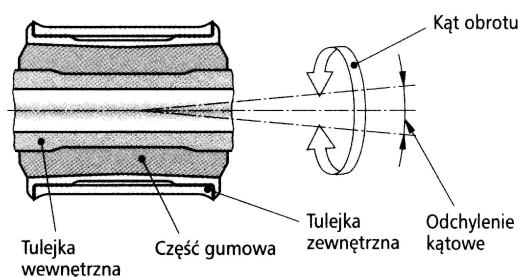
Rys. 12. Drażek reakcyjny [1, s. 335].

Połączenia przegubowe

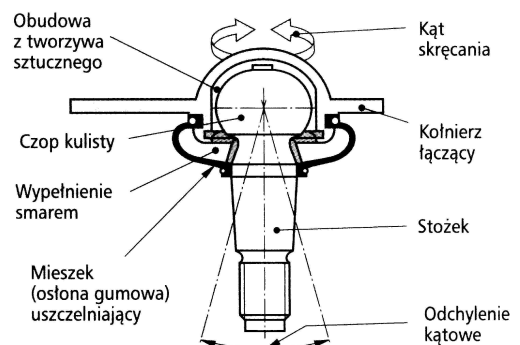
Szczególne wymogi konstrukcyjne dotyczą ruchomych połączeń wahaczy, które powinny się cechować właściwościami dość trudnymi do pogodzenia, czyli:

- elastycznością zapobiegającą przenoszeniu z kół na nadwozie sił o charakterze uderowym,
- sztywnością sprzyjającą zachowaniu stałego położenia osi obrotu, co jest bardzo istotne dla prawidłowego i niezmiennego ustawienia kół względem osi symetrii pojazdu i nawierzchni drogi,
- odpornością na zużycie cieńre lub zmęczeniowe,
- możliwością długotrwałej pracy bez żadnych zabiegów obsługowych i regulacyjnych.

Liczne stosowane dawniej rozwiązania (w postaci łożyskowań ślizgowych i tocznych, sworzni cylindrycznych, kulistych i gwintowych, sworzni metalowych współpracujących z tulejami gumowymi lub plastikowymi, nierozbieralnych tulejek metalowo-gumowych) nie spełniały wszystkich tych warunków. Dopiero łożyskowanie wahaczy przy pomocy zintegrowanych tulejek metalowo-gumowych przyniosło zadowalający efekt (rys. 13).



Rys. 13. Przegub gumowo-metalowy [1, s. 335].



Rys. 14. Przegub kulowy [1, s. 335].

Amortyzatory

Spośród elementów sprężystych stosowanych w zawieszeniach pojazdów drogowych tylko wielowarstwowe resory piórowe i drążki skrętne o podobnej budowie mają wyraźną zdolność samoczynnego tłumienia drgań własnych przez wzajemne tarcie poszczególnych

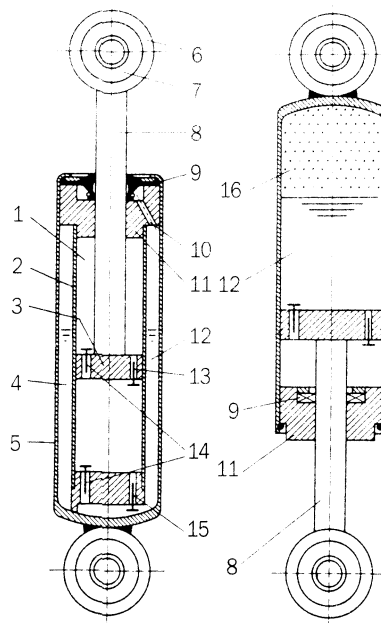
piór, a i to w stopniu niewystarczającym w warunkach szybkiej jazdy. Drgania powodowane są najeżdżaniem kół na nierówności nawierzchni. Sprężyna pod wpływem pionowej siły zwróconej ku górze najpierw ugina się, a potem prostuje, zwiększając nacisk koła na jezdnię. Koło, dzięki sprężystości ogumienia, odbija się od niej, powodując ponowne ugięcie sprężyny i cykle takie powtarzają się z coraz mniejszymi amplitudami wychyleń – aż do wygaśnięcia. Jest to przyczyną z jednej strony niepożądanego kołysania nadwozia, a z drugiej okresowego zmniejszania się lub wręcz utraty przyczepności między oponami a podłożem. Zjawisko to nasila się bardzo niebezpiecznie, gdy częstotliwość drgań wymuszonych rezonuje z częstotliwością drgań własnych danego zawieszenia.

Konieczne jest więc stosowanie specjalnych tłumików drgań, nazywanych potocznie amortyzatorami. Mają one do spełnienia dwa podstawowe zadania:

- zmniejszać drgania mas resorowanych, czyli nadwozia, spowodowane nierównościami jezdni,
- tłumić lub nawet uniemożliwiać drgania mas nieresorowanych, czyli kół i osi, zapewniając dzięki temu optymalny kontakt kół z jezdnią.

Dodatkowym zadaniem amortyzatorów jest tłumienie kiwana się i kołysania pojazdu, a tym samym – stabilizacja jego ruchu. Kiwaniem się nazywamy drgania dookoła osi poprzecznej samochodu. Występują one przede wszystkim przy ruszaniu i hamowaniu. Kołysanie się polega na przechyłach samochodu dookoła osi wzdłużnej i występuje np. przy pokonywaniu zakrętów. Spełniając te zadania, amortyzatory zapewniają zarówno duży komfort, jak i bezpieczeństwo jazdy.

W dziejach motoryzacji stosowane były rozmaite konstrukcje amortyzatorów. Obecnie stosowane są wyłącznie różne odmiany teleskopowych amortyzatorów hydraulicznych. Ich wspólnym elementem jest tłok sprzężony tłoczyskiem z ruchomą częścią zawieszenia i poruszający się dzięki temu w cylindrze wypełnionym cieczą i połączony sztywno z ramą lub nadwoziem pojazdu. Im szybciej drga zawieszenie, tym tłok amortyzatora stawia większy opór. Dzieje się tak, dlatego, że przepływ cieczy z jednej na drugą jego stronę następuje przez mały, kalibrowany otwór. Jest on przemykany dodatkowo zaworkiem, co sprawia, że opór przy uginaniu zawieszenia jest znacznie mniejszy niż przy ruchu powrotnym.



Rys. 15. Schemat budowy amortyzatorów teleskopowych: z lewej – amortyzator dwururowy, z prawej amortyzator gazowy, jednorurowy: 1) przestrzeń robocza, 2) cylinder, 3) tłok, 4) przestrzeń wyrównawcza, 5) rura zewnętrzna, 6) ucho mocujące, 7) wkładka gumowa, 8) tłoczysko, 9) uszczelnienie, 10) odpływ oleju, 11) prowadnica tłoczyska, 12) olej, 13) zawór tłoka, 14) zawór zwrotny, 15) zawór denny, 16) gaz pod ciśnieniem [2, s. 110].

Siła tłumienia amortyzatora zależy w pierwszej kolejności – od doboru zaworów, który pozwala uzyskać charakterystykę tłumienia odpowiednią do każdego zastosowania. I tak amortyzator o charakterystyce degresywnej (opadającej) zapewnia stosunkowo dużą siłę tłumienia przy niewielkiej szybkości tłoka. Wskutek tego zawieszenie pojazdu staje się twardsze i nie reaguje na drobne nierówności jezdni.

Amortyzator o charakterystyce progresywnej prawie nie tłumি drgań przy wolnej jeździe, ale wraz ze wzrostem szybkości i skoku tłoka zawieszenie staje się coraz twardsze. Taką charakterystykę stosuje się obecnie głównie w pojazdach terenowych.

Kompromis dwu poprzednich odmian stanowi amortyzator o charakterystyce liniowej, równomiernej (tzn. siła tłumienia rośnie liniowo wraz ze wzrostem szybkości tłoka). Tego typu amortyzatory stosowane są przeważnie w samochodach sportowych i wyścigowych.

W praktyce często spotykane są systemy mieszane, powodujące, że np. przy rozciąganiu charakterystyka jest degresywna, a przy ściskaniu – progresywna.

Amortyzatory stosowane w nowoczesnych pojazdach popularnych są przeważnie tak konstruowane, by kompromisowo godzić wymogi komfortu i bezpieczeństwa jazdy. Konstrukcja optymalna powinna zapewniać zmienną zdolność tłumienia: dużą przy dużej amplitudzie drgań i małą przy niewielkich wychyleniach.

O cechach użytkowych amortyzatora decyduje jego charakterystyka uwzględniająca wzajemne zależności trzech współrzędnych: siły tłumienia, drogi, czyli skoku tłoczka i prędkości jego ruchu w cylindrze.

Pod względem budowy produkowane dziś amortyzatory dzielą się na jedno- i dwururowe oraz na beźciśnieniowe i gazowe.

W odmianie dwururowej tłok przemieszcza się w cylindrze wewnętrznym i przy jego ruchu do góry olej przetłaczany jest z przestrzeni nadtłokowej do przestrzeni podtłokowej i międzycylindrowej, natomiast przy ruchu do góry – odwrotnie.

Jeżeli w przestrzeni międzycylindrowej nad olejem znajduje się powietrze, amortyzator określamy mianem beźciśnieniowego. W amortyzatorach zwanych gazowymi powietrze zastąpione jest nieznacznie sprężonym azotem.

Amortyzatory jednorurowe mają budowę prostszą niż dwururowe. Są one z reguły amortyzatorami gazowymi. Tłoki przetłaczają w nich olej pomiędzy przestrzeniami pod i nadtłokowymi. Powoduje to sprężanie lub rozprężanie azotu, wypełniającego pod wstępnym ciśnieniem około 3 MPa komorę oddzieloną od oleju ruchomą lub stałą przegrodą.

Amortyzatory jednorurowe w porównaniu z dwururowymi są:

- lżejsze,
- wygodniejsze w stosowaniu (można mocować je w dowolnym położeniu),
- efektywniejsze w tłumieniu drgań zawieszzeń i mas resorowanych.

Stałe charakterystyki amortyzatorów nie dają się w pełni przystosować do pełnego zakresu zmiennych warunków występujących podczas eksploatacji nowoczesnych pojazdów drogowych. Dlatego i w tej dziedzinie pojawiają się konstrukcje specjalne, umożliwiające ręczną lub samoczynną zmianę charakterystyki amortyzatora przez zwlekanie lub zmniejszenie przekroju kanałów łączących obie strony tłoka.

Działanie samoczynne mają amortyzatory z zaworem iglicowym, uruchamianym elektromagnetycznie i sterowanym elektronicznie, a także konstrukcje czysto mechaniczne, wyposażone w kanały obejściowe o zmiennym przekroju, zwane „bypassami”. Przekrój ten jest większy w obszarze nieznacznych wychyleń zawieszenia, co zapewnia zmniejszenie siły tłumienia i uzyskanie wysokiego komfortu jazdy. Jeżeli jednak podczas jazdy po nierównej nawierzchni lub gwałtownego hamowania tłok przemieszcza się poza ten obszar, olej zaczyna przepływać cieńszym odcinkiem kanału i twardość amortyzatora wzrośnie wraz ze stabilnością pojazdu.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Z jakich elementów składa się układ nośny?
2. Jakie zadania spełnia układ nośny w pojeździe samochodowym?
3. Do czego służą wahacze?
4. Jak możemy podzielić zawieszenia?
5. Co to jest zawieszenie zależne?
6. Co to jest zawieszenie niezależne?
7. Czym jest masa resorowana zawieszenia?
8. Czym jest masa nieresorowana zawieszenia?
9. Do czego służą amortyzatory?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż i nazwij w modelu poszczególne elementy układu nośnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) wskazać elementy budowy układu nośnego,
- 2) wykonać opis elementów w zeszycie przedmiotowym,
- 3) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny,
- kliny pod koła samochodowe,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Określ rodzaj zastosowanego układu zawieszenia w pojeździe i opisz różnicę w budowie całego układu w zależności od tego czy jest to układ zależny, czy niezależny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 3) sporządzić plan działania,
- 4) przygotować stanowisko pracy,
- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 6) uporządkować stanowisko pracy,
- 7) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekt wykonanego zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny,
- zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- kliny samochodowe,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Wskaż w pojeździe masy resorowane i nieresorowane oraz zależności między nimi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 3) sporządzić plan działania,
- 4) przygotować stanowisko pracy,
- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie z sporządzonym planem działania,
- 6) uporządkować stanowisko pracy,
- 7) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekt wykonanego zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- zestaw narzędzi monterskich,
- kliny samochodowe,
- środki ochrony osobistej,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) przygotować stanowisko pracy do obsługi układu nośnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) nazwać poszczególne elementy układu nośnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wyjaśnić funkcję każdego elementu układu nośnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) rozpoznać masy resorowane i nieresorowane w układach nośnych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) rozróżnić zawieszenie zależne i niezależne w układach nośnych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.2. Sprawdzanie zużycia elementów układu nośnego

4.2.1. Materiał nauczania

Zawieszenie kół w samochodzie, niezależnie od rozwiązań konstrukcyjnych, spełnia kilka podstawowych zadań:

- zapewnia prowadzenie kół i ich kierowalność,
- przenosi na nadwozie samochodu siły wywołane w czasie jazdy reakcjami nawierzchni drogi na koła,
- zapewnia odpowiedni komfort jazdy poprzez ograniczenie przechyłów nadwozia i tłumienie drgań.

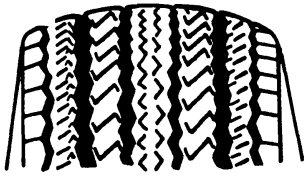
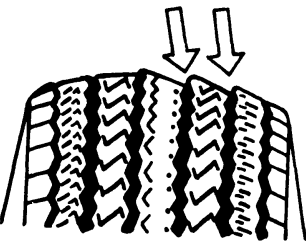
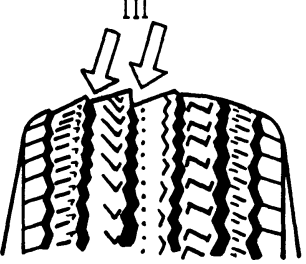
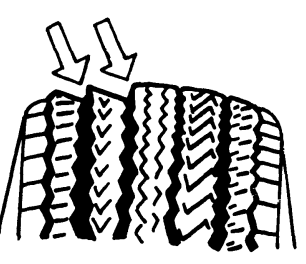
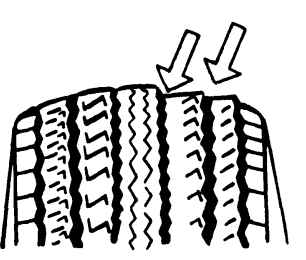
Diagnostyka zawieszenia kół polega na wykrywaniu w układzie niesprawnych elementów, które uniemożliwiają spełnienie powyższych zadań. Pierwszych informacji o stanie zawieszenia kół dostarczają jego oględziny zewnętrzne (m.in. ogumienia por. tablica 1, 2) oraz obserwacja zachowania się samochodu podczas jazdy.

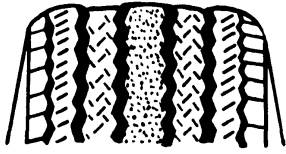
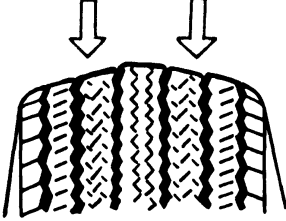
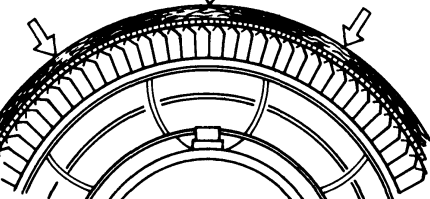
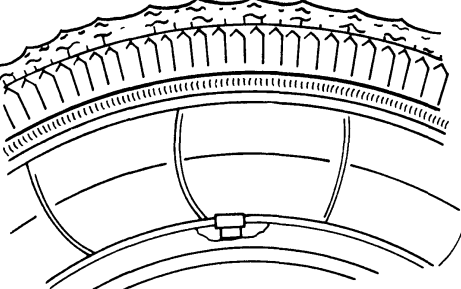
Następnym etapem badania z użyciem narzędzi i przyrządów pomiarowych jest określenie wartości luzów w poszczególnych elementach zawieszenia.

Tablica 1. Najczęstsze niedomagania w układach nośnym i kierowniczym oraz ich możliwe przyczyny [9 s. 29].

Lp.	Objawy	Przyczyny
1	Samochód nie utrzymuje kierunku ruchu – ściga na bok	Niejednakowe ciśnienie powietrza w ogumieniu. Niewłaściwe ustawienie kół przednich. Nadmierny luz w łożyskach kół przednich. Odkształcenie zwrotnicy lub wahaczy przedniego zawieszenia. Blokowanie hamulca jednego z kół. Znaczna różnica w stanie zużycia opon. Nierównoległość przedniej i tylnej osi.
2	Drgania („trzepotanie”) kół przednich podczas jazdy	Nadmierne luzy w przegubach kulistych. Nadmierne luzy w łożyskach kół przednich. Nadmierne luzy w ułożyskowaniu sworzni zwrotnic. Obluzowanie się śrub mocujących kolumnę kierownicy, obudowę przekładni kierowniczej lub wspornik dźwigni pośredniej. Obluzowanie się nakrętek mocujących sworznie kuliste przegubów drążków kierowniczych. Nadmierny luz w przekładni kierowniczej. Nieodpowiednie kąty ustawienia kół przednich. Uszkodzenie amortyzatora.
3	Nadmierny ruch jałowy koła kierownicv	Obluzowanie się nakrętek śrub mocujących obudowę przekładni kierowniczej. Luzy w przegubach kulistych drążków kierowniczych. Nadmierny luz w przekładni kierowniczej. Nadmierne luz w łożyskach kół przednich.
4	Utrudniony obrót koła kierownicy	Brak oleju w przekładni kierowniczej. Zwiększone tarcie: w przegubach kulistych, sworzni zwrotnicy, ramienia pośredniego (wskutek skorodowania lub zanieczyszczenia powierzchni trących). Za mały luz w przekładni kierowniczej. Zbyt niskie ciśnienie w oponach kół przednich. Niewłaściwe ustawienie kół przednich.
5	Stuki w układzie kierowniczym i przednim zawieszeniu	Nadmierny luz w łożyskach przednich kół. Obluzowanie się nakrętek mocujących sworznie kuliste przegubów drążków kierowniczych, zwrotnic. Luz osiowy lub promieniowy między sworzniem dźwigni pośredniej i tulejami. Obluzowanie się nakrętek śrub mocujących obudowę przekładni kierowniczej lub wspornik dźwigni pośredniej. Niewyważenie kół. Obluzowanie się śrub mocujących drążek stabilizatora. Zużycie tulei gumowo-metalowych osi wahaczy. Obluzowanie się zamocowania amortyzatora lub zużycie tulei gumowych. Luz sworzni zwrotnicy (lub przegubu kulistego zwrotnicy). Obluzowanie się nakrętek (śrub) mocujących tarczę koła do piasty. Obluzowanie się nakrętki mocującej piastę na czopie zwrotnicy.
6	Kotykanie się samochodu podczas jazdy	Zmniejszona siła tłumienia amortyzatora. Zmniejszona sztywność elementu sprężystego zawieszenia. Pęknięty drążek stabilizatora lub obluzowanie jego mocowania. Bicie boczne lub promieniowe koła.
7	Nadmierne nagrzewanie się piasty koła	Zbyt mały luz lub uszkodzone łożyska koła.

Tablica 2. Przykłady nieprawidłowego zużywania się opon oraz ich przyczyny [9 s. 17].

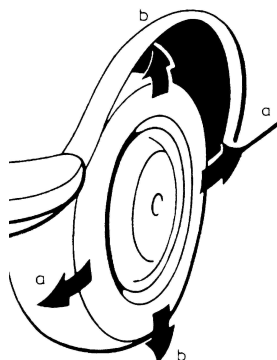
Sposób zużywania się opon	Przyczyna
1	2
<p>I</p>  <p>Prawidłowe zużycie opony. Brak schodków między sąsiednimi pasami rzeźby bieźnika.</p>	
<p>II</p>  <p>Zwiększone zużycie zewnętrznych pasów rzeźby bieźnika (widok na prawe koło z tyłu).</p>	<p>Zbyt duża dodatnia zbieżność kół. Wada trapezu kierowniczego. Skośnie ustawiona oś tylna.</p>
<p>III</p>  <p>Zwiększone zużycie wewnętrznych pasów rzeźby bieźnika; zewnętrzna krawędź każdego pasa jest wyższa niż wewnętrzna (widok na prawe koło z tyłu).</p>	<p>Zbyt duża ujemna zbieżność (rozbieżność kół. Wada trapezu kierowniczego. Skośnie ustawiona oś tylna.</p>
<p>IV</p>  <p>Znaczne zużycie wewnętrznych pasów rzeźby bieźnika; między wewnętrznymi pasami tworzą się schodki, podczas gdy zewnętrzne pasy zużywają się równomiernie (widok na prawe koło z tyłu).</p>	<p>Ujemne pochylenie koła.</p>
<p>V</p>  <p>Znaczne zużycie zewnętrznych pasów rzeźby bieźnika; różnica w zużyciu zewnętrznej i wewnętrznej krawędzi pasa (widok na prawe koło z tyłu).</p>	<p>Zbyt duże dodatnie pochylenie koła.</p>

1	2
<p data-bbox="400 282 432 309">VI</p> 	<p data-bbox="1059 282 1335 344">Zbyt wysokie ciśnienie powietrza w ogumieniu.</p>
<p data-bbox="384 640 416 667">VII</p> 	<p data-bbox="1059 640 1335 703">Zbyt niskie ciśnienie powietrza w ogumieniu.</p>
<p data-bbox="480 1043 512 1070">VIII</p> 	<p data-bbox="1059 999 1335 1173">Niewyważenie koła przekracza dopuszczalne granice. Znaczne bicie koła. Wadliwie działający amortyzator.</p>
<p data-bbox="480 1435 512 1462">IX</p> 	<p data-bbox="1059 1357 1335 1711">Trzepotanie kół z powodu: luzów w układzie kierowniczym, luzów w łożyskach koła, wrobionych otworów do mocowania w tarczy koła, niedokręconej nakrętki tarczy koła.</p>

Należy pamiętać, że sprawdzając zawieszenie wykryjemy też niesprawności układu kierowniczego. Dlatego podczas kontroli układu zawieszenia musimy wziąć pod uwagę punkty połączeń układu kierowniczego.

Bezprzryądowa metoda wykrywanie luzów w układzie jezdny

Najprostszym sposobem wykrycia nadmiernych luzów w układzie jezdny samochodu jest próba poruszenia kołem po podniesieniu go do góry (rys. 16). Sprawdzając w ten sposób stan zawieszenia przedniego uzyskuje się jednocześnie informacje o luzach w układzie kierowniczym.



Rys. 16. Kierunki poruszania kołem podczas sprawdzania luzów w zawieszeniu (a – ruchy w płaszczyźnie pionowej) oraz w układzie kierowniczym (b – ruchy w płaszczyźnie poziomej) [7 s. 207].

Wykonanie badania

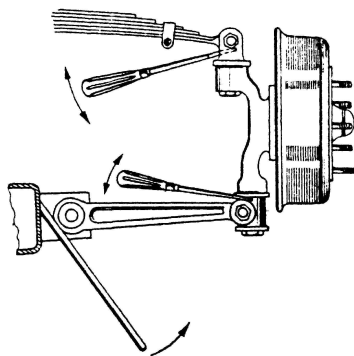
Za pomocą podnośnika unieść przód samochodu tak, aby sprawdzane koło nie stykało się z podłożem. W niektórych samochodach podnośnik musi być ustawiony pod wahaczem, aby odciążona sprężyna zawieszenia nie spowodowała skasowania luzów w układzie.

Chwycić dłońmi za oponę i poruszać nią energicznie na boki, w kierunkach pokazanych na rysunku 16. Wykonując ruchy zgodnie ze strzałkami pionowymi można wyczuć luzy w łożyskach kół (10 – rys. 18), w sworzniach zwrotnicy (9) oraz w tulei metalowo-gumowej wahacza (11) lub resoru (12). Ruszając natomiast kołem zgodnie ze strzałkami poziomymi można wykryć luzy w łożyskach kół i przegubach drążków kierowniczych (1). Miejsca pojawienia się luzów zależą od konstrukcji badanego zawieszenia, ale są to punkty połączeń poszczególnych części zawieszenia.

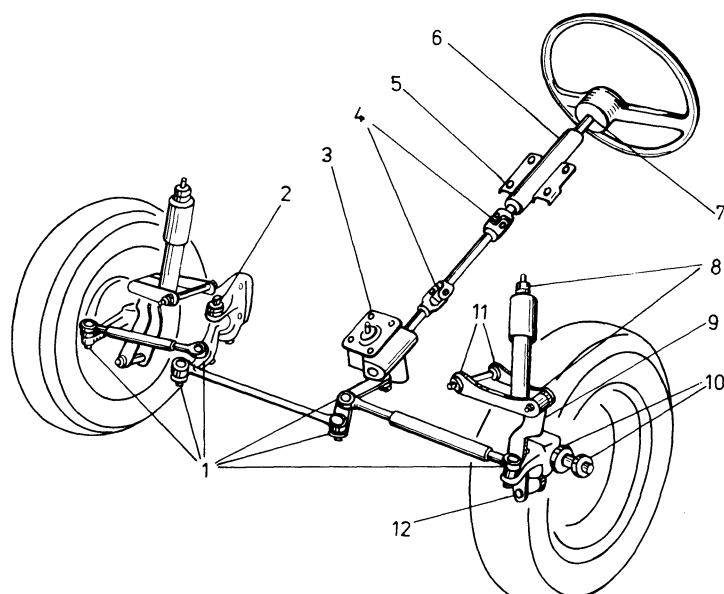
Sprawdzone koło wprawić w powolny ruch obrotowy, osłuchując piastę koła. Koło powinno obracać się bez oporów (opory występują w przypadku koła napędzanego) i nienaturalnych odgłosów (szumów i zgrzytów).

Występowanie tych zjawisk będzie świadczyło albo o uszkodzeniu łożysk kół, albo o ocieraniu szczęk hamulcowych (lub klocków) o bęben (lub o tarczę). W podobny sposób należy sprawdzić w zawieszeniu tylnym stan łożysk kół i elementy prowadzenia koła. Ich określenie wymaga znajomości budowy danego zawieszenia. Dokładniejsze zlokalizowanie luzów i miejsc uszkodzeń wymaga obserwacji elementów zawieszenia podczas poruszania kołem jezdny (do tego potrzebna jest pomoc drugiej osoby).

Innym sposobem sprawdzania jest podważanie połączeń zawieszenia metalową łyzką w celu wychwycenia luzów (rys. 17).

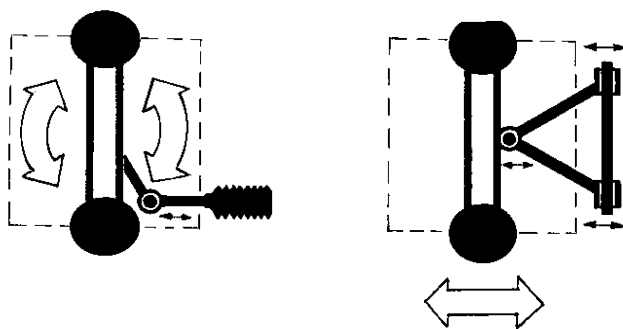


Rys. 17. Najprostszy sposób lokalizowania nadmiernych luzów zawieszenia [3 s. 78].



Rys. 18. Możliwe miejsca pojawienia się luzów: 1) przeguby kulowe drążków kierowniczych, 2) wsporniki z ramieniem pośrednim, 3) przekładnia kierownicza, 4) przeguby krzyżakowe wału kierownicy, 5) mocowanie kolumny, 6) kolumna z wałem kierownicy, 7) mocowanie kierownicy, 8) mocowanie amortyzatora, 9) zwrotnica koła, 10) łożyska kół, 11) łącznik wahacza, 12) mocowanie ucha resoru [7 s. 207].

Szybką kontrolę stanu technicznego elementów układu jezdnego i kierowniczego umożliwia detektor luzów nazywany również szarpakiem. Jest to urządzenie płytowe o napędzie elektrycznym, pneumatycznym lub hydraulicznym, które wykonując krótkie przemieszczenia i (lub) obroty w różnych kierunkach powoduje poziome ruchy koła i wszystkich elementów z nim związanych (rys. 19). Urządzenie jest zazwyczaj wyposażone w lampę ręczną, która może mieć przyciski do sterowania ruchami płyt. Urządzenie można montować w podłodze lub na podnośniku i daje się obsługiwać przez jedną osobę.



Rys. 19. Przykład detektora luzów w układzie jezdnym i układzie kierowniczym [7 s. 206].

Badanie amortyzatorów

Amortyzatory służą do wytlumienia drgań nadwozia i mas nieresorowanych samochodu. Drgania są powodowane uderzeniami kół o nierówności terenu, a ich wielkość decyduje nie tylko o zachowaniu się samochodu podczas jazdy, ale także wpływa na trwałość elementów sprężystych i opon.

Niesprawności amortyzatorów ujawniają się wyraźnie w czasie jazdy (por. tabl. 1, 2) i są odczuwane w różnych postaciach:

- zbyt powolnego wygasania drgań nadwozia po przejechaniu nierówności drogi,
- narastania drgań nadwozia podczas jazdy po następujących po sobie nierównościach drogi,
- niedostatecznej przyczepności kół do drogi,
- wydłużonej drogi hamowania.

O nieprawidłowym funkcjonowaniu amortyzatorów można się już przekonać podczas oględzin zewnętrznych samochodu, m.in. na podstawie wyglądu opon (por. tabl. 1, 2) oraz zachowania się nadwozia po jego rozkołysaniu.

Dokładniejsze rozpoznanie niesprawnego amortyzatora oraz ocenie stopnia jego zużycia jest możliwe dopiero na stanowisku kontrolnym. W diagnostyce warsztatowej powszechnie stosuje się badanie amortyzatorów w stanie zamontowanym w pojeździe z uwagi na łatwość i szybkość wykonania pomiarów. Metoda ta ustępuje dokładnością badaniu stanowiskowemu, jakie wykonuje się po wymontowaniu amortyzatora z samochodu, ponieważ m.in. nie eliminuje wpływu stanu zawieszenia kół na wynik oceny.

Istnieje wiele rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń do kontroli amortyzatorów. Ich działanie jest oparte na jednej z dwóch metod badawczych polegających na uzyskiwaniu drgań swobodnych lub wymuszonych.

Badanie amortyzatorów metodą drgań swobodnych

Jest to prosty i mniej kosztowny sposób badania amortyzatorów, polegający na spowodowaniu ruchu nadwozia i obserwacji jego zanikających drgań. Jedną z metod polega na spuszczeniu samochodu z pewnej wysokości na koła. Czujnik wahań przymocowany do błotnika przekazuje amplitudy powstających drgań swobodnych nadwozia do urządzenia rejestrującego. Stąd otrzymuje się wykres drgań tłumionych przez amortyzator.

Drugą metodą, opisaną poniżej, polega na krótkim i silnym naciśnięciu błotnika nad badanym amortyzatorem. Czujnik ultradźwiękowy przymocowany do błotnika odbiera sygnały odbite od ziemi lub od nadajnika sygnałów umieszczonego na ziemi i przekazuje je do opracowania przez mikroprocesor.

Inny jeszcze sposób sprawdzania amortyzatorów metodą drgań swobodnych wykonywany jest na urządzeniu płytowym do badania hamulców oraz zawieszenia. Zdolność tłumienia poszczególnych amortyzatorów jest badana po pełnym wyhamowaniu: samochodu na stanowisku, gdy następuje ich maksymalne ugięcie jako reakcja od sił hamowania, a następnie zanikanie ugięć, aż do osiągnięcia stanu równowagi.

Potrzebne przyrządy i narzędzia

– tester amortyzatorów (rys. 20).

Wykonanie pomiaru:

- ustawić samochód na płaskim podłożu,
- koła przednie muszą być ustawione w położeniu do jazdy na wprost hamulec awaryjny nie może być zaciągnięty, nie może być również włączony żaden bieg,
- umocować przyssawkami tester do błotnika nad przednim kołem,
- nacisnąć krótko i silnie na błotnik,
- przestawić tester nad następne koła, idąc przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

W sumie należy wykonać cztery pomiary, jednak dla uzyskania pewności wyników zaleca się powtórzenie pomiarów.

Ocena wyników

Wyniki pomiarów są wyświetlane na monitorze testera w postaci wykresu oscylacji zawieszenia. Można wywołać wykres dla jednego koła, nałożonych wykresów dla jednej osi lub wykresu różnicowego. Tester jest wyposażony w drukarkę termiczną (bez taśmy barwiącej), na której są drukowane dodatkowe informacje dla klienta. Kryterium oceny stanu technicznego amortyzatora to liczba i amplituda drgań. O zakwalifikowaniu amortyzatora informuje napis przy wykresie („good” lub „bad”).



Rys. 20. Przenośny tester amortyzatorów [7 s. 212].

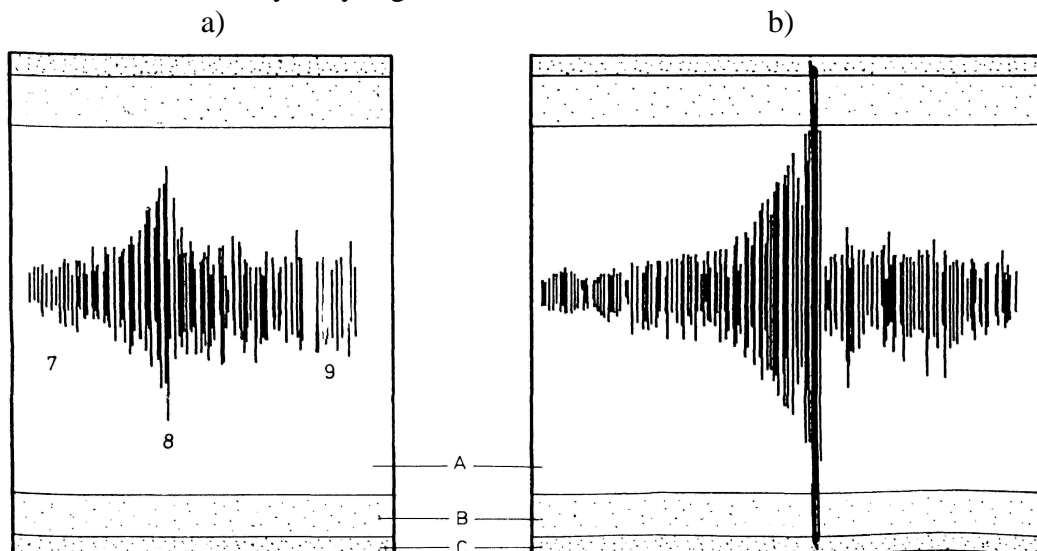
Czujnik testera jest niewrażliwy na zmiany temperatury i wilgotności. Może mierzyć drgania o amplitudach od metrowych do milimetrowych z dokładnością 1/6 mm.

Badanie amortyzatorów metodą drgań wymuszonych

Metoda ta polega na wymuszeniu drgań badanego koła i jego zawieszenia powyżej częstotliwości rezonansowej. Po usunięciu siły wymuszającej poczyną się zanikanie drgań tłumionych pracą amortyzatora, elementem zawieszenia i elastycznością opony. W miarę obniżania się częstotliwości drgań pojawia się w pewnym momencie rezonans, którego amplituda wielkością charakteryzującą stan amortyzatora. Sposób oceny jak tłumienia drgań zależy od konstrukcji urządzenia kontrolnego.

Powszechnie zastosowanie w stacjach obsługi samochodów znalazły urządzenia badające amortyzatory metodą drgań wymuszonych, które działają na podstawie analizy drgań w funkcji czasu, lub analizy nacisku koła na podłoże.

Protokół badania zawiera wykresy drgań.



Rys. 21. Schemat działania urządzenia do badania amortyzatorów oraz wykresy uzyskiwane podczas badania (a, b):

1) pulpit sterowniczy, 2) silnik elektryczny, napędu, 3) sprężyna, 4) ramię drgające, 5) płyta najazdowa, 6) czujnik ultradźwiękowy, 7) przedział wysokiej częstotliwości wzbudzenia 8–15 Hz, 8) przedział rezonansu, (6–8 Hz), 9) przedział niskiej częstotliwości, zanikanie procesu drgania osi.

A) strefa bezpieczna maksymalnej amplituda drgań (zielona), B) strefa ryzyka (żółta), C) strefa niebezpieczna (czerwona), a) diagram dla samochodu z amortyzatorami sprawnymi, b) diagram dla samochodu z amortyzatorami niesprawnymi [7, s. 213].

W urządzeniu badającym amortyzatory metodą EUSAMA płyta najazdowa (rys. 22) wprawiana przez silnik elektryczny (2) i mimośród w ruch drga z częstotliwością ok. 15 Hz, która jest wyższa od częstotliwości rezonansowej zawieszenia, wynoszącej ok. 6–8 Hz. Po wymuszeniu drgań koła zawieszenia i amortyzatora silnik elektryczny zostaje wyłączony i następuje wytlumienie drgań. Przebieg drgań jest rejestrowany przez czujnik ultradźwiękowy (6), przetworzony elektronicznie i przedstawiony na wskaźniku LCD. Stan techniczny amortyzatora określa się przez porównanie otrzymanych wyników z charakterystykami wzorcowymi dla danego pojazdu zapamiętanymi w komputerze.

Urządzenia analizujące nacisk koła na płytę pomiarową występują albo jako testery wibracyjne o zmiennej amplitudzie drgań, albo jako testery wibracyjne o stałej amplitudzie drgań.

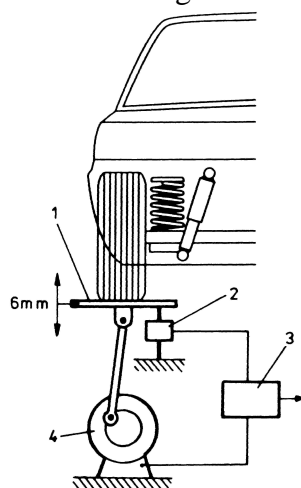
W pierwszym przypadku wyniki badania muszą być odnoszone do bazy danych w celach porównawczych.

W drugim przypadku urządzenie wymusza drgania koła z częstotliwością od 0 do 25 Hz i mierzy stosunek nacisku dynamicznego do nacisku statycznego koła.

Stosunek ten zmienia się w funkcji częstotliwości drgań osiągając minimum przy częstotliwości rezonansowej zawieszenia (12–16 Hz). Do oceny stanu amortyzatorów (a także całego zawieszenia) wystarcza odniesienie wyników pomiaru do tabeli wymagań ustalonej przez EUSAMA (Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów).

Potrzebne przyrządy i narzędzia

- urządzenie do badania amortyzatorów według testu EUSAMA.



Rys. 22. Schemat urządzenia do badania amortyzatorów metodą EUSAMA: 1) płyta najazdowa, 2) tensometryczny układ pomiarowy, 3) układ elektroniczny, 4) silnik elektryczny [7, s. 213].

Wykonanie pomiaru

- Wyregulować ciśnienie w oponach do nominalnego z dokładnością $\pm 5\%$. Ciśnienie w oponach wpływa na przyczepność kół do jezdni i tym samym na wynik pomiaru. Zbyt wysokie ciśnienie spowoduje uzyskanie gorszych wyników. Samochód podczas badania nie powinien być obciążony; dopuszcza się jednak obecność w nim kierowcy.
- Wjechać przednimi kołami na płyty najazdowe, które zostaną automatycznie włączone i wprawione w drgania o częstotliwości 25 Hz i skoku 6 mm. Płyty po wymuszeniu drgań kół są automatycznie wyłączane.
- Odczytać na wskaźniku cyfrowym wynik badania dla obu amortyzatorów. Wynik jest również zapisywany przez drukarkę.
- Powtórzyć badania dla zawieszenia tylnego.

Ocena wyniku

Urządzenie nie mierzy maksymalnych i minimalnych wartości amplitudy drgań kół (jak odbywa się to w urządzeniu z rys. 21), lecz podaje wynik w wartościach bezwzględnych.

Powstaje on z porównania zmierzonego najmniejszego nacisku drgających kół z ich statycznym naciskiem na płytę.

Metoda EUSAMA ocenia skuteczność tłumienia amortyzatorów według czterostopniowej skali:

- 0–20% – zła skuteczność,
- 21–40% – dostateczna,
- 41–60% – dobra,
- ponad 61% – doskonała.

Kryteria oceny są jednakowe dla wszystkich pojazdów z wyjątkiem lekkich samochodów z napędem na przednią oś, dla których jest konieczne obniżenie wymagań dla amortyzatorów tylnych. Różnica między stroną lewą i prawą nie powinna przekraczać 20% pomiędzy wartościami EUSAMA.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie usterki występują najczęściej w układzie jezdnym?
2. Co jest przyczyną usterek w układzie jezdnym?
3. Wymień sposoby sprawdzenia układu jezdnego?
4. Do czego służy detektor luzów?
5. W jaki sposób sprawdzamy amortyzatory?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż punkty w układzie nośnym, w których może powstawać luz między współpracującymi elementami.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeanalizować instrukcje, poznać przyrządy i wyposażenie stanowiska,
- 2) wymienić punkty połączeń w układzie nośnym, w których może powstawać luz,
- 3) odnotować w zeszycie,
- 4) zaprezentować przebieg ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny,
- instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 2

Sprawdź układ nośny metodą bezprzyrządową.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeczytać instrukcje przyrządów,
- 3) dokonać sprawdzenia układu nośnego bez użycia przyrządów,
- 4) wyniki odnotuj w zeszytcie ćwiczeniowym,
- 5) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny,
- podnośnik stanowiskowy,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i przyrządów,
- narzędzia i przyrządy pomiarowe,
- przybory do pisania, zeszyt ćwiczeń.
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 3

Określ stan sprawności układu nośnego.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje stanowiskowe,
- 3) poznać przyrządy i wyposażenie stanowiska,
- 4) sprawdzić sprawność układu nośnego,
- 5) wyniki odnotować w zeszytcie,
- 6) zaprezentować przebieg ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i przyrządów,
- instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy,
- model układu nośnego lub pojazd ćwiczebny
- podnośnik stanowiskowy,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) przygotować stanowisko pracy do obsługi i sprawdzenia układu nośnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) przeprowadzić organoleptyczną kontrolę układu nośnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) sporządzić wykaz: urządzeń, maszyn, narzędzi, materiałów i sprzętu kontrolno-pomiarowego do wykonania obsługi i sprawdzenia układu nośnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) sprawdzić i zinterpretować wynik pomiaru luzu w układzie nośnym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić elementy które należy wymienić, aby układ powrócił do stanu sprawności?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Naprawy elementów układu nośnego

4.3.1. Materiał nauczania

Stan techniczny układu nośnego ma pierwszorzędny wpływ na bezpieczeństwo jazdy. Uszkodzone elementy sprężyste nie przejmują odpowiednio sił działających na pojazd i w wyniku tego są one przenoszone na ramę i nadwozie, powodując ich odkształcenia. Zły stan łączników zakłóca geometryczną stabilność ruchu pojazdu oraz powoduje hałaśliwą pracę zawiesznień. Niesprawne amortyzatory są przyczyną drgań rezonansowych lub kołysań pojazdu na nierównościach drogi i okresowego odrywania się kół od nawierzchni.

Każde obowiązkowe badanie techniczne obejmuje dokładną kontrolę elementów zawieszenia. W przypadku stwierdzenia niesprawności bezwzględnie należy dokonać naprawy, której technologia zależy od konstrukcji pojazdu.

Przyczyny i objawy niesprawności zawiesznień

Nieprawidłowy stan techniczny zawiesznień jest zazwyczaj wynikiem zużycia eksploatacyjnego, szczególnie w złych warunkach drogowych. Innymi, często występującymi przyczynami są: zaniedbania czynności obsługowych i regulacyjnych, a także odkształcenia spowodowane przez kolizje i wypadki drogowe. Zdecydowanie rzadziej występują przypadki wad fabrycznych i błędów naprawczych.

Skutkiem zużycia eksploatacyjnego może być:

- niewłaściwa sztywność lub trwałe odkształcenie elementów sprężystych,
- nadmierne luzy w połączeniach ruchomych,
- zmniejszenie skuteczności tłumiącego działania amortyzatorów.

Wystąpienie powyższych niedomagań objawia się drganiami pojazdu, stukami i uderzeniami w podwoziu, szczególnie odczuwalnymi podczas jazdy po nierównej nawierzchni. Mogą również wystąpić trwałe zmiany poziomego położenia nadwozia lub obniżenie prześwitu podwozia. Objawem pośrednim jest zwykle częściowa utrata stabilności ruchu, szczególnie przy ruszaniu i hamowaniu oraz podczas pokonywania zakrętów, a także przyspieszone i nierównomierne zużycie ogumienia.

Diagnozowanie stanu technicznego zawieszenia realizuje się bezprzewodową metodą kontroli wzrokowo-manualnej lub przy pomocy specjalnych urządzeń, zwanych szarpakami.

Metoda bezprzewodowa polega na:

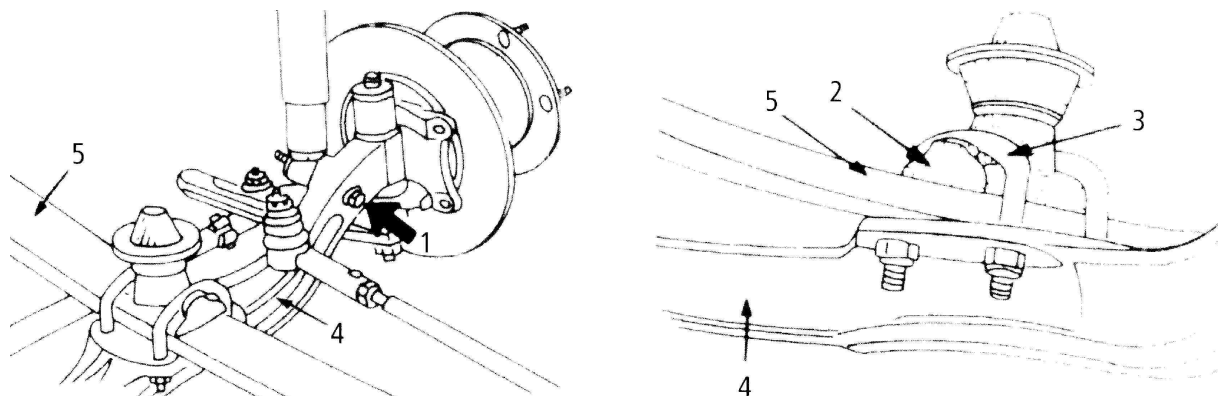
- uważnej obserwacji położenia nie obciążonego pojazdu ustawionego na płaskiej, poziomej nawierzchni,
- kołysaniu kolejno przednią i tylną częścią nadwozia dla sprawdzenia sprawności tłumienia drgań rezonansowych,
- wymuszaniu poprzecznych (w poziomie i pionie) ruchów poszczególnych kół pojazdu uniesionego na podnośniku dla wykrycia ewentualnych luzów w połączeniach zawiesznień.

Demontaż zawiesznień

Najprostsze w demontażu i powtórny montażu (przeprowadzanym w odwrotnej kolejności) są zawieszzenia ze sztywnymi osiami lub mostami napędowymi i wzdłużnymi resorami piórowymi. Ich całkowita rozbiórka polega na:

1. odłączeniu amortyzatorów (każdy ma na końcach dwa pojedyncze połączenia śrubowe, przytwierdzające go do nadwozia i osi),
2. uniesieniu rozbieranej części pojazdu (przód i tył) na podnośniku aż do całkowitego odprężenia resorów,
3. odłączeniu osi od resorów przez odkręcenie nakrętek obejm (strzemion),

4. odłączeniu resorów od nadwozia (ramy) pojazdu przez odkręcenie nakrętek i wyciśnięcie sworzni przechodzących przez ucha resorów (tylny koniec resoru mocowany jest przeważnie przy pomocy wieszaka z dwoma sworzniami poprzecznymi, rzadziej przy pomocy ślizgacza przykręconego śrubami do nadwozia lub ramy i nie wymagającego na ogół demontażu dla wyjęcia resoru,
5. rozbiórce resoru na poszczególne pióra przez odkręcenie centralnej śruby łączącej -po ściśnięciu całego pakietu w imadle lub specjalnym zacisku,
6. wyciśnięciu z uch resoru i wieszaka gumowych lub metalowo-gumowych tulejek łożyskujących (odłączenie drążków układu kierowniczego, a także przewodów i cięgien hamulcowych nie jest przy takich zawieszeniach konieczne, jeśli sztywna oś lub most napędowy nie podlegają naprawie wymagającej ich całkowitego oddzielenia od pojazdu).



Rys. 23. Demontaż zawieszenia zależnego z resorami wzdłużnymi: 1) zamocowanie amortyzatora, 2) płyta dociskowa ze zintegrowanym odbojnikiem, 3) obejmy, 4) belka osi, 5) resor [4, s. 25].

Zawieszenia niezależne w samochodach starszej konstrukcji stanowią układ wahaczy (poprzecznych, wzdłużnych lub skośnych) współpracujących z elementami resorującymi w postaci poprzecznych resorów piórowych lub sprężyn śrubowych.

Rozbiórka tego rodzaju zawieszzeń polega na:

1. wymontowaniu amortyzatora lub amortyzatorów (przy zawieszeniach z resorem poprzecznym),
2. odłączeniu przewodów i cięgien hamulcowych,
3. wymontowaniu z pojazdu drążka stabilizatora poprzecznego po odłączeniu jego końcówek od wahaczy i obejm mocujących część środkową od nadwozia lub ramy,
4. odłączeniu (przy kołach przednich) drążków układu kierowniczego od zwrotnic przez odkręcenie nakrętek i wyciśnięcie z otworów stożkowych końcówek przegubów kulistych,
5. odłączeniu od wahacza i nadwozia (ramy) elementu resorującego po jego zablokowaniu przy pomocy specjalnego przyrządu, służącego zarazem do późniejszego łagodnego odprężenia sprężyny i jej wstępnego napięcia przed powtórny montaż (wyjęcie resoru poprzecznego wymaga odłączenia jego uch od zwrotnic i części środkowej od nadwozia lub ramy pojazdu, wyjęcie sprężyny śrubowej musi być poprzedzone zdemontowaniem jednego lub obydwu łożyskowań dolnego wahacza albo odłączeniem od niego osobno przykręconej półki oporowej),
6. zdemontowaniu sworzni łączących wahacze poprzeczne ze zwrotnicą lub częścią mocującą piastę tylnego koła (tylne wahacze wzdłużne lub skośne łączone są z mocowaniami piast kół przez spoczynkowe połączenia wielośrubowe),
7. odłączeniu wahacza od nadwozia lub ramy pojazdu (wahacze poprzeczne mocowane są zwykle dwiema śrubami przechodzącymi przez poprzeczne otwory w sworzniu, wahacze wzdłużne i skośne mocowane są krótkimi sworzniami w uchach przykręconych kilkoma śrubami do ramy lub nadwozia),

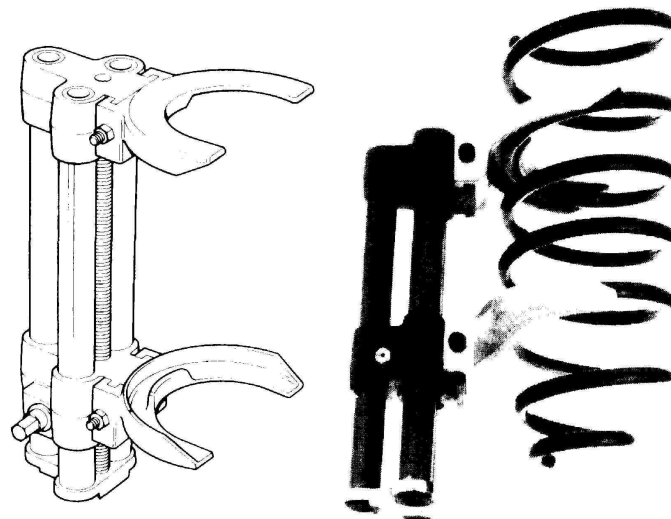
8. wyciśnięciu ze zdemontowanych elementów metalowych lub metalowo-gumowych tulejek łożyskujących.

Przy demontażu zawieszń tego rodzaju ważne jest zwrócenie uwagi na elementy pośrednie, znajdujące się pomiędzy wewnętrznymi sworzniami wahaczy poprzecznych a ramą, belką przedniego zawieszenia lub nadwoziem (podkładki, tuleje itp.), a także na ustawienie uchwytów wahaczy wzdluznych lub skośnych względem śrub mocujących je przez podłużnie wycięte otwory) do ramy lub nadwozia, ponieważ służą one do regulacji geometrii zawieszenia. Należy zmierzyć grubość podkładek dla zachowania jej przy ponownym montażu, natomiast wyjściowe położenia śrub mocujących najlepiej zaznaczyć rysikiem na uchwytach.

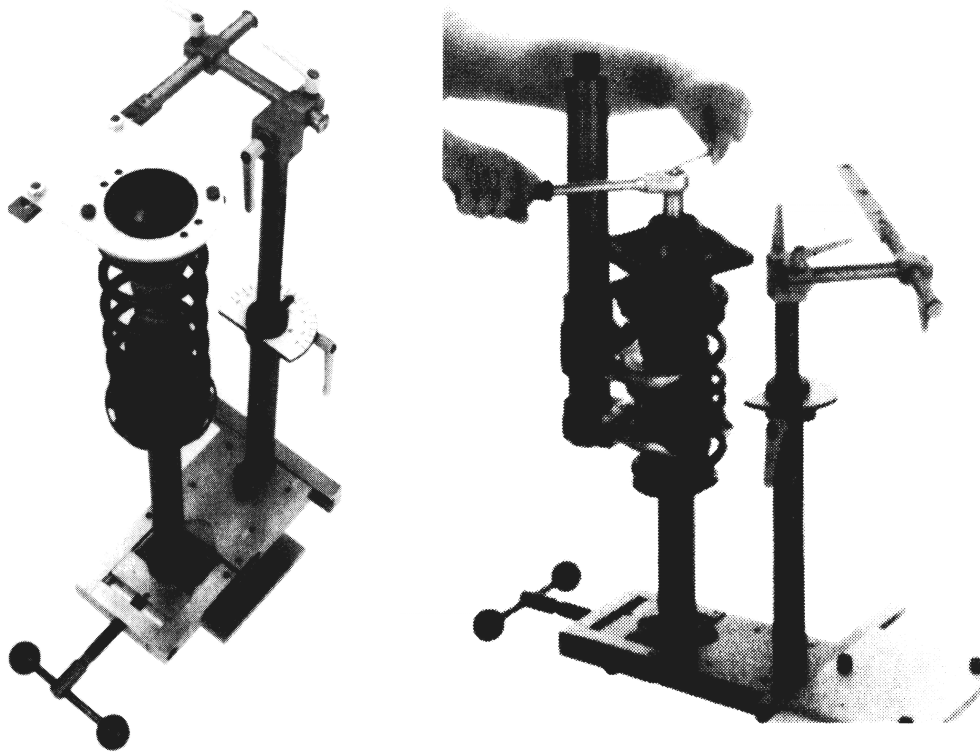
W większości spotykanych konstrukcji samochodów zawieszenie przednie ze sprężynami śrubowymi i wahaczami poprzecznymi daje się wymontować z pojazdu w stanie kompletnym wraz z poprzeczną belką mocowaną śrubami do ramy lub nadwozia po uprzednim odłączeniu stabilizatora, przewodów hamulcowych i drążków układu kierowniczego. Na podobnej zasadzie demontowane są tylne osie zespolone, stosowane obecnie coraz powszechniej w samochodach osobowych.

Całkowity demontaż kolumn typu McPherson wymaga wykonania takich czynności, jak:

1. zdjęcie koła, odłączenie przewodów i cięgien hamulcowych (przy hamulcach tarczowych wraz z zaciskiem, a przy niektórych bębnowych wraz z płytą mocującą szczęki, cylinderki i sprężyny, przez co unika się rozłączenia elementów układu hamulcowego i późniejszego odpowietrzania hamulców),
2. wymontowanie półosi napędowych przez odbezpieczenie i odkręcenia nakrętki mocującej końcówkę przegubu napędowego do piasty koła, a następnie wysunięcie półosi krótkiej z jej wielowypustowego gniazda w piaście,
3. odłączenie zwrotnicy od wahacza przez odkręcenie nakrętki i wyciśnięcie z otworu stożkowej końcówki sworznia kulistego,
4. odłączenie od zwrotnicy od poprzecznego drążka układu kierowniczego przez odkręcenie nakrętki i wyciśnięcie z otworu stożkowej końcówki sworznia kulistego,
5. odłączenie zwrotnicy od końcówek stabilizatora (przez odkręcenie nakrętek i usunięcie stożkowych tulejek gumowych,



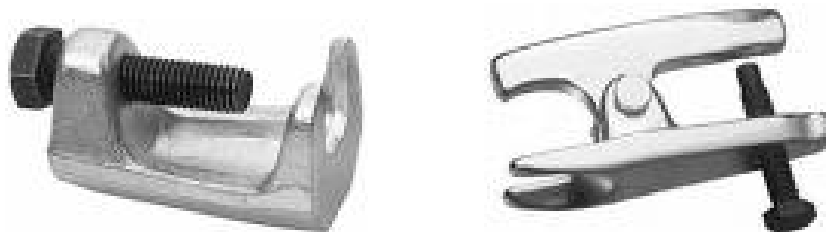
Rys. 24. Napinacz widelkowy do sprężyn śrubowych po lewej, po prawej konstrukcja [4, s. 90].



Rys. 25. Przyrząd do montażu, demontażu i regulacji kolumn McPersona – po lewej stronie, sposób jego użycia – po prawej stronie [4, s. 90].

6. odkręcenie śrubowych połączeń górnego mocowania kolumny do nadwozia,
7. odłączenie dolnego zamocowania amortyzatora od zwrotnicy,
8. zdjęcie (przy użyciu specjalnego przyrządu ściskającego) sprężyny śrubowej z amortyzatora (rys. 24, 25),
9. odłączenie wahacza od nadwozia,
10. odłączenie stabilizatora od poprzecznej belki nadwozia,
11. wyciśnięcie ze zdemontowanych elementów gumowych lub metalowo-gumowych tulejek łożyskujących.

Niezależnie od rodzaju zawieszenia przy demontażu przegubów kulistych łączących wahacze ze zwrotnicą lub zwrotnicę z drążkiem układu kierowniczego należy stosować specjalne przyrządy mechaniczne (śrubowe lub dźwigniowe) albo hydrauliczne do wyciskania stożkowych końcówek z otworów.



Rys. 26. Ściągacze sworzni kulistych [4, str. 62].

Sprawdzenie i naprawa elementów zawieszń

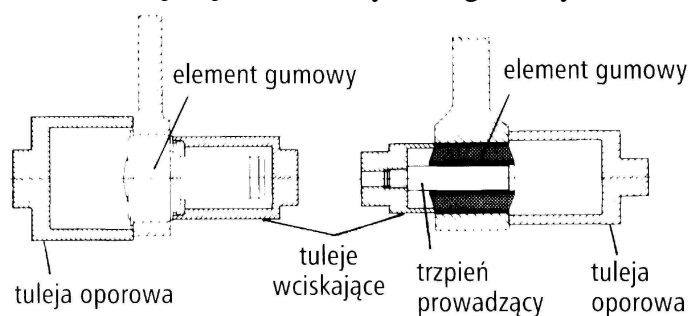
Resory piórowe półeliptyczne i paraboliczne w przypadku stwierdzenia niewłaściwej sprężystości wymienia się na nowe. Badanie sprężystości polega sprawdzaniu strzałki ugięcia pod działaniem określonej siły obciążającej. Pęknięte pióra, obejmy i śruby centralne podlegają wymianie. W resorach mocowanych jednostronnie, posiadających drugi koniec

osadzony ślizgowo, należy skontrolować stan powierzchni ślizgowych. Zużyte tuleje metalowo-gumowe bezwzględnie należy wymienić na nowe. Resory półeliptyczne (wielopiórowe) wymagają indywidualnego sprawdzenia poszczególnych piór po demontażu resoru przy użyciu specjalnego przyrządu ściskającego pióra podczas odkręcania śruby centralnej. Pióra o zbyt dużej strzałce ugięcia lub silnym zużyciu na skutek tarcia wymienia się albo poddaje regeneracji w specjalistycznym zakładzie kowalskim (regeneracja polega na przywracaniu sprężystości pióra oraz gładkości i twardości jego powierzchni ciernych przez powierzchniową obróbkę plastyczną i ciepłą).

W sprężynach śrubowych podobnie jak w resorach piórowych, sprawdza się strzałkę ugięcia. W przypadku stwierdzenia utraty sprężystości wymienia się je na nowe. Tak samo postępuje się w przypadku wykrycia pęknięć zwoju. Większość producentów pojazdów zaleca przy stwierdzeniu uszkodzenia sprężyny kwalifikującego ją do wymiany, wymienić jednocześnie drugą sprężynę tej samej osi. Sprężyny śrubowe nie podlegają regeneracji.

Drążki skrętne i stabilizatory o zmniejszonej sprężystości oraz uszkodzone mechanicznie nie podlegają naprawie. Należy je wymienić, podobnie jak wszystkie elementy gumowe – w przypadku stwierdzenia pęknięć lub zestarzenia się gumy, a także rozwarstwienia się połączeń wulkanizowanych.

Tuleje metalowo-gumowe należy demontować, a zwłaszcza montować przy pomocy specjalnych przyrządów lub pras z odpowiednio ukształtowanymi nakładkami. Ważne jest bowiem, by podczas wciskania lub wyciskania tulejki z otworu nacisk wywierany był wyłącznie na jej zewnętrzną metalową osłonę, co zapobiega uszkodzeniu całego elementu, polegającemu na odwarstwieniu się części metalowych od gumowych.



Rys. 27. Ściągacz trzpieniowy do montażu i demontażu tulei metalowo-gumowych stosowanych w łożyskowaniu wahaczy [3. s. 26].

Wahacze po zdemontowaniu poddaje się weryfikacji polegającej na pomiarze usytuowania osi otworów. Jediną dopuszczalną metodą ich naprawy jest prostowanie na zimno, przy większych odkształceniach wymienia się je na nowe. Niedopuszczalne jest spawanie wahaczy i prostowanie ich na gorąco ze względu na nieuchronną w takich przypadkach zmianę własności fizycznych materiału.

Drążki reakcyjne stosowane w zawieszeniach ze sztywnymi osiami lub mostami napędowymi i resorami poprzecznymi lub sprężynami śrubowymi nie ulegają na ogół eksploatacyjnemu zużyciu z wyjątkiem ich połączeń przegubowych, które w takich przypadkach należy wymienić na nowe.

Amortyzatory podczas napraw zawieszonych traktuje się jak części nierozbieralne. Ich naprawa i regeneracja może się odbywać wyłącznie w zakładach specjalistycznych. Wymianę amortyzatorów zaleca się przeprowadzać parami w obrębie jednej osi, co pozwala uniknąć nierównomierności tłumienia po obu stronach pojazdu.

Naprawa zawiesznień niekonwencjonalnych

Do tej grupy zaliczają się głównie, zawieszenia hydropneumatyczne, stosowane w niektórych modelach samochodów osobowych.

Obsługa zawieszenia tego typu polega na okresowej wymianie płynu hydraulicznego, czyszczeniu filtrów zbiornika oraz sprawdzeniu ciśnień w poszczególnych obwodach układu. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości naprawa polega na wymianie kompletnych elementów, np. pompy wysokociśnieniowej, kulistych zbiorników resorujących, zaworów sterujących itp. Oprócz hydraulicznych elementów sprężystych uszkodzeniom i zużyciu ulegają w tych zawieszeniach elementy mechaniczne, takie jak: wahacze, stabilizatory, połączenia przegubowe itp., które naprawia się analogicznie do napraw w zawieszeniach klasycznych.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakich przyrządów używamy do demontażu elementów zawieszenia?
2. Czym podczas jazdy objawiają się niedomagania układu nośnego?
3. Które elementy układu nośnego wymieniamy na nowe – nie podlegają naprawie, regeneracji?
4. Za pomocą, jakiego przyrządu zdejmujemy przeguby kuliste?
5. Jak nazywa się przyrząd do ściskania sprężyn?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień drążek stabilizacyjny i jego połączenia przegubowe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje stanowiskowe,
- 3) wykonać demontaż drążka stabilizacyjnego i jego połączeń przegubowych,
- 4) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy,
- 5) zapisać w zeszycie ćwiczeń sposób wymiany i swoje wnioski,
- 6) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub pojazd ćwiczebny,
- instrukcja stanowiskowa,
- zestaw narzędzi monterskich,
- przyrządy pomiarowe,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wymień sworzeń kulisty i tuleje metalowo-gumowe wahacza.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje stanowiskowe,
- 3) dobrać odpowiednie narzędzia,

- 4) zdemontować sworzeń kulisty wahacza oraz tuleje metalowo-gumowe,
- 5) zapisać w zeszycie ćwiczeń swoje wnioski,
- 6) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub pojazd ćwiczebny,
- ściągacze sworzni kulistych oraz przyrządy do demontażu tulei metalowo-gumowych,
- instrukcja stanowiskowa,
- zestaw narzędzi monterskich,
- przyrządy pomiarowe,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Wymień amortyzatory.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia,
- 3) zdemontować amortyzatory,
- 4) zamontować amortyzatory,
- 5) zapisać w zeszycie ćwiczeń swoje wnioski,
- 6) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub pojazd ćwiczebny,
- nowe amortyzatory,
- instrukcja stanowiskowa,
- zestaw narzędzi monterskich,
- przyrządy pomiarowe,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sprawdzić układ nośny metodą bezprzyrządową? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wymienić drążek stabilizacyjny? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) dokonać wymiany sworzni kulistego wahacza? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) dokonać wymiany poszczególnych elementów układu nośnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) wymienić amortyzatory? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.4. Geometria ustawienia kół

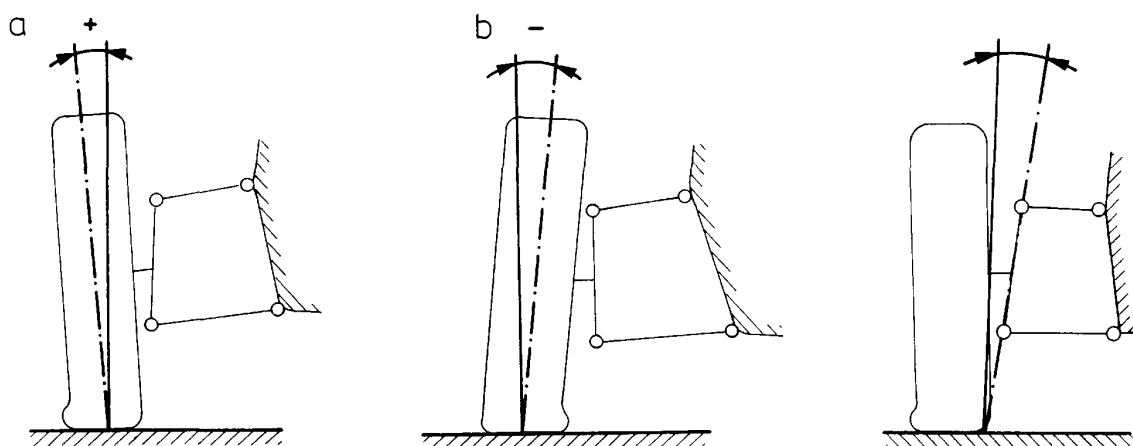
4.4.1. Materiał nauczania

Kierowność i stabilność samochodu podczas jazdy są uwarunkowane prawidłowością ustawienia geometrii kół. Ustawienie kół ma więc decydujące znaczenie dla bezpośredniej eksploatacji samochodu, co narzuca konieczność wykonywania jej pomiaru w następujących przypadkach:

- okresowej obsługi technicznej zalecanej przez producenta,
- zmiany zachowania się pojazdu w czasie jazdy (por. tabl. 1),
- nadmiernego zużywania się opon (por. tabl. 2),
- uszkodzeń powypadkowych płyty podłogowej nadwozia lub mechanizmu jezdnego,
- wykonania naprawy, która mogła spowodować zmiany parametrów ustawienia kół lub osi.

Kompleksowa kontrola mechanizmu kierowania obejmuje następujący zespół czynności:

- sprawdzenie luzów w układzie jezdnym i kierowniczym,
- sprawdzenie bicia kół,
- pomiar pochylenia kół przednich, a także kół tylnych, jeśli jest prowadzone na zawieszeniu niezależnym,
- pomiar pochylenia sworznia zwrotnicy,
- pomiar wyprzedzenia sworznia zwrotnicy,
- pomiar zbieżności kół przednich, a w niektórych przypadkach kół tylnych,
- pomiar skrętu kół przednich,
- pomiar równoległości osi jezdnych pojazdu oraz śladowości.



Rys. 28. Pochylenie koła: a) dodatnie, b) ujemne [9. str. 238].

Rys. 29. Pochylenie sworznic [9. str. 238].

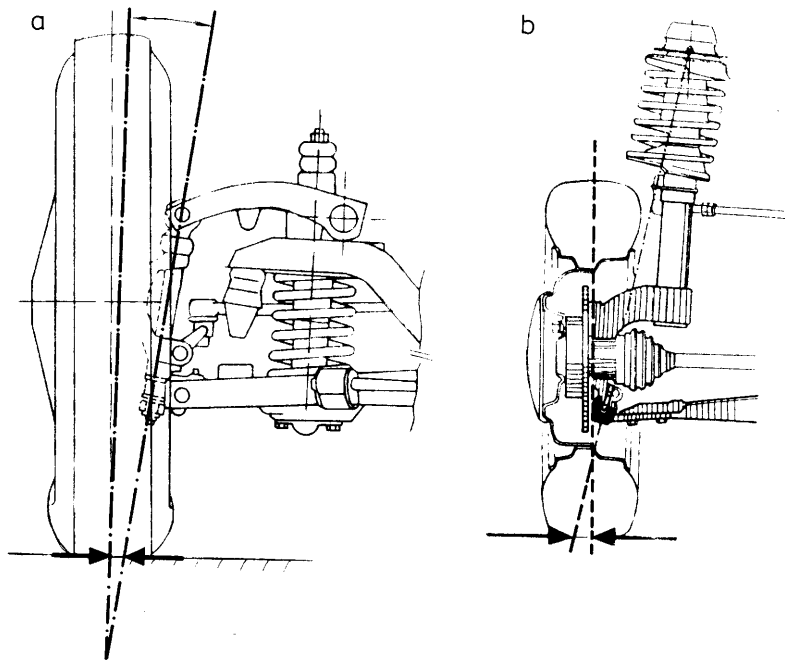
W przypadku połączenia pomiarów z jednoczesną regulacją geometrii zaleca się, aby: z uwagi na istniejące zależności pomiędzy kątami ustawienia kół (zmiana pochylenia koła powoduje zmianę zbieżności oraz pochylenia sworznia zwrotnicy) była zachowana następująca kolejność prac:

- pomiar i ewentualna regulacja kąta wyprzedzenia sworznia zwrotnicy,
- pomiar i ewentualna regulacja kąta pochylenia koła,
- pomiar kąta pochylenia sworznia zwrotnicy,
- pomiar i ewentualna regulacja zbieżności.

Pochylenie koła jest kątem, jaki płaszczyzna koła stojącego w pozycji nieskręconej tworzy z płaszczyzną równoległą do kierunku jazdy i zarazem prostopadłą do podłoża (rys. 28). Przy pochyleniu dodatnim górna krawędź koła jest odchylona na zewnątrz (rys. 28 a), przy pochyleniu ujemnym — do wewnątrz (rys. 28 b). Tylne koła zawieszane na osi sztywnej mają najczęściej pochylenie równie 0° , tzn. stoją prostopadle do płaszczyzny jezdni. Jeżeli są prowadzone na wahaczach mają zwykle niewielkie pochylenie ujemne. Kąt pochylenia kół przednich ułatwia kierowanie samochodem powodując zmniejszenie siły potrzebnej do skręcenia kół. Zmniejsza również obciążenie zewnętrznego łożyska koła i nakrętki mocującej tarczę koła na czopie. Ogranicza tendencję do drgań samowzbudnych kół przednich.

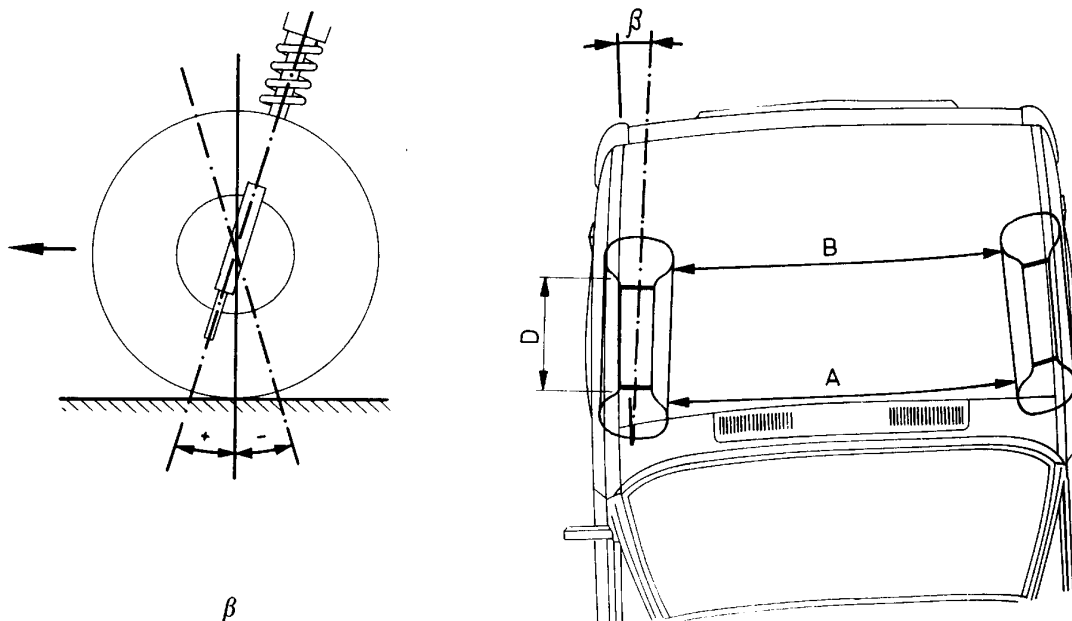
Pochylenie sworznia zwrotnicy jest kątem odchylenia bocznego osi sworznia od prostej prostopadłej do płaszczyzny jezdni (rys. 30). W kołach prowadzonych na zawieszeniu Mc Phersona pochylenie sworznia zwrotnicy odpowiada wychyleniu od prostej prostopadłej do płaszczyzny jezdni, prostej przeprowadzonej przez sworzeń kulowy wahacza i górne łożysko amortyzatora (rys. 30 b). Osie pochylenia koła i sworznia zwrotnicy, rzutowane na płaszczyznę jezdni, tworzą dźwignię o małym ramieniu, nazywaną promieniem zataczania.

Jeżeli osie te przecinają się powyżej płaszczyzny jezdni, mówimy o negatywnym promieniu zataczania (patrz rys. 30 b). Pochylenie sworznia zwrotnicy łącznie z promieniem zataczania powoduje występowanie momentu stabilizacyjnego, który jest konieczny, aby koła utrzymywały prostoliniowy kierunek ruchu oraz po skręcie powracały samoczynnie do położenia jazdy na wprost.



Rys. 31. Pochylenie sworznia zwrotnicy z pozytywnym (a) i negatywnym (b) promieniem zataczania [9. str. 238].

Wyprzedzenie sworznia zwrotnicy jest to kąt odchylenia do tyłu prostej, przeprowadzonej przez sworzeń zwrotnicy, odmierzany od osi koła prostopadłej do płaszczyzny jezdni (rys. 32 a). Takie ustawienie sworznia zwrotnicy powoduje, że koła osi nienapędowej są wleczone, a nie pchane i po wyjściu z zakrętu samoczynnie powracają do pozycji jazdy na wprost. Siła, która powoduje samoczynne ustawianie się kół na wprost, jest wywoływana w jednakowym stopniu działaniem kąta wyprzedzenia, jak i pochylenia sworznia zwrotnicy.



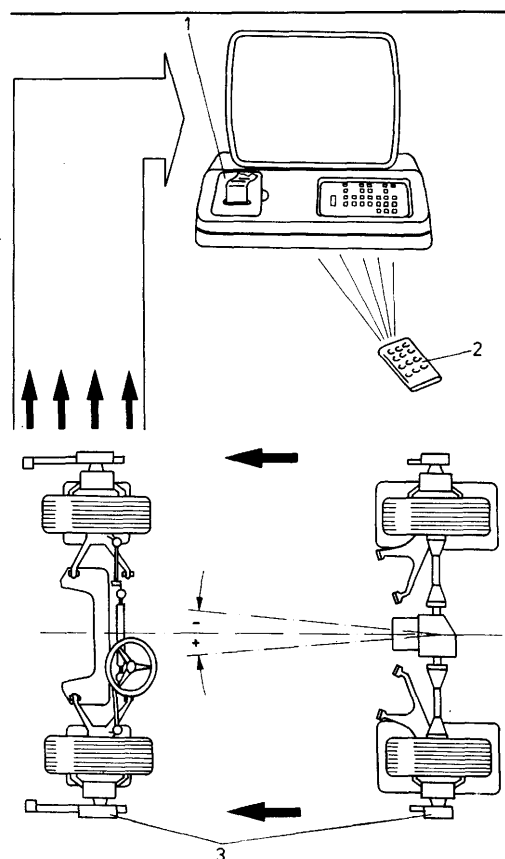
Rys. 32. a) wyprzedzenie sworznia zwrotnicy, b) zbieżność kół przednich (A-B – miara liniowa, D – średnica tarczy koła, β – miara kątowa) [9. str. 240].

Zbieżność kół jest różnicą odległości pomiędzy krawędziami tarcz kół, ustawionych symetrycznie do osi podłużnej pojazdu, mierzonych w przodzie i tyle tarcz, na wysokości osi kół (rys. 31 b). Różnica ta (A-B) może przyjmować wartości dodatnie, gdy $A > B$, lub ujemne, gdy $A < B$. W tym drugim przypadku mówimy o rozbieżności kół. Producenci samochodów tak dobierają zbieżność kół, aby podczas jazdy na wprost koła pozostawały równoległe do siebie. Zbieżność podawana jest w milimetrach lub, częściej, w stopniach kątowych, co wynika z wprowadzenia nowych metod pomiarowych. Miara kątowa odnosi się do tzw. kąta zbieżności, zależnego od miary liniowej opisuje równanie:

$$\sin P = \frac{A - B}{2D}$$

Obecne konstrukcje mechanizmów jezdnych wymagają na tyle dokładności pomiaru, że została już wykluczona możliwość stosowanych dotychczas popularnych, przyrządów mechanicznych. Geometrię kół sprawdza się przyrządami optyczno-mechanicznymi, optyczno-elektronicznymi lub laserowo-mikroprocesorowo, względnie elektroniczno-komputerowymi.

Nowoczesne, wysokiej klasy samochody osobowe, rozwijające duże prędkości jazdy, wymagają szczególnie precyzyjnego ustawienia geometrii kół. Takie warunki pomiaru zapewniają urządzenia, w których konstrukcji zastosowano technikę mikroprocesorową. Odznaczają się one nie tylko dużą dokładnością kontroli i odczytu mierzonych wielkości, ale również obiektywności uzyskiwanych wyników, szybkości przebiegu cyklu pomiarowego oraz prostoty obsługi. Istnieje wiele typów takich urządzeń, oferowanych przez prawie każdą większą firmę produkującą wyposażenie dla stacji obsługi. Urządzenia komputerowe różnią się od przyrządów elektronicznych i optyczno-elektronicznych do kontroli geometrii kół możliwościami pomiarowymi, systemem przesyłania i przetwarzania danych (rys. 26) oraz sposobem obsługi



Rys. 31. Schemat przesyłania danych z czujników do komputera: 1) drukarka, 2) zdalne sterowanie pracą urządzenia, 3) czujniki pomiarowe z układami sensorowymi [9. str. 243].

Poniżej zostały przedstawione najistotniejsze z tych różnic, które są charakterystyczne dla wszystkich typów urządzeń komputerowych:

- każde urządzenie ma zakodowany automatyczny program samotestowania,
- wynik pomiaru jest zapamiętywany, porównywany z danymi fabrycznymi i wyświetlany na ekranie monitora (najczęściej barwnym); jeżeli wartość zmierzona mieści się w granicach wymaganej tolerancji, otrzymuje barwę zieloną, jeżeli nie mieści się – czerwoną; w razie potrzeby wynik pomiaru można otrzymać w postaci wydruku,
- na monitorze ukazują się jednocześnie: symbol graficzny badanego parametru, wartość zmierzona, wartość nominalna oraz ich różnica,
- stosując 4 czujniki zakładane na tarczach kół można wykonać jednoczesny pomiar geometrii dla obu osi; czas pomiaru wynosi ok. 3 minut, jeżeli obrotnice są dodatkowo wyposażone w elektroniczne czujniki zmiany kąta,
- bicie boczne jest kompensowane automatycznie we wszystkich czterech kołach w 4 położeniach,
- pomiar geometrii kół osi przedniej rozpoczyna się po programie sprawdzającym, czy oś geometryczna (rzeczywista) pojazdu pokrywa się z jego osią symetrii, ponieważ oś geometryczna stanowi bazę pomiarową; ewentualne odchylenia są pokazywane na monitorze,
- wyniki pomiarów ustawienia koła z jednej strony pojazdu są automatycznie porównywane z wynikami uzyskanymi dla koła z przeciwnej strony; różnica odpowiednich wielkości jest wyświetlana na monitorze. Systemy pomiarowe i zasady posługiwania się tymi przyrządami są bardzo odmienne, co nie pozwala na podanie ogólnych zaleceń wykonania pomiarów.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób przygotowujemy pojazd do kontroli geometrii kół?
2. Co to jest wyprzedzenie sworznia zwrotnicy?
3. Co to jest kąt pochylenia koła?
4. Co to jest kąt pochylenia sworznia zwrotnicy?
5. Co to jest zbieżność kół?
6. W jaki sposób dokonujemy pomiaru i regulacji zbieżności kół?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź kontrolę luzów w układzie jezdnym i uzupełnij ciśnienie w ogumieniu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zabezpieczyć pojazd przed przetoczeniem,
- 2) podnieść kolejno osie pojazdu,
- 3) sprawdzić luzy w układzie kierowniczym i zawieszenia,
- 4) sprawdzić ciśnienie w ogumieniu,
- 5) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- pojazd ćwiczebny,
- zestaw narzędzi monterskich,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Dokonaj regulacji geometrii kół.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do przeprowadzenia ćwiczenia,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy pomiarowe,
- 3) dokonać pomiaru wskazanych wielkości,
- 4) zapisać w zeszycie ćwiczeń lub protokole badań wyniki pomiarów i swoje wnioski,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model lub pojazd ćwiczebny
- instrukcje do wykonania ćwiczenia i stanowiskowa,
- dane regulacyjne
- zestaw narzędzi monterskich,
- przyrządy pomiarowe,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) sprawdzić luzy w układzie nośnym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sprawdzić ciśnienie w ogumieniu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) przygotować pojazd do pomiaru geometrii kół ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać sprawdzenia geometrii kół ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać regulacji geometrii kół ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
4. Test zawiera 20 pytań o różnym stopniu trudności. Są to pytania wielokrotnego wyboru.
5. Za każdą poprawną odpowiedź możesz uzyskać 1 punkt.
6. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Dla każdego zadania podane są cztery możliwe odpowiedzi: A, B, C, D. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna; wybierz ją i zaznacz kratkę z odpowiadającą jej literą znakiem X.
7. Staraj się wyraźnie zaznaczać odpowiedzi. Jeżeli się pomylisz i błędnie zaznaczysz odpowiedź, otocz ją kółkiem i zaznacz ponownie odpowiedź, którą uważasz za poprawną.
8. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
9. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie sprawiało Ci trudność, wtedy odłóż rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
10. Po rozwiązaniu testu sprawdź, czy zaznaczyłeś wszystkie odpowiedzi na karcie odpowiedzi.
11. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Elementem układu nośnego **nie jest**
 - a) wahacz.
 - b) drążek stabilizacyjny.
 - c) zwrotnica.
 - d) drążek skrętny.
2. Drążek Panharda w zawieszeniu jest
 - a) poprzecznym drążkiem skrętnym.
 - b) poprzecznym drążkiem reakcyjnym.
 - c) podłużnym drążkiem reakcyjnym.
 - d) poprzecznym drążkiem stabilizatora.
3. Zawieszenie z tzw. belką skrętną, szeroko stosowane jako zawieszenie tylne samochodów osobowych z przednim napędem
 - a) należy do zawiesznień niezależnych.
 - b) należy do zawiesznień półniezależnych.
 - c) należy do zawiesznień zależnych.
 - d) nie należy do żadnej z podanych grup.

4. Przy regulacji ustawienia kół przednich samochodu, w którym istnieje możliwość regulacji wszystkich kątów ustawienia
 - a) najpierw ustawia się wyprzedzenie sworznia zwrotnicy i pochylenie każdego koła, a potem zbieżność kół.
 - b) najpierw ustawia się zbieżność kół i pochylenie każdego koła, a potem wyprzedzenie sworznia zwrotnicy każdego koła.
 - c) najpierw ustawia się wyprzedzenie sworznia zwrotnicy każdego koła, potem zbieżność kół i pochylenie każdego koła.
 - d) najpierw ustawia się pochylenie każdego koła, potem wyprzedzenie sworznia zwrotnicy każdego koła, a na końcu zbieżność kół.

 5. Kontrolny kąt skrętu kół to kąt skrętu koła
 - a) zewnętrznego występujący podczas skręcenia koła wewnętrznego o kąt 20° .
 - b) wewnętrznego występujący podczas skręcenia koła zewnętrznego o kąt 20° .
 - c) zewnętrznego występujący podczas skręcenia koła wewnętrznego o kąt 30° .
 - d) wewnętrznego występujący podczas skręcenia koła zewnętrznego o kąt 30° .

 6. Na rysunku pokazano nieprawidłowe zużycie opony spowodowane przez
 - a) zbyt dużą zbieżność kół.
 - b) zbyt dużą rozbieżność kół lub pochylenie koła.
 - c) zbyt wysokie ciśnienie powietrza w oponie.
 - d) zbyt niskie ciśnienie powietrza w oponie.
-
7. Zadaniem stabilizatora umieszczonego w zawieszeniu pojazdu jest
 - a) zabezpieczenie nadwozia pojazdu przed zjawiskiem tzw. nurkowania.
 - b) ograniczenie przechyłów bocznych nadwozia.
 - c) zmiana charakterystyki tłumienia zawieszenia.
 - d) ograniczenie przechyłów wzdłużnych nadwozia.

 8. Amortyzator w zawieszeniu pojazdu pozwala na
 - a) tłumienie drgań elementów zawieszenia.
 - b) zwiększenie sztywności zawieszenia.
 - c) ograniczenie ugięcia elementów sprężystych zawieszenia.
 - d) zwiększenie ugięcia elementów sprężystych zawieszenia.

 9. Układ nośny służy do
 - a) prowadzenie kół.
 - b) kierowanie kół.
 - c) pochylenie kół.
 - d) wyważenie kół.

 10. Prawidłowa jednostka, za pomocą której można wyrazić zbieżność połówkową kół osi przedniej samochodu, to
 - a) 1/mm.
 - b) mm.
 - c) km/m.
 - d) 10/mm.

 11. Kąt pochylenia koła to kąt zawarty pomiędzy
 - a) płaszczyzną symetrii koła i płaszczyzną prostopadłą do nawierzchni.

- b) płaszczyzną symetrii koła i płaszczyzną równoległą do nawierzchni.
 - c) płaszczyzną symetrii koła i prostą prostopadłą do osi piasty koła.
 - d) płaszczyzną symetrii koła i osią piasty koła.
12. Konstrukcja zawieszenia kół zależy od
- a) przekładni głównej.
 - b) mechanizmu wspomagania układu kierowniczego.
 - c) układu napędowego.
 - d) układu kierowniczego.
13. Zadaniem zawiesznień aktywnych jest
- a) korygowanie jazdy przy dużych prędkościach.
 - b) zmianę kierunku jazdy na zakrętach.
 - c) podniesienie komfortu i bezpieczeństwa jazdy.
 - d) łatwiejsze pokonywanie wzniesień.
14. Przedstawiony na rysunku przyrząd służy do
- a) demontażu tulei metalowo-gumowych.
 - b) zdejmowania łożysk.
 - c) zdejmowania sworzni kulistych.
 - d) demontażu półosi napędowych.
-
15. Elementem układu nośnego jest
- a) kolumna kierownicza.
 - b) przeguby krzyżakowe.
 - c) zwrotnice wraz z ramionami.
 - d) wahacz.
16. Nnaprawę sworznia kulistego wykonuje się
- a) poprzez regenerację.
 - b) poprzez wymianę sprężyny.
 - c) poprzez wymianę na nowy.
 - d) poprzez wymianę wkładek ciernych.
17. Obsługa układu nośnego polega na
- a) sprawdzenie kąta wychylenia.
 - b) sprawdzenie połączeń przegubowych i śrub mocujących elementy układu nośnego.
 - c) sprawdzenie połączeń gumowych.
 - d) naprawę zużytych elementów.
18. Niedomagania układu nośnego podczas jazdy objawiają się
- a) stukami pochodzącymi z tyłu samochodu.
 - b) stukami pochodzącymi z podwozia samochodu podczas jazdy po nierównościach.
 - c) przestawieniem koła kierownicy.
 - d) kołysaniem poprzecznym pojazdu.

19. Stabilność pojazdu podczas jazdy jest uwarunkowana
- prawidłowością ustawienia kół.
 - prawidłowym doбором opon samochodowych.
 - właściwym obciążeniem pojazdu.
 - prawidłowym doбором zawieszenia.
20. Geometryczna oś jazdy to
- prosta łącząca środki osi przedniej i tylnej.
 - prosta łącząca środek osi tylnej i wierzchołek dwusiecznej kąta zbieżności całkowitej kół przednich.
 - dwusieczna kąta zbieżności całkowitej kół tylnych.
 - dwusieczna kąta zbieżności całkowitej kół przednich.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie naprawy podzespołów układu nośnego samochodów

Zgodnie z instrukcją zakresł poprawną odpowiedź.

Numer pytania	ODPOWIEDŹ				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Grzybek S. (red.): Budowa pojazdów samochodowych. Część II. REA, Warszawa 2003
2. Kozłowski M. (red.): Mechanik pojazdów samochodowych. Budowa i eksploatacja pojazdów. Część I. Vogel, Wrocław 2003
3. Kozłowski M. (red.): Mechanik pojazdów samochodowych. Budowa i eksploatacja pojazdów. Część II. Vogel, Wrocław 2003
4. Kozłowski M. (red.): Mechanik pojazdów samochodowych. Budowa i eksploatacja pojazdów. Część III. Vogel, Wrocław 2003
5. Reimpell J., Betzler J.: Podwozia samochodowe, Podstawy konstrukcji. WKiŁ, Warszawa 2001
6. Reński A, Układy hamulcowe i kierownicze oraz zawieszenia. OWPW, Warszawa 1997
7. Rychter T.: Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1996
8. Sikorski J.: Układy kierownicze. WKŁ, Warszawa 1974
9. Sitek K.: Diagnostyka samochodowa. Auto, Warszawa 1999
10. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKŁ Wyd. 6 uaktualnione. WKiŁ, Warszawa 2005