



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Marcin Łukasiewicz

Wykonywanie naprawy układów kierowniczych 723[04].Z2.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr inż. Ireneusz Kulczyk
mgr Leszek Ludwikowski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Marcin Łukasiewicz

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z2.03, Wykonywanie naprawy układów kierowniczych, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu mechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

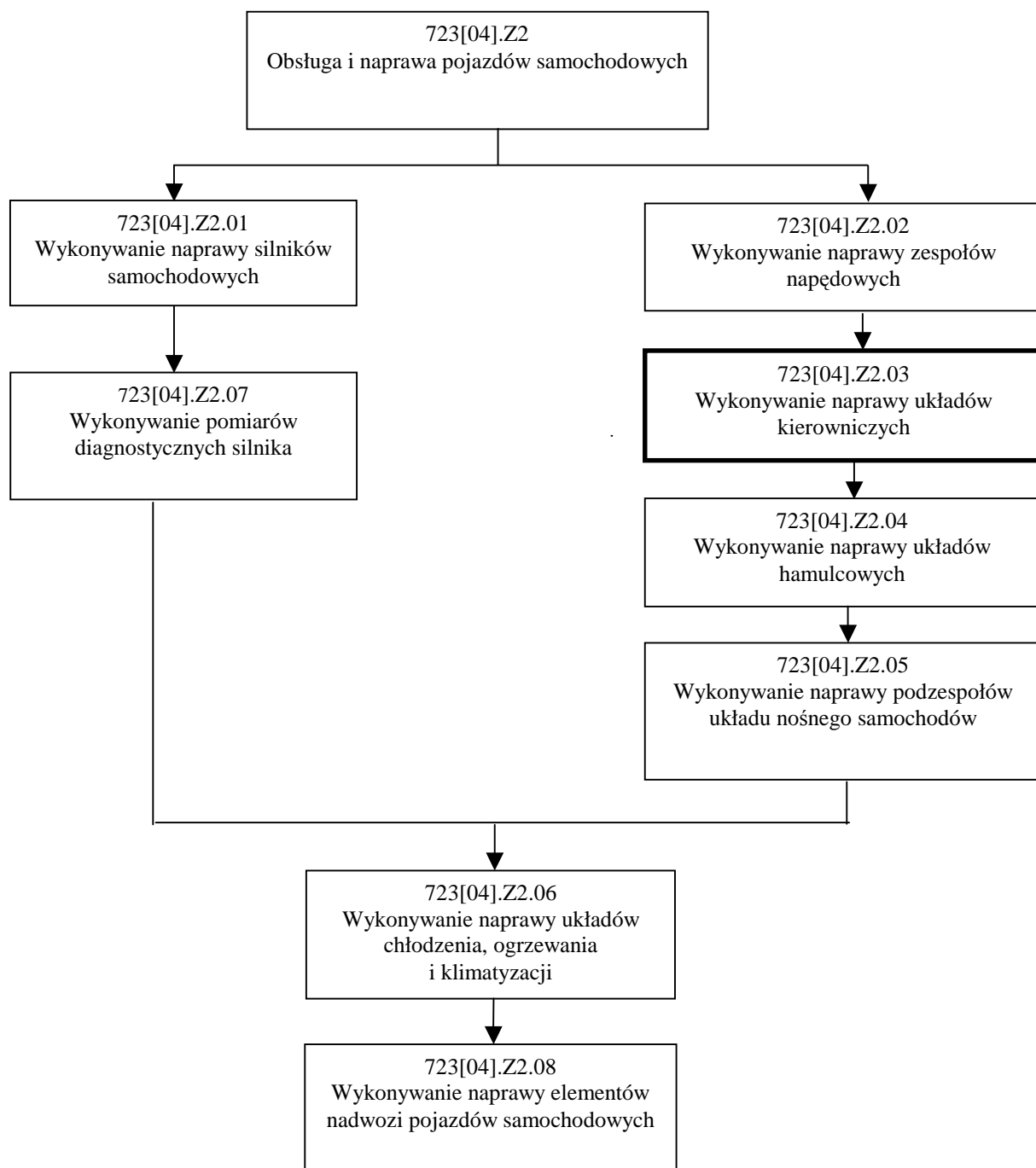
1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Budowa i zadania mechanizmów kierowniczych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	21
4.1.3. Ćwiczenia	22
4.1.4. Sprawdzian postępów	23
4.2. Sprawdzanie zużycia elementów układu kierowniczego	24
4.2.1. Materiał nauczania	24
4.2.2. Pytania sprawdzające	30
4.2.3. Ćwiczenia	30
4.2.4. Sprawdzian postępów	31
4.3. Sposoby naprawy elementów układu kierowniczego	32
4.3.1. Materiał nauczania	32
4.3.2. Pytania sprawdzające	37
4.3.3. Ćwiczenia	37
4.3.4. Sprawdzian postępów	38
4.4. Regulacja kół kierowanych	39
4.4.1. Materiał nauczania	39
4.4.2. Pytania sprawdzające	43
4.4.3. Ćwiczenia	43
4.4.4. Sprawdzian postępów	44
5. Sprawdzian osiągnięć	45
6. Literatura	50

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o wykonywaniu napraw układu kierowniczego, jego odmianach i zadaniach, weryfikacji mechanizmów kierowniczych, 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, 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 i serwisową, Dokumentacją Techniczno-Ruchową, Polskimi 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 kierowniczego i jego części,
- wyjaśnić budowę układu kierowniczego: przekładni kierowniczych, zwrotnic, drążków kierowniczych,
- zdemontować i zweryfikować elementy układu kierowniczego,
- naprawić i zamontować układ kierowniczy,
- dokonać regulacji kół kierowanych,
- ocenić jakość wykonywanych prac,
- skorzystać z instrukcji serwisowej i dokumentacji technicznej,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Budowa i zadania mechanizmów kierowniczych

4.1.1. Materiał nauczania

Bezwładność poruszającego się pojazdu powoduje, że ma on tendencję do utrzymywania dotychczasowego toru ruchu. Dla wymuszenia zmiany toru potrzebne jest więc zadziałanie dodatkowej siły zewnętrznej skierowanej poprzecznie lub skośnie względem wzdłużnej osi symetrii pojazdu. W praktyce ruchu pojazdów drogowych siły takie występują nieustannie, będąc skutkiem czynników przypadkowych (nierówności nawierzchni, wiatru, niesymetrycznych oporów ruchu) albo też wynikające z celowych decyzji kierowcy.



Rys. 1. Schemat funkcjonowania układu kierowniczego [1, s. 20].

Zwrotność, kierowność i stateczność kierunkowa samochodu

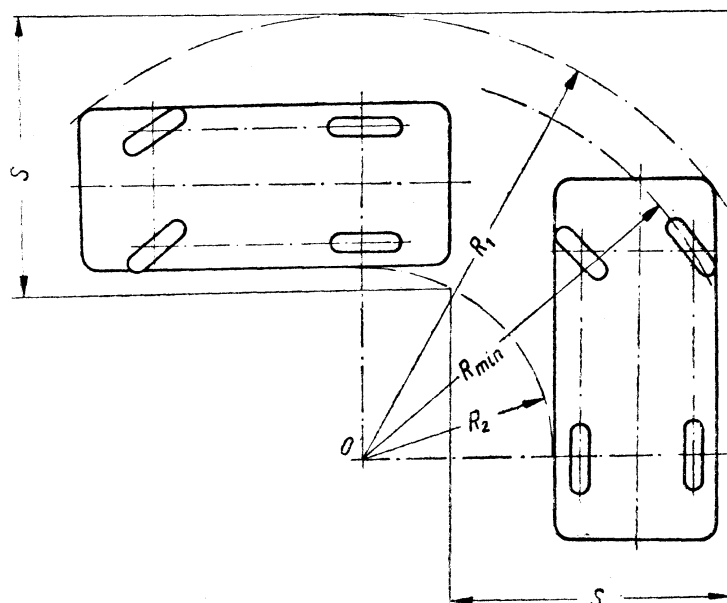
Do podstawowych czynników, wpływających na kierowanie samochodem, zalicza się zwrotność, kierowność i stateczność ruchu samochodu. Wymienione cechy w głównej mierze zależą od parametrów konstrukcyjnych samochodu. Warunki drogowe, w jakich porusza się samochód, jak też umiejętność kierowania samochodem odgrywają nie mniejszą rolę, zwłaszcza z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu.

Zwrotność

Zwrotnością samochodu nazywa się możliwość manewrowania nim na ograniczonej przestrzeni oraz łatwość wykonywania skrętów o małym promieniu.

Decydujący wpływ na zwrotność mają zewnętrzne wymiary samochodu: długość, szerokość, rozstaw osi, rozstaw kół oraz maksymalne kąty skrętu kół kierowanych. W charakterystyce samochodu zwrotność określa promień łuku, po którym toczy się przednie koło zewnętrzne przy maksymalnym kącie skrętu, tzw. minimalny promień skrętu R_{\min} (rys. 2). Ponadto uzupełniającymi miernikami zwrotności są:

- promień R_1 łuku opisanego przez skrajny zewnętrzny punkt na przodzie samochodu,
- promień R_2 łuku opisanego przez skrajny punkt obrysu samochodu, położony najbliżej środka skrętu,
- szerokość S pasa załamanego pod kątem prostym, na którym samochód może wykonać skręt o 90° jednym manewrem.



Rys. 2. Zwrotność samochodu określana przez wartość minimalnego promienia skrętu (R_{min}) [6, s. 21].

Kierowalność

Kierowalnością samochodu nazywa się jego zdolność do utrzymywania żądanego kierunku i zmian tego kierunku odpowiednio do życzenia kierowcy. Kierowalność samochodu uzależniona jest od zwrotności, jak również od stateczności kierunkowej. Od tych cech zależy łatwość i pewność, z jaką kierowca może manewrować samochodem w różnych warunkach i przy różnych prędkościach jazdy.

Do najważniejszych czynników, decydujących o kierowalności samochodu, należą:

- rozkład sił bezwładności działających na samochód przy jeździe po torze krzywoliniowym oraz oddziaływanie tych sił na koła kierowane,
- rozkład masy samochodu,
- kinematyka zawieszenia kół kierowanych,
- kinematyka mechanizmu zwrotniczego,
- powiązanie kinematyczne układu kierowniczego z elementami prowadzącymi zawieszenia,
- stopień odwracalności przekładni kierowniczej,
- charakterystyka opon i ich przyczepność do nawierzchni,
- stabilizacja kół kierowanych.

Kierowalność samochodu ocenia się według:

- szybkości reakcji samochodu na ruchy koła kierownicy,
- stopnia ułatwienia czynności kierowania samochodem,
- liczby obrotów koła kierownicy, potrzebnych do pełnego skrętu kół kierowanych od jednego skrajnego położenia do drugiego,
- łatwości utrzymania samochodu na zamierzonym torze, zwłaszcza przy wzroście prędkości jazdy.

Stateczność kierunkowa samochodu

Samochód o dobrej stateczności poddany krótkotrwałemu impulsowi, np. uderzeniu kół o nierówność drogi lub podmuchowi bocznego wiatru, spychającemu go z zamierzonego toru, samoczynnie dąży do poprzedniego stanu ruchu. Właściwość ta określana jest przez kierowców jako dobre trzymanie się drogi.

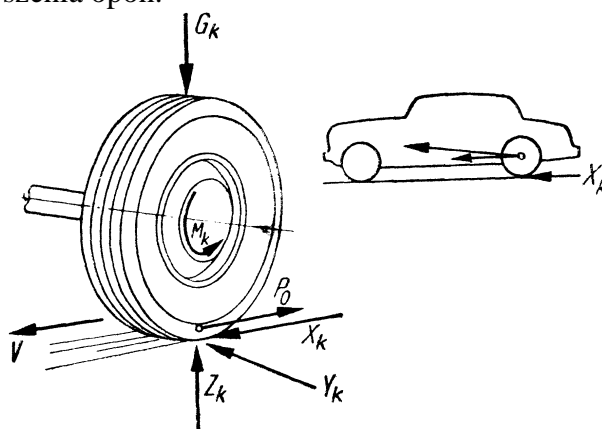
Samochód odznaczający się złą statecznością kierunkową jest trudny do prowadzenia i wymaga ciągłego napięcia uwagi kierowcy.

Stateczność i kierowność samochodu są ze sobą ściśle związane i niektóre warunkujące je czynniki są wspólne. Przykładem mogą być kąty ustawienia kół kierowanych, które mają zapewnić takie działanie reakcji drogi na koła, aby samoczynnie dążyły one do ustawiania się w kierunku jazdy na wprost, a skręcone powracały do położenia jazdy na wprost.

Czynnikami decydującymi o utrzymaniu samochodu na określonym torze, np. na łuku drogi, są siły występujące między nawierzchnią drogi a oponą, czyli reakcje drogi. Równoważą one zewnętrzne poprzeczne siły działające na samochód, np. siły bezwładności, bocznego wiatru lub siły powodowane poprzecznym pochyleniem drogi.

Poprzeczne siły bezwładności wywoływane są przez wszelkie ruchy krzywoliniowe, natomiast oddziaływanie bocznego wiatru lub poprzecznego pochylenia drogi występuje również przy ruchu prostoliniowym.

Bez istnienia reakcji bocznych drogi (Y_k) (rys. 3), działających na koła samochodu, ruch po torze krzywoliniowym byłby niemożliwy. Wartość tych sił jest ograniczona przyczepnością poprzeczną kół do drogi. Siły działające na samochód w czasie ruchu po łuku wywołują boczne znoszenie opon, które w znaczny sposób wpływa na stateczność kierunkową. A zatem utrata stateczności kierunkowej samochodu może być w pewnych warunkach spowodowana bocznym poślizgiem (wskutek przekroczenia sił przyczepności) lub zjawiskiem bocznego znoszenia opon.



Rys. 3. Siły działające na koło napędowe samochodu: X_k – reakcja podłużna drogi; Y_k – reakcja poprzeczna drogi; P_o – siła obwodowa (siła oddziaływania koła); Z_k – reakcja pionowa drogi; G_k – obciążenie pionowe koła [6, s. 21].

Pierwsze samochody czterokołowe miały układy kierownicze wzorowane na pojazdach konnych. Były one oparte na kątowym odchyłaniu całej osi przedniej wokół pionowego, centralnie usytuowanego sworznia (rozwiązanie to stosowane jest do dzisiaj w przyczepach dwuosiowych). Także i w tym wypadku odpowiednie pochylenie sworznia przynosi pożądany efekt samoczynnego powrotu kół kierowanych do pozycji neutralnej, ale wadą jest niezmiennie równoległe ustawienie płaszczyzn obydwu sterowanych kół.

Podczas jazdy po łuku drogi płaszczyzna obrotu koła ze zrozumiałych względów nie ulega zakrzywieniu, lecz przebiega zawsze stycznie do łukowego toru jazdy. Im mniejszy jest promień skrętu, tym bardziej różni się rzeczywisty tor ruchu koła od linii przecięcia płaszczyzny jego obrotu z jezdnią. Różnica ta jest niwelowana bocznym poślizgiem (znoszeniem) koła podczas pokonywania zakrętu. Poślizg wymaga zrównoważenia sił przyczepności koła do nawierzchni, zwiększa więc ogólne opory ruchu. W przypadku równoległego ustawienia kierowanych kół na zakręcie wartość tego nieuniknionego poślizgu staje się nieracjonalnie znaczna. Dzieje się tak dlatego, że promienie łuków przemierzanych przez obydwa koła tej samej osi nie są identyczne, więc przynajmniej jedno koło nie jest wówczas ustawione optymalnie, czyli stycznie do łuku.

Zjawisko to zostało wyeliminowane dzięki zastosowaniu indywidualnych zwrotnic w obydwu kierowanych kołach i połączeniu ich układem kinematycznym, zwanym trapezem

układu kierowniczego. Mechanizm ten powoduje, że na zakręcie koło wewnętrzne skręcane jest bardziej niż zewnętrzne, a różnica skreću pogłębia się wraz ze zmniejszaniem się promienia pokonywanego łuku (rys. 5).

Oczywiście po łuku toczą się nie tylko kierowane koła przednie samochodu, lecz także koła tylne o stałym wzajemnym usytuowaniu ich płaszczyzn obrotu. Fakt ten uwzględniany jest w większości konstrukcji układów kierowniczych przez zastosowanie tak zwanej zasady Ackermana. Przyjmuje ona za optymalny taki dobór parametrów trapezu kierowniczego, by podczas jazdy po łuku przedłużenia osi obrotu wszystkich poszczególnych kół przecinały się we wspólnym punkcie, leżącym na geometrycznym przedłużeniu tylnej osi pojazdu. Dzięki temu wszystkie koła poruszają się stycznie do swych łukowych torów, a więc z minimalnym oporem. Tak dzieje się jednak tylko przy małych prędkościach jazdy. Przy większych rośnie znoszenie kół na zakręcie pod wpływem działania siły odśrodkowej, więc musi je korygować większy niż styczny do łuku kąt skreću kół kierowanych, powodujący odpowiednie zwiększenie równoważonej siły dośrodkowej. Zasada wspólnego punktu przecięcia osi obrotu kół zostaje wówczas naruszona. Jej przywrócenie można uzyskać, stosując samoczynny mechanizm skreću kół tylnych (sterowany mechanicznie, hydraulicznie lub elektrohydraulicznie), spotykany dziś w konstrukcjach droższych i szybkich samochodów. Rozwijanie przez nie większych prędkości na łukach dróg wynika nie tyle ze zmniejszenia ogólnych oporów toczenia, co z ograniczenia tendencji do nadmiernego znoszenia kół, zwiększającej podatność samochodu na boczne poślizgi i zarzucanie.

Wspomniane działanie bezwładności pojazdu w postaci siły odśrodkowej, występującej podczas jazdy po łukach, ma również bezpośredni wpływ na jego sterowność, czyli powstawanie dodatkowych zewnętrznych sił kierujących. Punktem przyłożenia tej siły jest środek masy pojazdu, jej zrównoważenie zaś następuje przez działanie sił poprzecznej przyczepności kół, przyłożonych w miejscach styku bieżnika z nawierzchnią.

Jeśli odległość środka masy od wszystkich punktów styku kół z nawierzchnią jest jednakowa, jednakowe są także wszystkie składowe siły odśrodkowej, zrównoważone przyczepnością. Pojazd tak skonstruowany ma neutralną charakterystykę sterowności.

Gdy środek masy pojazdu znajduje się bliżej osi przedniej, składowe siły odśrodkowej rozkładają się nierównomiernie, przybierając większe wartości w punktach styku przednich kół z nawierzchnią. Dzięki temu również znoszenie kół przednich na zewnątrz łuku jest większe niż kół tylnych i cały pojazd nabiera tendencji do samoczynnego prostowania łuków. Mówimy wówczas o jego charakterystyce podsterownej. Charakterystyka nadsterowna, przejawiająca się tendencją do samoczynnego pogłębiania zakreću, jest efektem przesunięcia środka masy pojazdu ku osi tylnej.

Z punktu widzenia praktyki prowadzenia pojazdów, zwłaszcza szybkich, za optymalną uznać należy charakterystykę neutralną (trudną do uzyskania przy zmiennych obciążeniach pasażerami i ładunkiem) lub lekko podsterowną. Charakterystyka nadsterowna, wymagająca korygowania toru jazdy na zakrećach nieznacznymi powrotnymi ruchami kierownicy, jest uciążliwa i trudna dla kierowcy, a przez to też niebezpieczna.

Układ kierowniczy umożliwia kierowanie pojazdem, a więc utrzymywanie stałego kierunku jazdy lub jego zmianę, zgodnie z zamiarem kierowcy. Układ ten jest bardzo istotny dla poprawnego prowadzenia pojazdu samochodowego. We współczesnym pojeździe samochodowym układ ten składa się z dwóch mechanizmów:

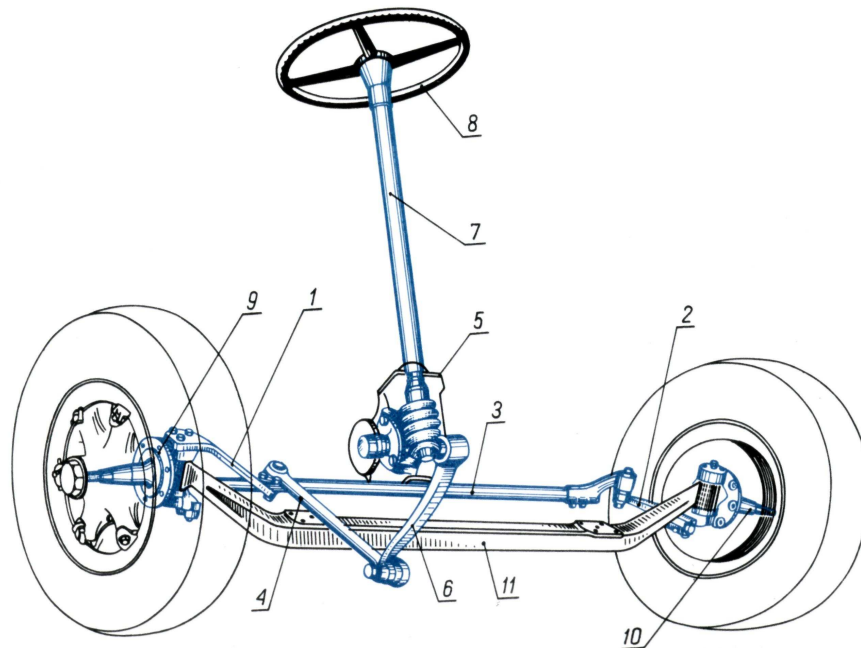
- zwrotniczego,
- kierowniczego.

Mechanizm zwrotniczy stanowi zestaw dźwigni i drążków łączących koła kierowane. Mechanizm kierowniczy umożliwia przenoszenie siły i ruchu z koła kierowniczego do mechanizmu zwrotniczego, zapewniając odpowiednie sprzężenie ruchu skręcającego kół z obracaniem koła kierownicy.

Podstawowe elementy układu kierowniczego przedstawia rys. 4. Mechanizm zwrotniczy stanowią: ramię zwrotnicy 1, dźwignie zwrotnic 2, drążek poprzeczny 3 oraz drążek podłużny 4. Mechanizm kierowniczy obejmuje przekładnię kierowniczą 5 wraz z ramieniem 6, wał kierownicy 7 i koło kierownicy 8. Układ kierowniczy służy do zwracania zwrotnic 9 z czopami zwrotnic 10, na których są osadzone koła kierowane pojazdu. Zwrotnice łączą w tym przypadku sztywna belka osi przedniej 11.

Mechanizmy zwrotnicze

Oba koła kierowane zwracają się jednocześnie dzięki ich sprzężeniu elementami mechanizmu zwrotniczego. Jednak kąt, o jaki zwracane jest każde z tych kół, musi być inny, gdyż koła te znajdują się w różnej odległości od środka obrotu samochodu (rys. 5). Tylko różne kąty zwrócenia kół mogą zapewnić im toczenie się bez poślizgu bocznego.



Rys. 4. Podstawowe elementy układu kierowniczego: 1) ramię zwrotnicy, 2) dźwignie zwrotnic, 3) drążek poprzeczny, 4) drążek podłużny, 5) przekładnia kierownicza, 6) ramię przekładni kierowniczej, 7) wał kierownicy, 8) koło kierownicy, 9) zwrotnica, 10) czopy zwrotnic, 11) belka osi przedniej [5, s. 66].

Zwrotnice konstruowane są wspólnie z elementami przedniego zawieszenia, więc konkretne rozwiązania wynikają z wzajemnej zależności tych mechanizmów. Jeśli więc zawieszenie przednie ma postać sztywnej osi nie napędzanej zwrotnice łączą się z belką osi przy pomocy cylindrycznych jednoczęściowych sworzni, łożyskowanych w panewkach (tulejkach) ślizgowych, rzadziej – w łożyskach tocznych. Podobną, jednoczęściową konstrukcję mają sworznie zwrotnic spotykane przy niezależnych zawieszeniach przednich (bez napędu) z podwójnymi wahaczami lub resorami poprzecznymi.

Jeśli napęd przekazywany jest na koła przednie, półoś napędowa przecina geometryczną oś sworznia zwrotnicy, konieczna staje się jego konstrukcja dzielona w postaci dwóch sworzni cylindrycznych, kulowych, gwintowych (w starszych modelach) lub kombinacji tych rodzajów sworzni obejmujących z dwóch stron homokinetyczny przegub napędowy.

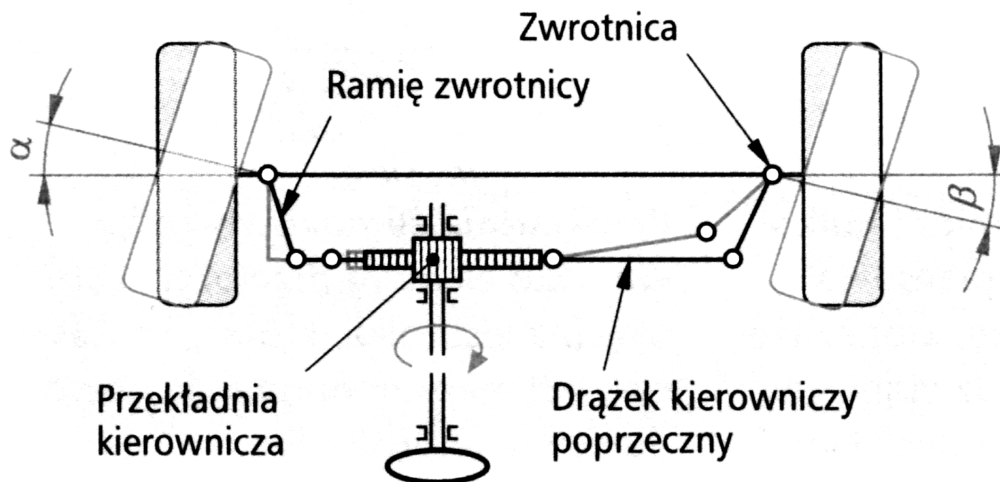
W najczęściej obecnie stosowanych niezależnych zawieszeniach przednich w postaci zintegrowanych kolumn typu McPhersona, rolę sworznia zwrotnicy pełni tłoczek amortyzatora wraz (przy kołach napędzanych) ze sworzniem kulowym umieszczonym poniżej przegubu napędowego.

Zaletą sworzni cylindrycznych i gwintowych w porównaniu ze sworzniami kulowymi i kolumnami McPhersona jest niski koszt ich wytwarzania, wadą zaś – niska trwałość,

powodowana znacznym obciążeniem niewielkich powierzchni ślizgowych i konieczność regularnej obsługi, polegającej na uzupełnianiu smaru. Sworznie kulowe i kolumny McPhersona wyposażone są w zapas smaru wystarczający na cały okres ich normalnej eksploatacji.

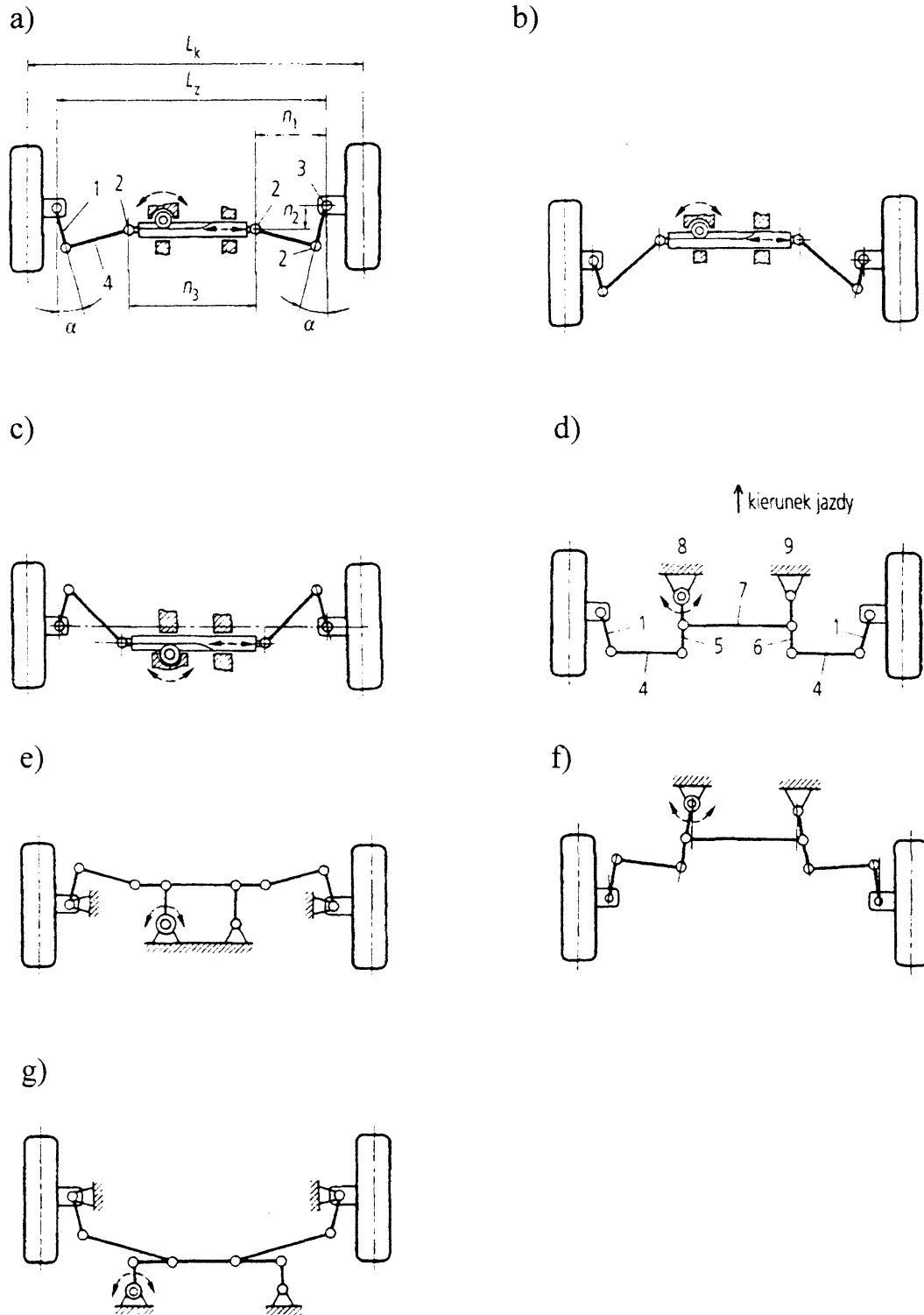
Pożądany sposób zwracania kół kierowanych zapewnia trapezowy mechanizm zwrotniczy (rys. 5). W takim mechanizmie, przy ustawieniu kół w kierunku jazdy na wprost, drążek (lub drążki) poprzeczne oraz dźwignie zwrotnic tworzą trapez równoramienny. Przez odpowiednie dobranie długości boków trapezu można uzyskać pożądane tory jazdy obu kół.

Oba koła kierowane zwracają się jednocześnie dzięki ich sprzężeniu elementami mechanizmu zwrotniczego. Jednak kąt, o jaki zwracane jest każde z tych kół, musi być inny, gdyż koła te znajdują się w różnej odległości od środka obrotu samochodu. Tylko różne kąty zwrotienia kół mogą zapewnić im toczenie się bez poślizgu bocznego.



Rys. 5. Trapezowy mechanizm zwrotniczy [1, s. 347].

Trapezy kierownicze składają się z ramion zwrotnic, drążków poprzecznych i (ewentualnie) wahliwych wsporników, utrzymujących przegubowo (przy pomocy przegubów kulowych) połączony układ drążków w poziomej płaszczyźnie ruchu. Przez zmianę długości drążków, polegającą na wkręcaniu lub wykręcaniu ich gwintowanych końcówek, dokonuje się regulacji całkowitej i połówkowej zbieżności kół przedniej osi. Dla uproszczenia konstrukcji układu wykorzystuje się niekiedy przegładnię kierowniczą w charakterze wspornika lub (przegładnie zębatkowe) środkowej części drążka poprzecznego. Trapezy kierownicze mogą znajdować się przed lub za przednią osią pojazdu (rys. 6).



Rys. 6. Kinematyczne schematy praktycznie stosowanych układów kierowniczych z przekładniami zębatkowymi (a, b, c.) i ramieniowymi (d, f, g.): L_k – rozstaw kół. L_z – rozstaw zwrotnic, n_1 – efektywna długość drążka, n_2 – przesunięcie listwy zębatej względem osi przedniej, n_3 – rozstaw przegubów wewnętrznych układu kierowniczego; 1) wąż zwrotnicy, 2) przeguby układu kierowniczego, 3) zwrotnice, 4) drążki poprzeczne, 5) ramię przekładni, 6) ramię wspornika, 7) drążek środkowy, 8) przekładnia, 9) wspornik [3, s. 169].

Przekładnie kierownicze

Przekładnia kierownicza jest jednym z podstawowych elementów układu kierowniczego. Jej zadaniem jest przekazanie ruchu obrotowego koła kierownicy na mechanizm zwrotniczy w taki sposób, aby uzyskać odpowiedni ruch kątowy zwrotnic kół oraz zwiększenie momentu doprowadzonego do zwrotnic.

Przełożenia przekładni kierowniczej samochodów osobowych wynoszą od 12:1 do 24:1 przy trzech obrotach koła kierownicy od ogranicznika do ogranicznika, natomiast w ciężarowych 40:1 przy sześciu obrotach kierownicy przy tym użyta siła jest mniejsza.

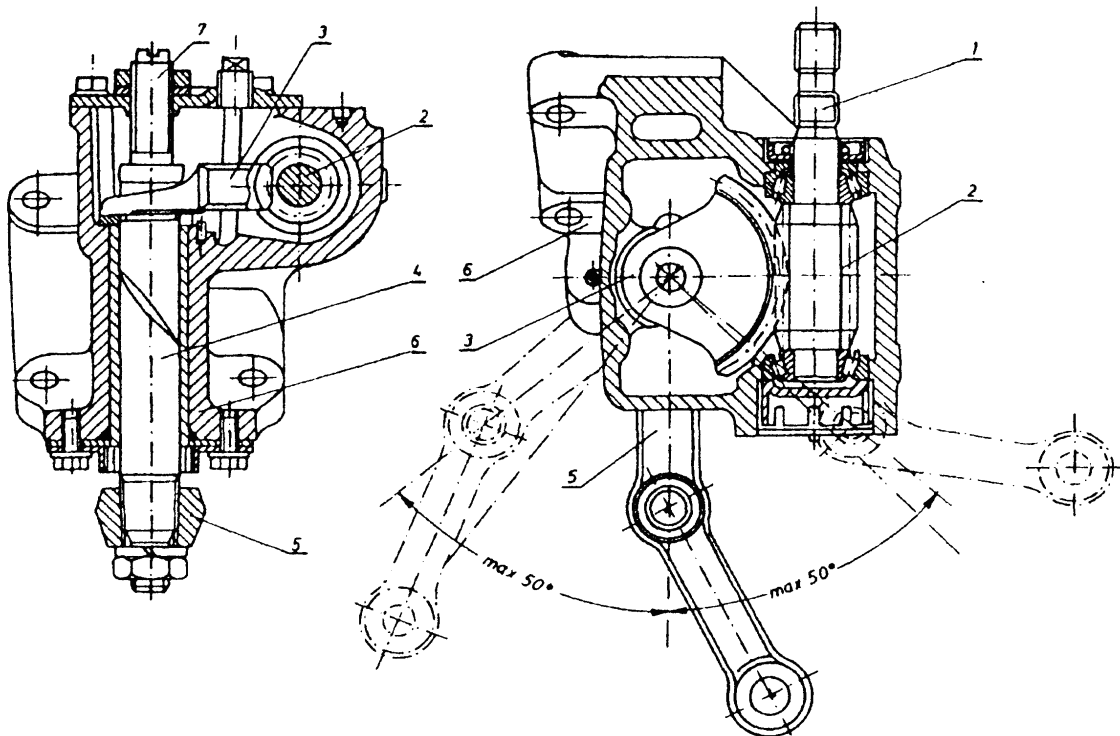
Ze względu na mechanikę działania najczęściej stosowane obecnie przekładnie kierownicze można podzielić na trzy grupy:

- przekładnie ślimakowe,
- przekładnie śrubowe,
- przekładnie zębatkowe.

Przekładnie ślimakowe

Zasada działania przekładni ślimakowej polega na współpracy ślimaka znajdującego się na wale wejściowym przekładni ze ślimacznicą (najczęściej jej wycinkiem), znajdującą się na wale wyjściowym. Na tym wale zamontowane jest ramię przekładni kierowniczej, które połączone jest z mechanizmem zwrotniczym (rys. 7). Przełożenie tej przekładni definiowane jako stosunek kąta obrotu wału wejściowego do kąta obrotu wału wyjściowego.

Przyjmuje się wartość współczynnika tarcia dla tego typu przekładni $\mu = 0,14$. Aby zapewnić odwracalność przekładni (dodatnią sprawność przy przekazywaniu momentu od kół do koła kierownicy), nie należy stosować zbyt małych kątów pochylenia linii śrubowej. W praktyce kąt ten powinien mieścić się w granicach 12–30°.

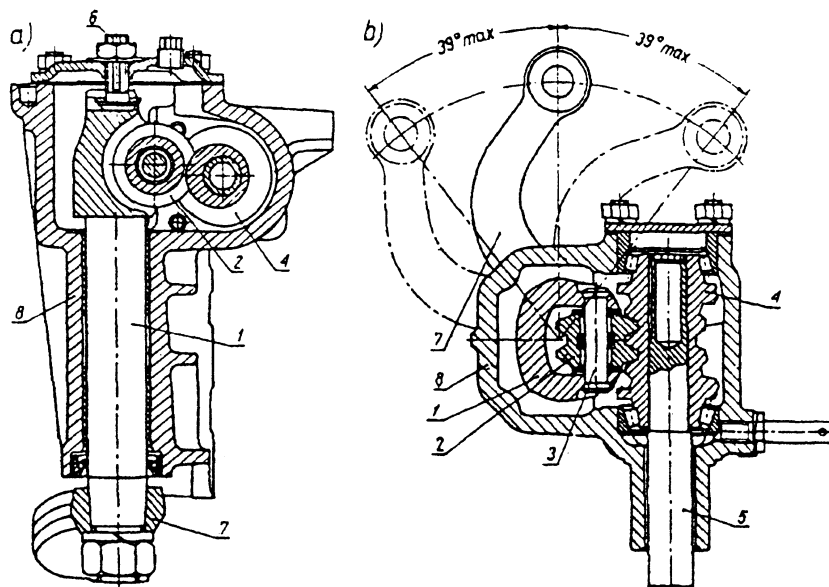


Rys. 7. Przekładnia ślimakowa: 1) wał kierowniczy, 2) ślimak, 3) segment ślimacznicy, 4) wał główny przekładni, 5) ramię przekładni kierowniczej, 6) kadłub, 7) śruba regulacji luzu [4, s. 114].

Zaletami przekładni ślimakowej są: możliwość uzyskiwania dużych przełożeń, zdolność przenoszenia dużych obciążeń i prostota budowy. Podstawową wadą jest natomiast stosunkowo duże tarcie wewnętrzne wynikające z charakteru współpracy ślimaka ze ślimacznicą i w efekcie mała sprawność, szczególnie przy przekazywaniu momentu od kół do

koła kierownicy. Ma to niekorzystny wpływ na stabilizację kół kierowanych. Z tarcie związane jest też szybkie zużywanie się współpracujących powierzchni ślimaka i ślimacznicy, co prowadzi do powstawania luzów. Przekładnie tego typu są stosowane w zasadzie tylko w mniejszych samochodach osobowych.

Powyższe wady przekładni ślimakowej zostały wyeliminowane w znacznym stopniu w przekładni globoidalnej, która ma podobną mechanikę działania, a w której tarcie ślizgowe zostało zastąpione tarcie tocznym. Ślimacznica zastąpiona została rolką łożyskową w głowicy wału wyjściowego przekładni (rys. 8). Profil rolki dobrany został tak, aby odpowiadał zarysowi zębów ślimacznicy, którą zastępuje. Dla zapewnienia stałego kontaktu rolki ze ślimakiem, także w skrajnych położeniach, kształt ślimaka został dostosowany do ruchów rolki (ślimak globoidalny – stąd nazwa przekładni).



Rys. 8. Przekładnia globoidalna: 1) wał główny, 2) krążek profilowy, 3) sworzeń krążka, 4) ślimak globoidalny, 5) wał kierownicy, 6) śruba regulacyjna, 7) ramię przekładni, 8) kadłub przekładni [4, s. 116].

Dzięki wyeliminowaniu tarcia ślizgowego w przekładni globoidalnej uzyskuje się znacznie większą sprawność. Zaletami tej przekładni są także możliwość uzyskania dużych przełożeń, zdolność do przenoszenia dużych obciążeń i duża trwałość, dzięki czemu przekładnie tego typu znalazły zastosowanie także w samochodach ciężarowych i autobusach. Wadami przekładni globoidalnych są duże wymiary i ciężar.

Przekładnie śrubowe

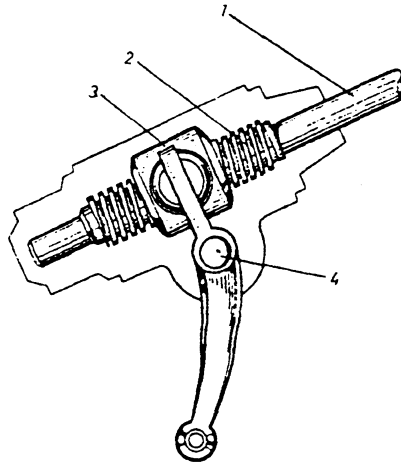
Zasada działania przekładni śrubowej polega na współpracy gwintu śrubowego naciętego na wale wejściowym z nakrętką wykonującą w obudowie przekładni ruch posuwisty (rys. 9). Poszczególne rozwiązania różnią się między sobą sposobem prowadzenia nakrętki względem obudowy i sposobem zamiany ruchu posuwistego nakrętki w ruch obrotowy wału wyjściowego.

Podstawową wadą przekładni śrubowej w najprostszym rozwiązaniu jest mała sprawność, szczególnie przy przekazywaniu napędu od kół do koła kierownicy, wynikająca z tarcia między śrubą, a nakrętką. Z tego powodu przekładnie tego typu nie są obecnie stosowane.

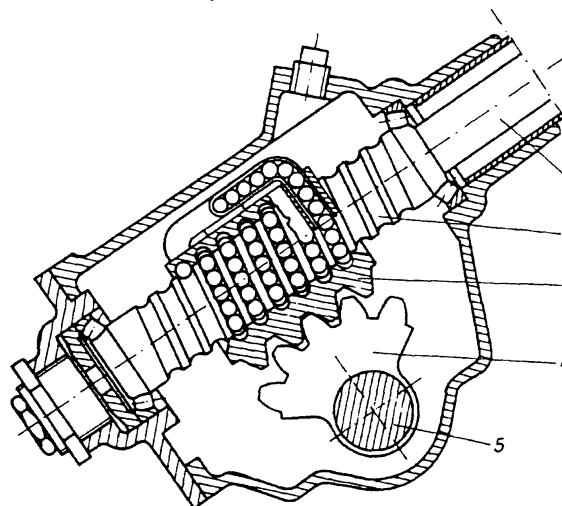
Wprowadzenie tzw. „gwintów kulkowych” umożliwiło wyeliminowanie tej wady i budowę przekładni śrubowo-kulkowych. Gwint śruby zastąpiony jest tu szeregiem kulek umieszczonych w rowkach naciętych śrubowo na wale wejściowym i w nakrętce, dzięki czemu tarcie ślizgowe zastąpione jest tarcie tocznym. Posuwisty ruch nakrętki zmieniany jest w ruch obrotowy wału wyjściowego dzięki współpracy zębatego nacięcia na zewnętrznej powierzchni nakrętki z zębniakiem umieszczonym na wale wyjściowym przekładni (rys. 10).

Sprawność przekładni przy przekazywaniu momentu od koła kierownicy do kół wynosi około 0,9, a przy przekazywaniu momentu w przeciwną stronę dochodzi do 0,8.

Przekładnie śrubowo – kulkowe stosowane są zarówno w samochodach osobowych, jak i ciężarowych. Ich podstawowe zalety to duża sprawność, małe wymiary i mały ciężar. Są często wykorzystywane w zespolonych hydraulicznych mechanizmach wspomagających.



Rys. 9. Przekładnia śrubowa: 1) wał kierownicy, 2) śruba, 3) nakrętka, 4) ramię przekładni [4, s. 117].



Rys. 10. Przekładnia śrubowo-kulkowa: 1) wał kierownicy, 2) śruba, 3) nakrętka 4) wycinek zębaty, 5) wał główny [4, s. 116].

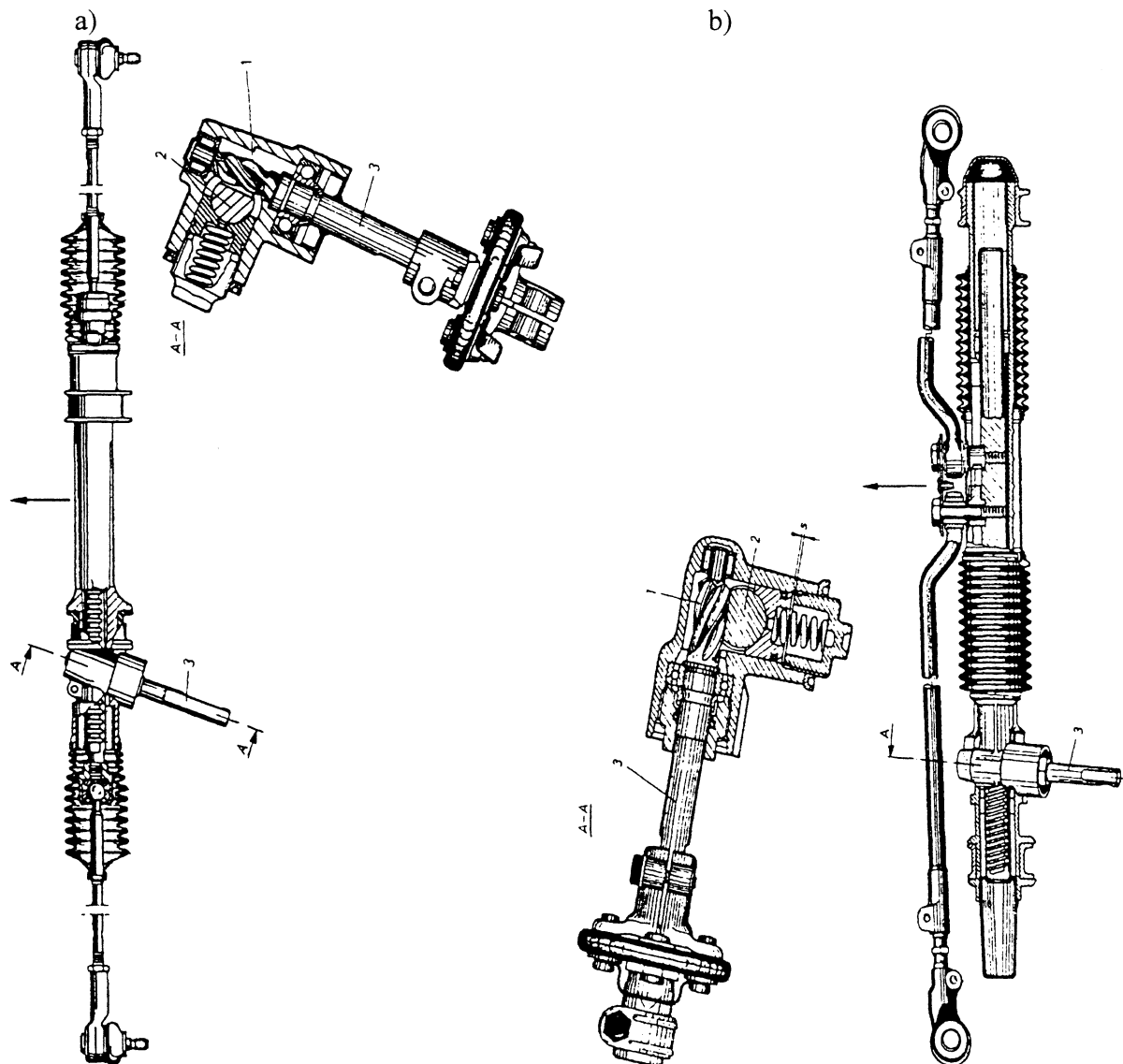
Przekładnie zębatkowe

Zębatkowa przekładnia kierownicza składa się z listwy zębatej (zębatki), umieszczonej poprzecznie do osi samochodu, i współpracującego z nią walcowego koła zębatego (zębniaka) związanego z wałem koła kierownicy. Przekładnia zamienia ruch obrotowy koła kierownicy w poprzeczny ruch zębatki. Obudowa w kształcie tulei stanowi prowadnicę zębatki. Wielofałdowe miechy gumowe umieszczone na końcach obudowy zabezpieczają przekładnię przed przedostaniem się z zewnątrz wody i zanieczyszczeń. Zębatka może stanowić część drążka poprzecznego mechanizmu zwrotniczego (rys. 11 a) lub też może być zabudowana niezależnie (rys. 11 b). W zależności od położenia koła zębatego zęby listwy zębatej mogą być nacięte skośnie pod odpowiednim kątem lub prostopadle do osi listwy.

W przypadku przekładni zębatkowej nie daje się wyodrębnić z całkowitego przełożenia układu kierowniczego przełożenia samej przekładni, jak to miało miejsce w przypadku uprzednio omawianych rozwiązań. Umownie można określić jej przełożenie jako stosunek średnicy koła kierownicy do średnicy podziałowej koła zębatego przekładni. W układach

kierowniczych z przekładnią zębatkową można zrealizować zmienne przełożenie układu kierowniczego za pomocą zębatki o zmiennej podziałce (rys. 12). Stosuje się przełożenie układu kierowniczego w skrajnych położeniach kół większe niż przy ustawieniu do jazdy na wprost. Uzyskuje się w ten sposób zmniejszenie sił na kole kierownicy przy dużych skrętach kół, a więc przede wszystkim przy manewrowaniu z niewielką prędkością. Podstawowe zalety przekładni zębatkowej to:

- prostota konstrukcji, małe wymiary i ciężar,
- możliwość połączenia ze zwrotnicą niezależnego zawieszenia mniejszą liczbą drążków i przegubów, niż w przypadku innych przekładni; listwa przekładni może pełnić rolę drążka poprzecznego mechanizmu zwrotniczego,
- niski koszt wytwarzania,
- duża sprawność przy przekazywaniu momentu od kierownicy do kół ($\mu = 0,9$).

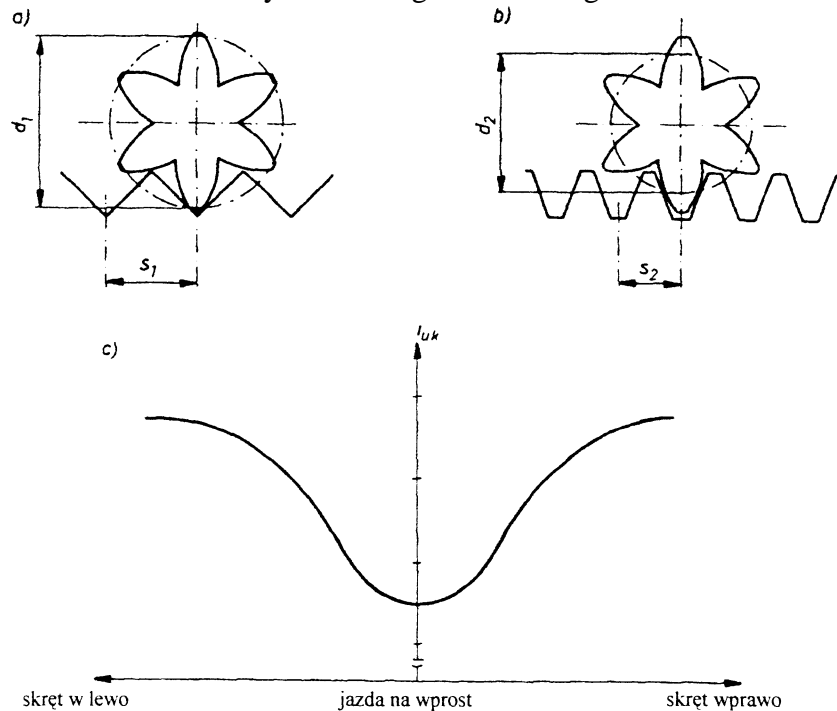


Rys. 11. Przekładnia zębatkowa: a) z zębatką stanowiącą część drążka poprzecznego, b) zabudowana niezależnie, 1) zębniak, 2) zębatka, 3) wał kierownicy[4, s. 119].

Wady:

- duża wrażliwość na drgania i uderzenia kół pochodzące od nawierzchni drogi, spowodowana małą wartością sił tarcia w mechanizmie zębatkowym; jest to związane

- z wysokim współczynnikiem sprawności, jednakowym w obu kierunkach ruchu przekładni,
- możliwość uzyskiwania stosunkowo niewielkich przełożeń, co ogranicza zastosowanie przekładni tylko do lekkich samochodów osobowych. Małe tarcie wewnętrzne przekładni może zmuszać do stosowania hydraulicznego tłumika drgań.

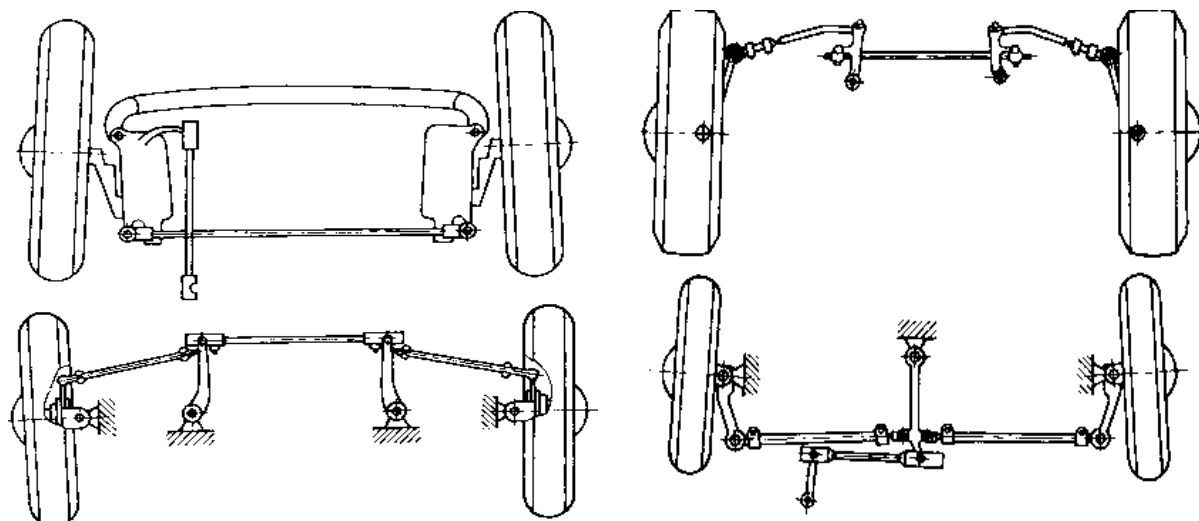


Rys. 12. Zasada działania przekładni zębatkowej o zmiennej podziałce zębatki: a) w położeniu centralnym, b) w położeniu skrajnym, c) przełożenie układu kierowniczego i_{uk} w funkcji kąta skrętu kół [4, s. 121].

Siła potrzebna do obrotu kół zależna jest oczywiście również od średnicy koła kierownicy, ale uzyskanie optymalnej jej wartości tylko tym sposobem jest praktycznie niewystarczające. Kierowca, obracając koło kierownicy, prócz wewnętrznych oporów samego mechanizmu kierowniczego musi pokonać:

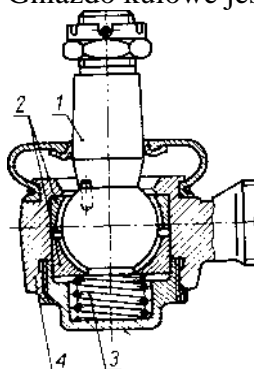
- tarcie towarzyszące skręcaniu kół względem nawierzchni zależne od obciążenia, powierzchni styku bieżnika z jezdnią, twardości podłoża, a także prędkości jazdy (im mniejsza prędkość, tym większe tarcie, ponieważ poprzeczny poślizg koła odbywa się na dłuższej drodze),
- siły wynikające z istnienia dodatniego lub ujemnego promienia zataczania (przy zerowym nie występują),
- siły prostujące koła na skutek wyprzedzenia osi sworzni zwrotnicy,
- przypadkowe siły zewnętrzne, pochodzące od nierówności drogi, bocznego wiatru, spadku (niekiedy gwałtownego) ciśnienia powietrza w jednym z kierowanych kół, nierównomiernego działania hamulców itp.

W samochodach o niezależnym zawieszeniu kół dobór parametrów geometrycznych mechanizmu zwrotniczego jest trudniejszy niż w przypadku sztywnej osi przedniej; przy uginaniu się zawieszenia zmienia się odległość między końcami dźwigni zwrotnic oraz zmieniają się położenia końców dźwigni zwrotnic w kierunku pionowym. Aby pogodzić poprawność działania mechanizmu zwrotniczego z pracą zawieszenia kół kierowanych, trzeba zastosować dzielone drążki kierownicze. Przykłady trapezowych mechanizmów zwrotniczych stosowanych w samochodach z niezależnym zawieszeniem Przedstawia rysunek 13.



Rys. 13. Przykłady trapezowych mechanizmów zwrotniczych stosowanych w samochodach z niezależnym zawieszeniem [5, s. 121].

Drażki kierownicze wykonuje się zazwyczaj z prętów lub rur o nagwintowanych końcach, na których mocuje się końcówki drążków. W końcówkach drążków kierowniczych są osadzone przeguby kulowe, umożliwiające przestrzenne, wzajemne ruchy między poszczególnymi elementami mechanizmu zwrotniczego. Typowa końcówka drążka (rys. 14) składa się z obudowy 4, w której segmenty gniazda kulowego 2 obejmują sworzeń kulowy 1, osadzony nieruchomo w części współpracującej z drążkiem (np. dźwignią zwrotnicy). Sprężyna 3 służy do kasowania luzu. Gniazdo kulowe jest napełnione smarem stałym.



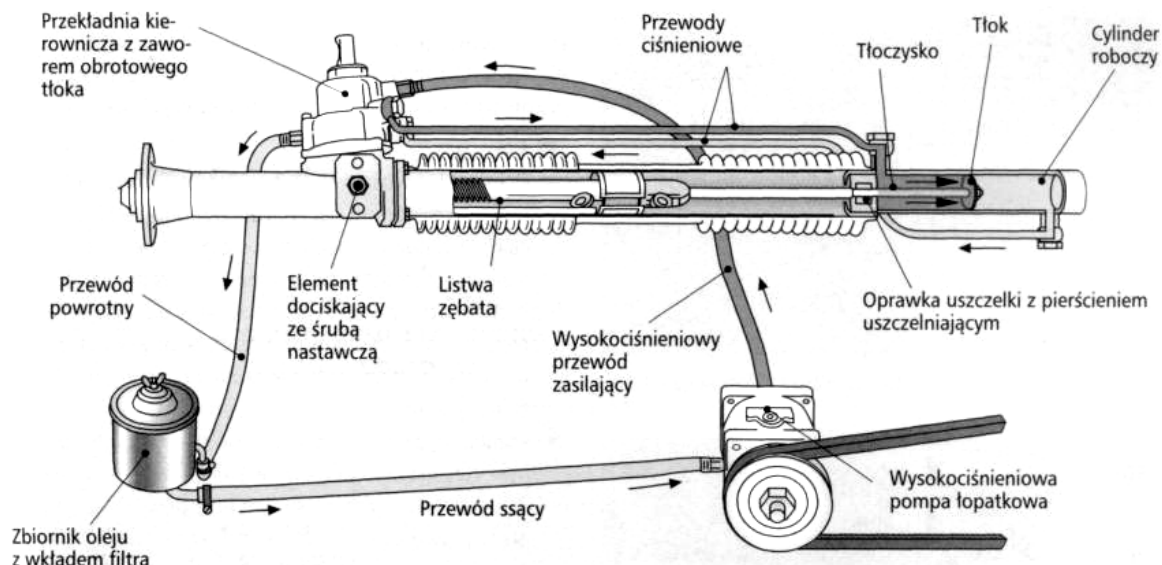
Rys. 14. Przykład konstrukcji drążka kierowniczego: 1) sworzeń kulowy, 2) segmenty gniazda kulistego, 3) sprężyna, 4) obudowa [5, s. 121].

W pojazdach, szczególnie ciężkich, szybkich lub komfortowych oraz w wielu popularnych pojazdach osobowych, niezadowolające okazuje się także zmniejszanie siły wywieranej na koło kierownicy przy pomocy samej przekładni mechanicznej, ponieważ jest to nieuchronnie okupione zwiększoną liczbą obrotów potrzebnych do wykonania pełnego skrętu. Dlatego regułą stało się wyposażanie tego rodzaju samochodów w urządzenia wspomagające, dzięki którym – prócz siły kierowcy -wykorzystuje się do kierowania pojazdem dodatkowe siłowniki pneumatyczne, hydrauliczne lub elektryczne.

Mechanizmy wspomagające

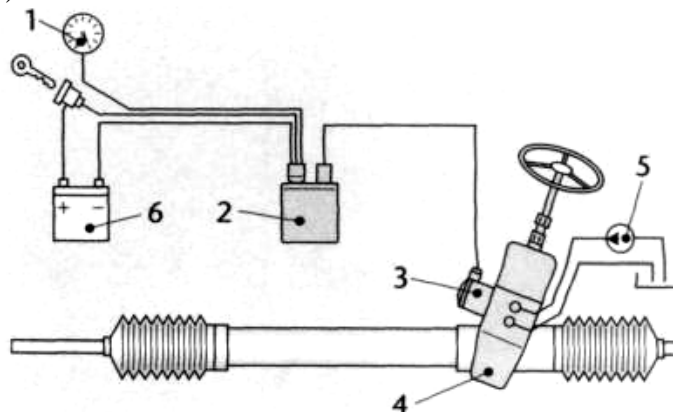
W nowoczesnych samochodach dominują zespolone hydrauliczne mechanizmy wspomagające zintegrowane w jednolitej obudowie najczęściej z przekładnią śrubowo-kulkową lub zębatkową. Podstawową cechą konstrukcyjną takiego układu wspomagającego jest jego zwartość uzyskana przez umieszczenie wszystkich elementów przeniesienia napędu mechanicznego i wspomaganie hydraulicznego w jednej obudowie.

Maksymalna siła konieczna do obsługi mechanizmu kierowniczego, wynosząca 250 N, uzależniona jest od przełożenia przekładni i obciążenia osi. Hydrauliczny serwomechanizm (rys. 15).



Rys. 15. Hydrauliczny serwomechanizm [1, s. 349].

Ciśnienie hydrauliczne działa na tłok w przekładni kierowniczej. Ciśnieniem oleju steruje pompa za pomocą zaworu sterującego na wale kierownicy. Układ serwomechanizmu (serwotronic, rys. 16).

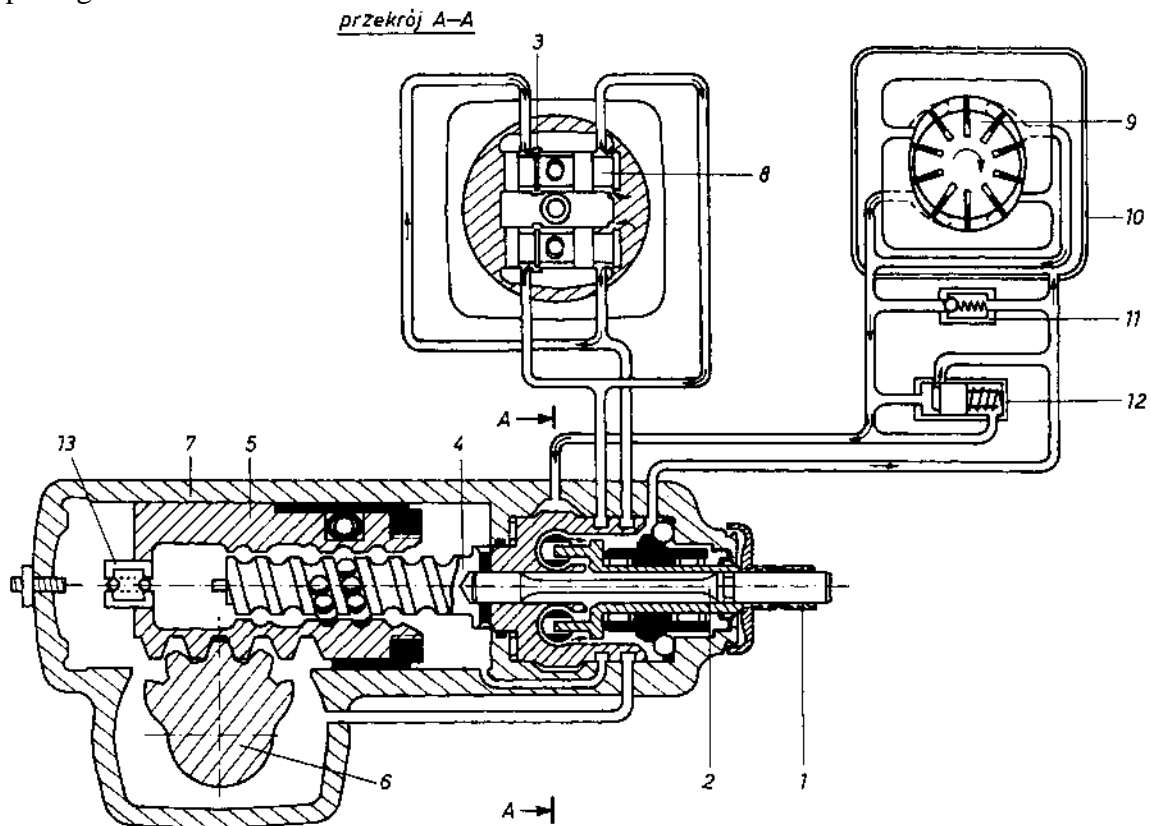


Rys. 16. Układ serwostworowania: 1) Prędkościomierz, 2) urządzenie sterujące, 3) Zawór magnetyczny, 4) czujnik kąta obrotu, 5) czujnik kierunku obrotu, 6) zasilanie [1, s. 349].

Urządzenie sterujące (2) w zależności od prędkości (1) steruje zawór magnetyczny (3) i w ten sposób ustala ciśnienie oleju w instalacji. Wspomaganie kierownicy jest większe przy wolnej jeździe (manewrowanie), a mniejsze przy szybkiej (bezpieczeństwo jazdy).

Na rysunku 17 przedstawiono przykład rozwiązania zespolonego mechanizmu wspomagającego z przekładnią śrubowo-kulkową. Przeniesienie momentu obrotowego od koła kierownicy do ramienia przekładni kierowniczej odbywa się za pomocą zestawu śrub-nakrętka z kulkami łożyskowymi i pary zębata – segment zębataj. Układ taki zapewnia wysoką sprawność, dużą trwałość i możliwość bezluzowej współpracy śruby z nakrętką. Nakrętka pełni w tym układzie jednocześnie rolę tłoka siłownika hydraulicznego. Zespół zaworów sterujących umieszczony jest między wałem kierownicy a śrubą. Przewężenie wykonane na końcu wału, pełniące rolę drążka skrętnego, umożliwia kątowe przemieszczenie wału względem śruby proporcjonalne do momentu przyłożonego do kierownicy. Widełki związane z wałem kierownicy przesuwają tłoczki zaworu rozdzielczego, którego korpus

połączony jest ze śrubą przekładni. W ten sposób przemieszczenia tłoczków są proporcjonalne do momentu na kole kierownicy, co daje w efekcie różnicę ciśnień po obu stronach tłoka – nakrętki także proporcjonalną do tego momentu i odpowiedni do tego efekt wspomagania.



Rys. 17. Mechanizm wspomagający zespolony z przekładnią śrubowo-kulkową: 1) wał wejściowy z widełkami zaworu sterującego, 2) drążek skrętny, 3) obudowa zaworu sterującego, 4) śruba, 5) nakrętka – tłok z naciętą zębatką, 6) wał główny z wycinkiem zębatym, 7) obudowa, 8) tłoczki zaworu sterującego, 9) pompa, 10) zbiornik oleju, 11) zawór bezpieczeństwa, 12) zawór przelewowy, 13) zawór krańcowy [4, s. 119].

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Z jakich elementów składa się układ kierowniczy?
2. Jakie zadania spełnia układ kierowniczy w pojeździe samochodowym?
3. Do czego służy przekładnia kierownicza?
4. Jakimi różnicami różnią się rodzaje przekładni?
5. Co to jest charakterystyka podsterowna?
6. Jakie zadania spełniają zwrotnice kół?
7. Czym jest układ wspomagający układ kierowniczy i jakie spełnia zadanie?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż i nazwij na modelu poszczególne elementy układu kierowniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku dla ucznia,
- 2) wskazać elementy budowy układu kierowniczego,
- 3) wykonać opis elementów w zeszycie przedmiotowym,
- 4) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model układu kierowniczego lub pojazd ćwiczebny
- podnośnik stanowiskowy
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 2

Wskaż rodzaj zastosowanej przekładni kierowniczej w pojeździe i opisz różnicę w budowie całego układu w zależności od zastosowanej przekładni.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

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

Wyposażenie stanowiska pracy:

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

Ćwiczenie 3

Wykonaj demontaż/montaż przekładni układu kierowniczego z pojazdu samochodowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

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

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- pojazd samochodowy lub makieta,
- 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 kierowniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) nazwać poszczególne elementy układu kierowniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić zasadę działania układu kierowniczego pojazdu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić funkcję każdego elementu układu kierowniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zdemontować i zamontować elementy układu kierowniczego pojazdu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Sprawdzanie zużycia elementów układu kierowniczego

4.2.1. Materiał nauczania

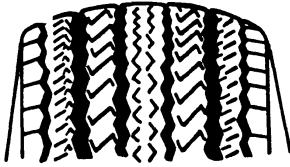
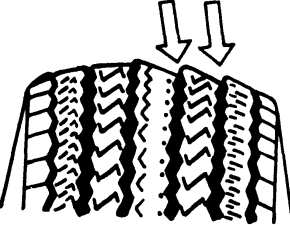
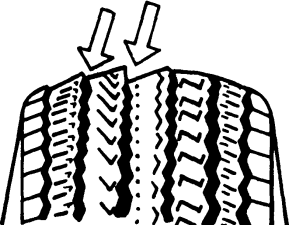
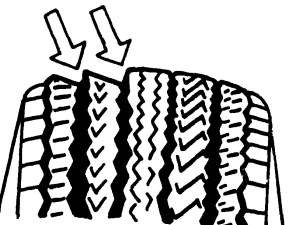
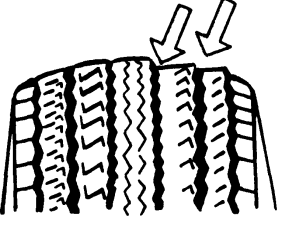
Reakcja przednich kół na ruchy kierownicy maleje stopniowo wraz ze wzrastaniem zużycia elementów układu kierowniczego. Po osiągnięciu zbyt dużych luzów w układzie podatność samochodu na kierowanie zmniejsza się na tyle, że dalsza eksploatacja zaczyna zagrażać bezpieczeństwu jazdy.

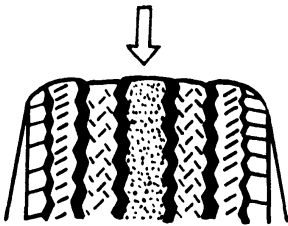
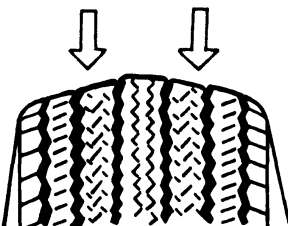
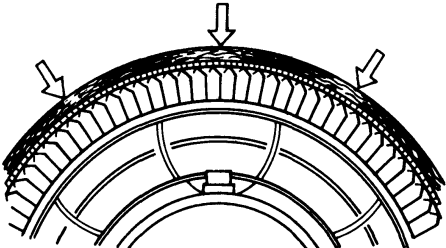
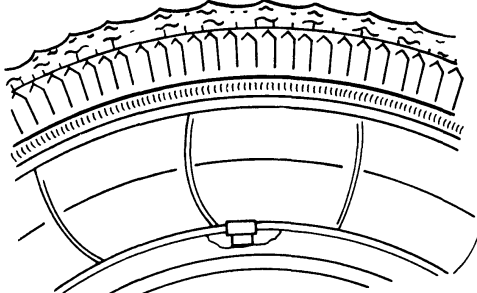
Objawy, jakie towarzyszą jeździe samochodem z niesprawnym układem kierowniczym zostały podane w tablicy 1 i 2:

Tabela 1. Najczęściej spotykane usterki w układzie kierowniczym i ich możliwe przyczyny [8, s. 29].

Lp.	Objawy	Przyczyny
1	Samochód nie utrzymuje kierunku ruchu – ściąga na bok	Niejednakowe ciśnienie powietrza w ogumieniu. Niewłaściwe ustawienie kół przednich. Nadmierny luz w łożyskach kół przednich. Odształcenie 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 kierownicy	Obluzowanie się nakrętek śrub mocujących obudowę przekładni kierowniczej. Luzy w przegubach kulistych drążków kierowniczych. Nadmierny luz w przekładni kierowniczej. Nadmierne luzy 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.

Tabela 2. Przykłady nieprawidłowego zużywania się opon oraz ich przyczyny [8, s. 17].

Sposób zużywania się opon	Przyczyna
1	2
<p>I</p>  <p>Prawidłowe zużycie opony. Brak schodków między sąsiednimi pasami rzeźby bieżnika.</p>	
<p>II</p>  <p>Zwiększone zużycie zewnętrznych pasów rzeźby bieżnika (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 bieżnika; 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 bieżnika; 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 bieżnika; 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="395 280 432 315">VI</p>  <p data-bbox="715 280 1040 383">Szybkie zużywanie się środkowych pasów rzeźby bieżnika.</p>	<p data-bbox="1066 280 1351 349">Zbyt wysokie ciśnienie powietrza w ogumieniu.</p>
<p data-bbox="379 645 427 680">VII</p>  <p data-bbox="715 645 1040 748">Szybkie zużywanie się bocznych pasów rzeźby bieżnika; środkowy pas wystaje.</p>	<p data-bbox="1066 645 1351 714">Zbyt niskie ciśnienie powietrza w ogumieniu.</p>
<p data-bbox="475 1055 523 1090">VIII</p>  <p data-bbox="715 1014 1040 1229">Miejscowe zużycie bieżnika, równomiernie rozmieszczone na obwodzie; zaczynają pojawiać się na pasach bocznych, a następnie obejmują środkowy pas rzeźby.</p>	<p data-bbox="1066 1014 1351 1189">Niewyważenie koła przekracza dopuszczalne granice. Znaczne bicie koła. Wadliwie działający amortyzator.</p>
<p data-bbox="480 1453 512 1489">IX</p>  <p data-bbox="715 1384 1040 1487">Miejscowe, nierównomierne „miscołowanie” rzeźby bieżnika.</p>	<p data-bbox="1066 1384 1351 1733">Trzepotanie kół z powodu: luzów w układzie kierowniczym, luzów w łożyskach koła, wyrobionych otworów do mocowania w tarczy koła, niedokręconej nakrętki tarczy koła.</p>

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

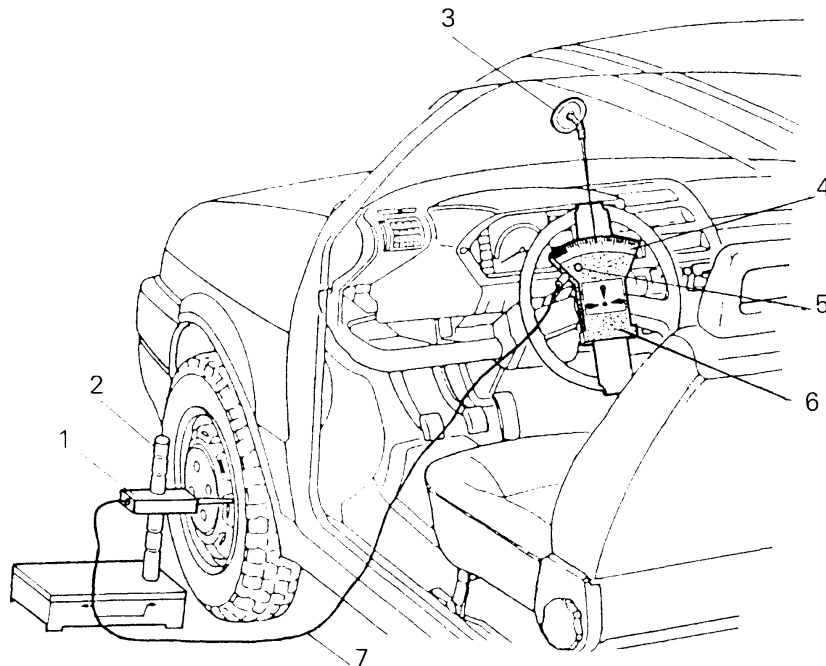
Pomiar ruchu jałowego koła kierownicy

Wykonywana w ramach oględzin zewnętrznych bezprzędowa kontrola ruchu jałowego koła kierownicy jest próbą subiektywną i mało dokładną, która służy jedynie do wstępnej oceny przydatności układu kierowniczego. Ruch jałowy koła kierownicy jest miernikiem sumarycznego luzu w całym układzie i w celu jego wartościowego określenia konieczne jest dysponowanie odpowiednim przyrządem np.: LUZ-1.

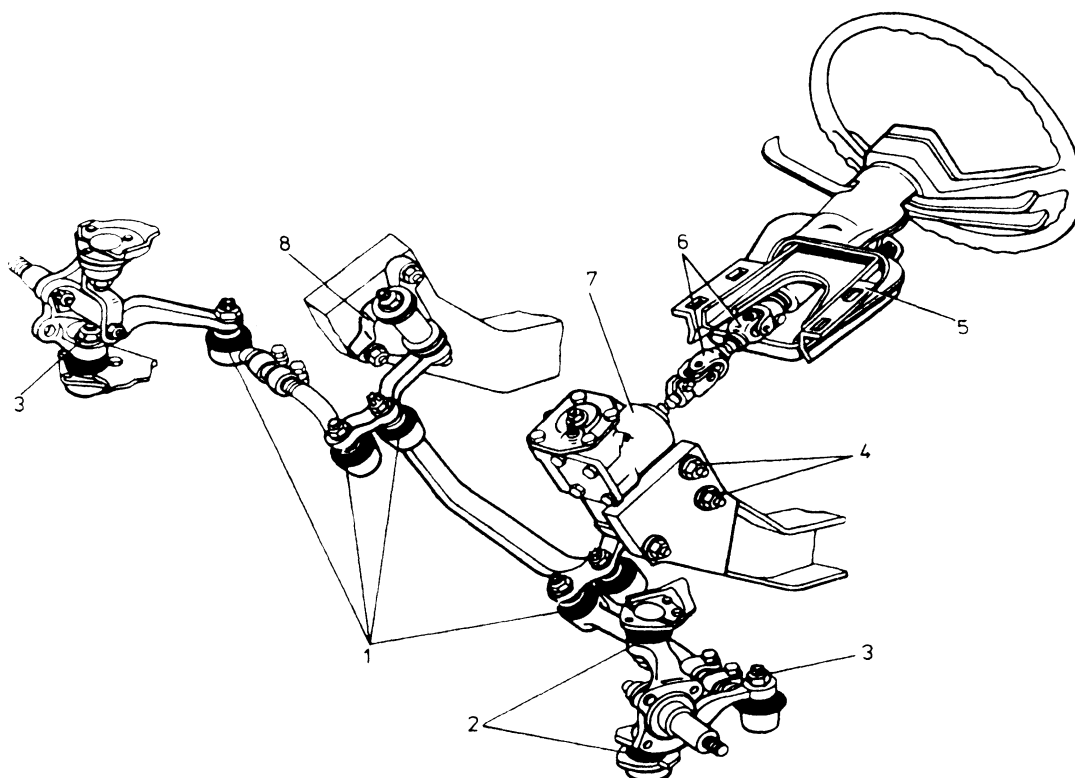
Wykonanie pomiaru

Ustawić koła przednie samochodu, jak do jazdy na wprost. Statyw z czujnikiem ustawić obok lewego przedniego koła (rys. 18). Iglicę czujnika zbliżyć na odległość około 0,5 mm od krawędzi tarczy koła po prawej stronie. Założyć na koło kierownicy prowadnicę suwaka. Ustawić suwak z podziałką kątową na prowadnicy tak, aby jego znak pokrywał się z osią obrotu koła kierownicy. Umocować wskazówkę z przyssawką do szyby przedniej lub bocznej. Powoli obracać koło kierownicy w prawo, do chwili zaświecenia diody (5), która jest sygnałem, że koło rozpoczęło ruch skrętny po skasowaniu luzów w układzie kierowniczym. Przytrzymać koło kierownicy w tym położeniu i ustawić koniec wskazówki (3) na punkt 0° podziałki kątowej suwaka. Obrócić koło kierownicy w lewo, aż zgaśnie dioda (5), co jest sygnałem, że koło zaczęło wykonywać skręt w drugą stronę. Odczytać wynik pomiaru na podziałce.

Największy ruch jałowy koła kierownicy, mierzony miarą kątową nie powinien przekraczać 10°. Większa wartość będzie świadczyła o usterkach lub nadmiernym, niedopuszczalnym zużyciu jednego lub kilku elementów układu kierowniczego, np: po zużyciu przegubów kulowych (rys. 19), po poluzowaniu nakrętek mocujących przeguby (3), nadmiernym luzie w przekładni kierowniczej (7) lub jej luźnym mocowaniu do nadwozia, po zużyciu tulei metalowo-gumowych sworznia wspornika (8), a także o luzach w przegubach krzyżakowych (6). Pomiar luzu koła kierownicy nie umożliwia ustalenia miejsca usterki. W celu jej lokalizacji należy, korzystając z pomocy drugiej osoby, która będzie energicznie poruszała kierownicą lub uniesionym kołem, obserwowała wszystkie miejsca oznaczone na rysunku 3. Dla łatwiejszego odszukania wzajemnych przemieszczeń spowodowanych nadmiernymi luzami zaleca się dotykanie dłońmi badanych miejsc.



Rys. 18. Zastosowanie przyrządu LUZ-1: 1) czujnik z iglicą, 2) statyw, 3) wskazówka, 4) suwak z podziałką kątową, 5) dioda, 6) prowadnica, 7) przewód elektryczny [8, s. 237].



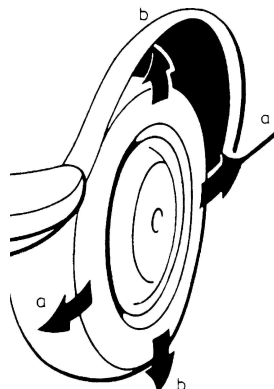
Rys. 19. Układ kierowniczy: 1) przeguby kulowe drążków kierowniczych, 2) przeguby kulowe zwrotnicy, 3) nakrętki mocujące przeguby, 4) śruby mocujące przekładnię kierowniczą, 5) wspornik wału kierownicy, 6) przeguby krzyżakowe wału kierownicy, 7) przekładnia kierownicza, 8) wspornik dźwigni pośredniej [8, s. 237].

Koło kierownicy nie powinno wykazywać ani luzu wzdłużnego, ani poprzecznego. Ich pojawienie się może być spowodowane luźnym umocowaniem wału kierownicy (5), zużyciem jego łożyskowania lub wielowypustu czopa.

Bezprzrządowa metoda wykrywanie luzów w układzie kierowniczym i jezdny

Ponieważ układ kierowniczy jest w dużym stopniu powiązany z układem jezdny, sprawdzenie tych układów może odbywać się wspólnie.

Najprostszym sposobem wykrycia nadmiernych luzów w układzie jezdny samochodu jest próba poruszenia kołem po podniesieniu go do góry (rys. 20). Sprawdzając w ten sposób stan zawieszenia przedniego uzyskuje się jednocześnie informacje o luzach w układzie kierowniczym.



Rys. 20. Kierunki poruszania kołem podczas sprawdzania luzów w zawieszeniu (a – ruchy w płaszczyźnie pionowej) oraz w układzie kierowniczym (b – ruchy w płaszczyźnie poziomej) [8, s. 207].

Wykonanie badania

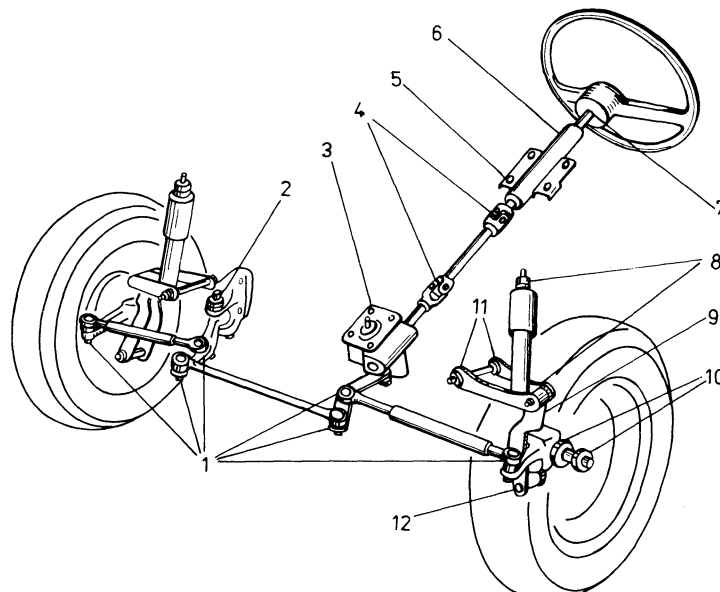
Za pomocą podnośnika unieść przód samochodu tak, aby sprawdzane koło nie stykało się z podłożem. W niektórych samochodach podnośnik musi być ustawiony pod wahaczem, aby odciążona sprężyna zawieszenia nie spowodowała skasowania luzów w układzie.

Chwycić dłońmi za oponę i poruszać nią energicznie na boki, w kierunkach pokazanych na rysunku 20. Wykonując ruchy zgodnie ze strzałkami pionowymi można wyczuć luzy w łożyskach kół (10 – rys. 21), 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.

Sprawdzone koło wprowadzić 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).

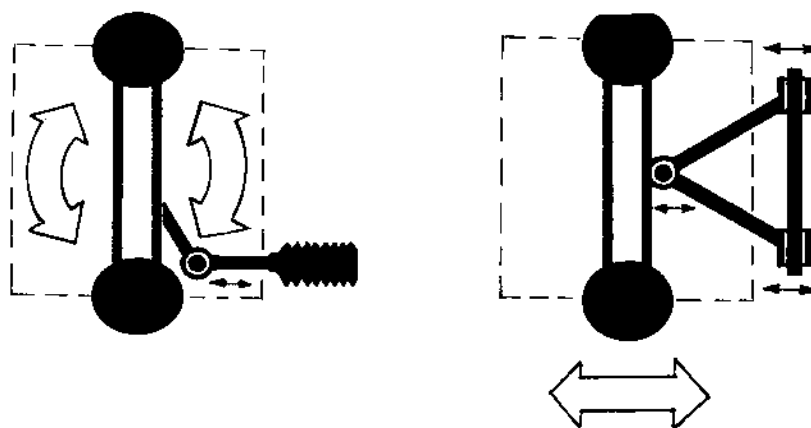
Występowanie tych zjawisk będzie świadczyło albo o uszkodzeniu łożysk kół, albo o ocieraniu szczęk hamulcowych (lub klocków) o bęben (lub o tarczę).

- w podobny sposób 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 jezdnym (do tego potrzebna jest pomoc drugiej osoby).



Rys. 21. 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 [8, 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. 22). 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. 22. Przykład detektora luzów w układzie jezdnym i układzie kierowniczym [8, s. 206].

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie usterki najczęściej występują w układzie kierowniczym?
2. Co jest przyczyną usterek w układzie kierowniczym?
3. W jaki sposób dokonywany jest pomiar ruchu jałowego koła kierownicy i czemu on służy?
4. Do czego służy detektor luzów?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień punkty w układzie kierowniczym, w których może powstawać luz między współpracującymi elementami.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje, poznać przyrządy i wyposażenie stanowiska,
- 3) wymienić punkty połączeń w układzie kierowniczym i odnotować je w zeszycie,
- 4) zaprezentować przebieg ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i przyrządów,
- instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy i przeciwpożarowe,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 2

Sprawdź luz sumaryczny układu kierowniczego na kole kierowniczym za pomocą przyrządu LUZ-1.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeczytać instrukcje przyrządów,

- 3) wykonać pomiary i wyniki odnotować w zeszycie ćwiczeniowym,
- 4) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

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

Ćwiczenie 3

Oceń stan sprawności układu kierowniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje, poznać przyrządy i wyposażenie stanowiska,
- 3) wykonać sprawdzenie sprawności układu kierowniczego wyniki odnotować w zeszycie,
- 4) zaprezentować przebieg ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i przyrządów,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

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

4.3. Sposoby naprawy elementów układu kierowniczego

4.3.1. Materiał nauczania

Do prawidłowej obsługi i naprawy mechanizmów samochodu potrzebne są dane regulacyjne oraz montażowe, określające współdziałanie zespołów i współpracę poszczególnych elementów. Do danych regulacyjnych w układzie kierowniczym należą między innymi: ustawienie współpracujących elementów przekładni kierowniczej, ustawienie zbieżności kół.

Dane te podawane są w instrukcjach obsługi i instrukcjach napraw, dostarczanych przez wytwórcę samochodów.

Po wstępnej ocenie niedomagań układu należy przystąpić do demontażu i oceny elementów przewidzianych do naprawy.

Konieczność naprawy układu kierowniczego może być wywołana przyczynami dwojakiego rodzaju:

- zużyciem w wyniku normalnej eksploatacji, przy prawidłowej obsłudze samochodu,
- uszkodzeniem spowodowanym niewłaściwymi warunkami eksploatacji (uderzenie kołem o krawężnik, jazda z dużą prędkością po nierównej drodze, brak obsługi lub niewłaściwa obsługa) lub powstałym w następstwie wypadku.

Prawidłowe działanie układu kierowniczego decyduje o bezpieczeństwie ruchu, w związku z tym w przypadku stwierdzenia jakichkolwiek niedomagań należy bezzwłocznie przeprowadzić szczegółową kontrolę i usunąć zauważone uszkodzenia lub usterki.

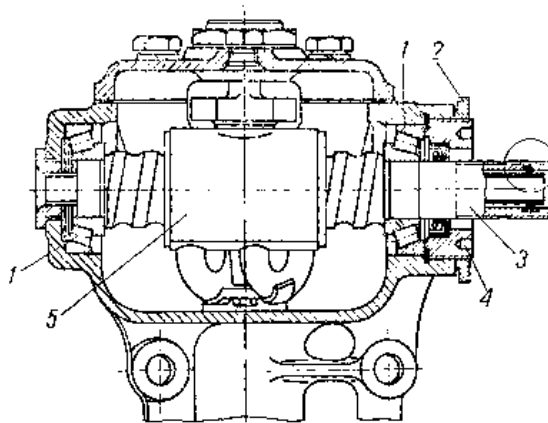
Czynności obsługowe

Uszkodzenia wymagające wymiany głównych części mechanizmu kierowniczego nie powinny występować wcześniej niż po przebiegu 100 tys. km. Wcześniej natomiast mogą się pojawić nadmierne luzy wskutek zużycia, zwłaszcza w łożyskach wału kierownicy, oraz przecieki oleju. Luzy można usunąć przez odpowiednią regulację bez wyjmowania mechanizmu z samochodu. Sposób regulacji zależy od rodzaju przekładni kierowniczej i konstrukcji mechanizmu, dlatego należy ściśle przestrzegać zaleceń instrukcji fabrycznych.

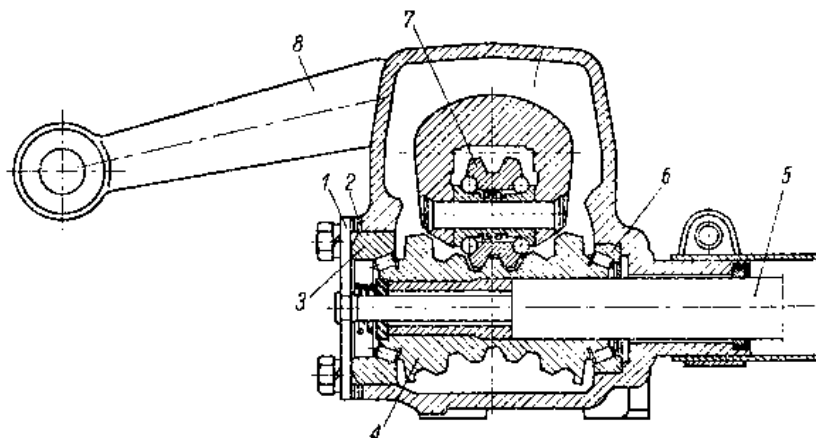
W przypadku braku danych fabrycznych wskazane jest regulowanie łożysk wału kierownicy w taki sposób, aby podczas obrotu kołem kierownicy nie wykazywały ani wyczuwalnego luzu, ani wyczuwalnego oporu. Regulację luzów w mechanizmie kierowniczym można wykonywać bez wyjmowania mechanizmu z samochodu za pomocą wkręta regulacyjnego (rys. 23) lub podkładek regulacyjnych, umieszczanych pod pokrywą łożysk (rys. 24).

Jeżeli brak jest danych fabrycznych, to regulację za pomocą wkręta wykonuje się następująco. Dokręcić wkręt, sprawdzając przy tym opór przy obracaniu koła kierownicy i w chwili wycucia wzrostu oporu cofnąć wkręt o około $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{16}$ obrotu. W takim przypadku ustalony stan powinien być wypośredkowany, tzn. wykonana regulacja powinna zapewniać założenie bez zacisku wstępnego, a jednocześnie bez wyczuwalnego luzu. Podobnie postępuje się podczas regulacji luzów za pomocą podkładek regulacyjnych. Po prawidłowym doborze grubości podkładek i całkowitym dokręceniu pokrywy opór podczas obracania koła kierownicy nie powinien wzrastać, a jednocześnie wał nie powinien wykazywać luzów osiowych.

Regulacja osiowego luzu wałka poprzecznego przekładni wiąże się ściśle, ze względu na współpracę elementów przekładni, z luzem zazębienia. W związku z tym regulację tę należy przeprowadzać po regulacji łożysk wału kierownicy. Należy przy tym uważać, aby regulacja luzu na wałku poprzecznym nie spowodowała zwiększenia oporów obrotu wału kierownicy.



Rys. 23. Mechanizm kierowniczy z regulacją luzu na łożyskach wału kierownicy za pomocą wkręta: 1) łożyska wału kierownicy; 2) przeciwnakrętka zabezpieczająca, 3) wał kierownicy, 4) wkręt regulujący luz na łożyskach, 5) nakrętka przekładni [6, s. 268].



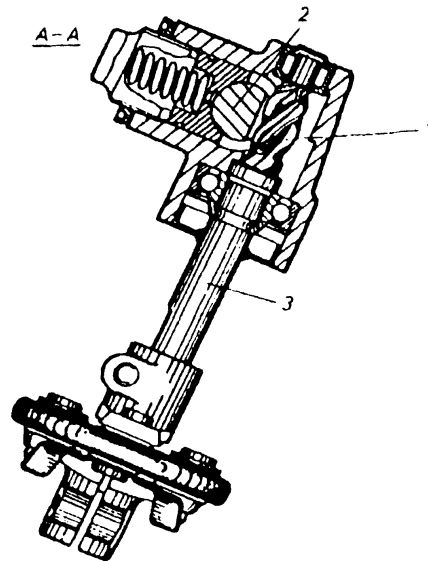
Rys. 24. Mechanizm kierowniczy z regulacją luzu na łożyskach wału kierownicy za pomocą podkładek: 1) pokrywa obudowy dolna, 2) podkładki regulacyjne, 3) zewnętrzny pierścień łożyska dolnego, 4) ślimak przekładni, 5) wał kierownicy, 6) zewnętrzny pierścień łożyska górnego, 7) rolka przekładni, 8) ramię kierownicze [6, s. 268].

Sposób wykonywania czynności podczas regulacji luzu wałka poprzecznego jest podobny do regulacji luzu łożysk kierownicy.

W zębatkowych mechanizmach kierowniczych reguluje się luz między kołem zębatym a zębatką oraz opór ruchu listwy, który amortyzuje uderzenia kół o nierówności drogi. W niektórych typach samochodów, wyposażonych w zębatkowe przekładnie kierownicze, przewidziana jest samoczynna regulacja luzu międzyzębnego. Regulacja ta polega na docisku listwy zębatej do koła zębatego wału kierownicy przez napięcie odpowiednio dobranej sprężyny. W takich przypadkach przewiduje się regulację napięcia sprężyny dociskającej (rys. 25).

W przekładniach zębatkowych reguluje się luz osiowy koła zębatego i luz międzyzębny. Regulację luzu osiowego wykonuje się przez dokręcanie śruby umieszczonej w obudowie mechanizmu kierowniczego w przedłużeniu osi wału kierownicy i osadzonego na nim koła zębatego. Regulację tę należy tak wykonywać, aby wał kierownicy z kołem zębatym nie miał wyczuwalnego luzu osiowego, a jednocześnie obracał się bez zwiększonych oporów. Natomiast luz międzyzębny reguluje się przez obrót tulei mimośrodowej, w której ułożyskowany jest wał. W tym przypadku również obowiązuje zasada, że po regulacji podczas obrotów koła kierownicy (przy podniesionych kołach samochodu) nie powinno się wyczuwać ani luzu międzyzębnego, ani zwiększonego oporu w całym zakresie skrętu.

Jeżeli występujący luz w mechanizmie kierowniczym nie daje się usunąć za pomocą przewidzianych konstrukcyjnie możliwości regulacji, świadczy to o nadmiernym zużyciu. Mechanizm taki wymaga naprawy i musi być wyjęty z samochodu.



Rys. 25. Przekładnia zębatkowa: 1) zębnik, 2) zębatka (możliwość regulacji luzu międzyzębnego poprzez zmianę nacisku sprężyny pod listwą zębatą), 3) wał kierownicy [4, s. 119].

W mechanizmie zwrotniczym niedomagania nie powinny wystąpić wcześniej niż po przebiegu 80–100 tys. km; mogą się natomiast zdarzyć uszkodzenia o charakterze awaryjnym (np. zgięcie lub pęknięcie drążka).

Wymianę przegubów kulowych wykonuje się w przypadku wyczuwalnego luzu. Należy pamiętać, że sworznie kuliste drążków osadzone są wciskowo w stożkowych otworach ramion zwrotnicy, zatem do wyjęcia ich potrzebny jest odpowiedni ściągacz (rys. 26).



Rys. 26. Ściągacze sworzni kulistych [2, str. 62].

Wybijanie sworzni młotkiem przez grube podkładki z miękkiego metalu dopuszczalne jest tylko w sytuacjach wyjątkowych.

Stosowane obecnie w samochodach przeguby nierozbieralne w zasadzie nie podlegają naprawie i w razie stwierdzenia nadmiernego zużycia powinny być wymienione na nowe. Bardzo ważne jest dobre zabezpieczenie połączenia przegubowego przed zanieczyszczeniem. Należy zawsze starannie sprawdzać stan uszczelnienia, a w przypadku uszkodzenia lub obluźwienia wymienić. Nieznacznie zgięte drążki lub ramiona kierownicze można naprawiać przez wyprostowanie na prasie; nie wolno do tego celu używać młotka, ponieważ powoduje to ostre wgniecenia, które mogą być następnie przyczyną pęknięcia drążka. Znacznie odkształcone lub pęknięte drążki kierownicze należy wymienić.

Naprawa układu kierowniczego

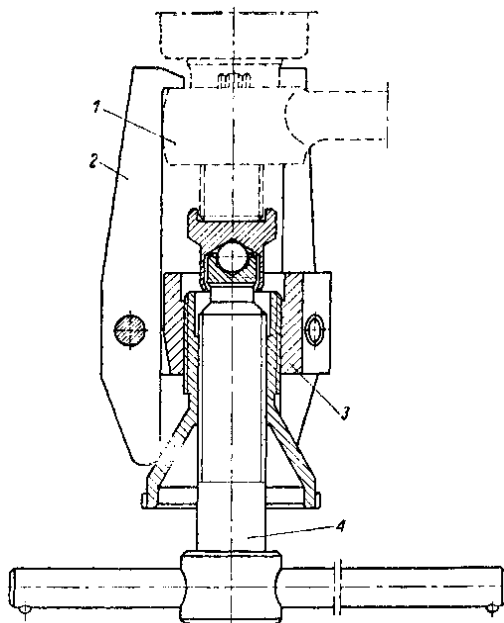
Znaczne zróżnicowanie budowy zespołów układu kierowniczego uniemożliwia zwięzłe omówienie przebiegu czynności naprawczych, ponieważ układ kierowniczy każdego typu samochodu, zwłaszcza osobowego, wymaga niemalże oddzielnego potraktowania. W związku z tym dla każdego typu samochodu opracowane są instrukcje naprawy. Tym bardziej, że potrzebne do naprawy przyrządy (ściągacze, klucze, uchwyty itp.) mają specjalną konstrukcję. W niniejszym podrozdziale omówiono przede wszystkim te zagadnienia, które mają charakter ogólny, a bardziej szczegółowy opis dotyczy konkretnego typu samochodu.

Układ kierowniczy, przeznaczony do naprawy, podlega demontażowi, myciu i weryfikacji.

Zwykle wał kierownicy jest dzielony przegubem. Rozłączenie przegubu umożliwia wyjęcie przekładni kierowniczej bez potrzeby rozbierania kolumny.

Przed dalszym demontażem przekładni kierowniczej, trzeba wykręcić korek i spuścić olej, a następnie odkręcić nakrętkę mocującą ramię kierownicze na wałku poprzecznym i ściągnąć je za pomocą ściągacza (rys. 27). Dalsze czynności zależą od budowy przekładni kierowniczej i nie wymagają specjalnego omówienia.

Przed weryfikacją wszystkie elementy należy dokładnie umyć i osuszyć sprężonym powietrzem. Następnie skontrolować współpracujące powierzchnie elementów przekładni na ślady pęknięć, łuszczenie, zatarcie lub nierównomierne zużycie. W czasie weryfikacji należy zachować kolejność wynikającą ze współdziałania poszczególnych podzespołów i części, np. wielowypust wałka poprzecznego przekładni sprawdzić wspólnie z założonym ramieniem przekładni. Po wciśnięciu na wielowypust wałka nakrętka i podkładka muszą mieć jeszcze zapas na dociągnięcie min 1,5 mm (czoła wałka i ramienia nie mogą się pokrywać). Niezależnie od rodzaju mechanizmu kierowniczego do głównych wad, wykrywanych w czasie weryfikacji, zalicza się: uszkodzenia obudowy (pęknięcia), zużycie ślimaka, rolki, wałka poprzecznego przekładni i tulejek, zużycie elementów połączeń przegubowych drążków kierowniczych, zgięcie drążków, osłabienie zamocowania koła kierownicy na wale itp. Ponadto należy zwrócić uwagę na stan uszczelek, podkładek, sprężyn itd.



Rys. 27. Trójramienny ściągacz uniwersalny ramienia kierowniczego: 1) ramię kierownicze, 2) ramię ściągacza, 3) jarzma, 4) śruba ściągająca [6, str. 273].

W przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub nadmiernego zużycia takich elementów mechanizmu kierowniczego, jak: ślimak, ślimacznica, rolka ślimaka lub nakrętka, należy je wymienić. Zużyte sworznie kuliste również trzeba wymienić.

Naprawa mechanizmu kierowniczego

Wielowypust wałka poprzecznego sprawdza się wspólnie z ramieniem przekładni. Pęknięcia, obłamania, zerwanie lub nadmierne zużycie wielowypustu w otworze ramienia kierowniczego wymagają wymiany ramienia.

W przypadku przekładni globoidalnej należy dokładnie sprawdzić powierzchnię rolki współpracującej ze ślimakiem globoidalnym. Wszelkie uszkodzenia rolki (pęknięcia, ślady zatarcia lub nierównomiernego zużycia) kwalifikują rolę do wymiany.

Jeżeli powierzchnie robocze zwojów i bieżni, łożysk ślimaka wykazują ślady łuszczenia lub pęknięcia, odpryski, zużycie powierzchni roboczej, to ślimak podlega wymianie. Należy przy tym pamiętać, że wymianie podlega również element współpracujący.

Bicie wału kierownicy nie powinno przekraczać 0,5 mm w środkowej części wału i 0,25 mm na bieżni łożyska w górnej części ślimaka. Wszelkie nieznaczne zgięcia wału kierownicy usuwa się przez prostowanie na prasie. Po wyprostowaniu należy sprawdzić bicie wału.

Sprawdzić dolne łożysko stożkowe ślimaka: na powierzchni bieżni i rolek nie powinno być śladów zatarcia, łuszczenia lub nierównomiernego zużycia. W przypadku stwierdzenia nawet jednej z wymienionych wad łożysko wraz z rolkami należy wymienić.

Naprawa drążków kierowniczych

Drążek kierowniczy nie może być skrzywiony, odkształcony lub mieć powiększonych otworów na sworznie kuliste. W przypadku stwierdzenia tych wad drążek trzeba wymienić na nowe. Nieznacznie skrzywione drążki mogą być prostowane na zimno pod prasą. Pęknięte lub zużyte sworznie kuliste należy wymienić. Stożkową część sworznia kontroluje się na stopień przylegania do powierzchni otworu, w którym ma być osadzony. Minimalny stopień przylegania wynosi około 70% powierzchni przylgowej.

Czynności kontrolne po montażu

Po naprawie i skompletowaniu części układ kierowniczy montuje się zgodnie z zaleceniami instrukcji naprawy. Przed zamontowaniem do samochodu należy wykonać następujące czynności kontrolne:

- sprawdzić poosiowy luz wału kierownicy,
- sprawdzić siłę potrzebną do obrócenia koła kierownicy; siłę należy mierzyć podczas obracania koła kierownicy z położenia środkowego w prawo i w lewo,
- sprawdzić osadzenie ramienia kierowniczego na wielowypuszcisku wałka poprzecznego; w żadnym przypadku ramię kierownicze nie może wchodzić tak daleko na wielowypust, aby czoła zewnętrzne wałka poprzecznego przekładni i ramienia leżały w jednej płaszczyźnie,
- sprawdzić szczelność przekładni kierowniczej; w tym celu napełnia się przekładnię olejem i obserwuje, czy występują przecieki; podczas próby mechanizm kierowniczy musi być zamocowany w imadle w takiej pozycji, jaką zajmuje w samochodzie.

Po wmontowaniu układu kierowniczego do samochodu sprawdza się:

- ruch jałowy koła kierownicy,
- środkowe położenie mechanizmu kierowniczego przy kołach ustawionych do jazdy na wprost,
- samoczynne powracanie koła kierownicy do położenia środkowego po wyjściu z zakrętu.

W niektórych mechanizmach kierowniczych wałek poprzeczny przekładni ma oznaczenia, które ułatwiają właściwe ząbienie przekładni oraz założenie ramienia kierowniczego na wielowypust w wymaganym położeniu. W niektórych pojazdach prawidłowe położenie ramienia kierowniczego względem wałka poprzecznego mechanizmu zapewnia podwójnej szerokości ząb w użębieniu wałka, który może być wprowadzony tylko

w odpowiedni wręb międzyzębny ramienia przekładni kierowniczej. W mechanizmach bez takich oznaczeń należy ramię przekładni kierowniczej zakładać w położeniu wynikającym z zakresu ruchu drążków kierowniczych.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest luz międzyzębny w przekładni kierowniczej?
2. W jaki sposób reguluje się luz międzyzębny w przekładni kierowniczej?
3. Których elementów z układu kierowniczego nie naprawia się?
4. Za pomocą, jakiego przyrządu zdejmujemy przeguby kuliste?
5. W jaki sposób można naprawić nieznacznie zgięte drążki lub ramiona przekładni kierowniczej?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj regulację luzu międzyzębnego w przekładni kierowniczej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku dla ucznia,
- 2) wykonać demontaż przekładni kierowniczej,
- 3) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy pomiarowe,
- 4) zapisać w zeszycie ćwiczeń sposób pomiarów i swoje wnioski,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przekładnie przeznaczone do demontażu,
- instrukcja stanowiskowa,
- zestaw narzędzi monterskich,
- przyrządy pomiarowe,
- dane techniczne naprawianej przekładni,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wykonaj wymianę sworznia kulistego drążka kierowniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku dla ucznia,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia,
- 3) wykonać demontaż sworznia kulistego,
- 4) zapisać w zeszycie ćwiczeń swoje wnioski,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- model lub pojazd ćwiczebny
 - nowe drążki kierownicze,
 - ściągacze drążków kierowniczych
 - instrukcja stanowiskowa,
 - zestaw narzędzi monterskich,
 - przyrządy pomiarowe,
 - zeszyt do ćwiczeń,
 - przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Wykonaj wymianę wspornika drążków kierowniczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku dla ucznia,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia,
- 3) wykonać demontaż sworznia kulistego,
- 4) zapisać w zeszycie ćwiczeń swoje wnioski,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- model lub pojazd ćwiczebny
 - nowy wspornik drążków kierowniczych,
 - ściągacze drążków kierowniczych
 - instrukcja stanowiskowa,
 - zestaw narzędzi monterskich,
 - przyrządy pomiarowe,
 - zeszyt do ćwiczeń,
 - przybory do pisania.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) ustawić luz międzyzębny w przekładni kierowniczej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wymienić sworzeń kulisty drążka kierowniczego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wymienić poszczególnych elementów układu kierowniczego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) wymienić wspornik drążków kierowniczych. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) wymienić drążek kierowniczy? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.4. Regulacja kół kierowanych

4.4.1. Materiał nauczania

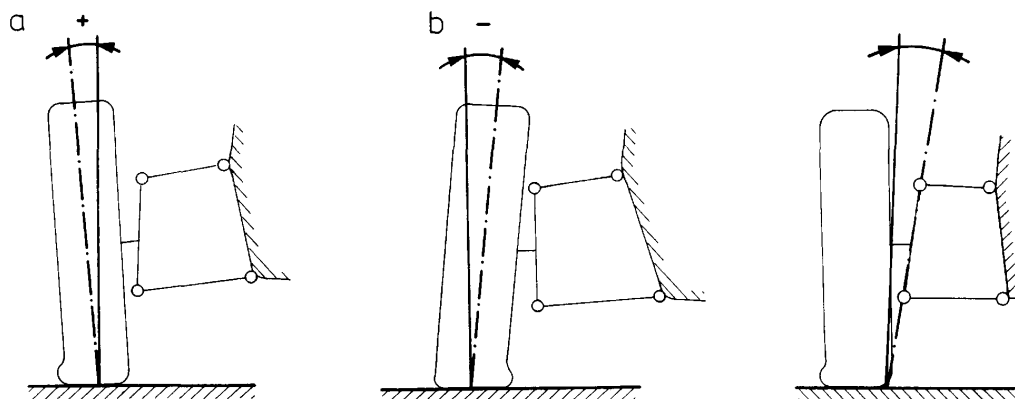
Kierowalność i stabilność samochodu podczas jazdy są uwarunkowane prawidłowością ustawienia kół przednich oraz, w mniejszym już stopniu, kół tylnych. Geometria ustawienia kół ma więc decydujące znaczenie dla bezpośredniej eksploatacji samochodu, co narzuca konieczność wykonywania jej pomiaru w następujących przypadkach:

- okresowej obsługi technicznej zaleconej 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 zmianę parametrów ustawienia kół lub osi.

Odpowiednie ustawienie kół kierowanych zapewnia samoczynne powracanie skręconych kół do położenia jazdy na wprost oraz samoczynne utrzymywanie przez samochód kierunku jazdy na wprost. Prawidłowe ustawienie kół ułatwia prowadzenie samochodu, natomiast ich wadliwe ustawienie powoduje występowanie niewielkich poślizgów na styku opon z jezdnią, utrudniających utrzymywanie kierunku jazdy oraz znacznie przyspieszających zużycie ogumienia.

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 ślawości.



Rys. 28. Pochylenie koła: a) dodatnie, b) ujemne [8].

Rys. 29. Pochylenie sworznia zwrotnicy [8, 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:

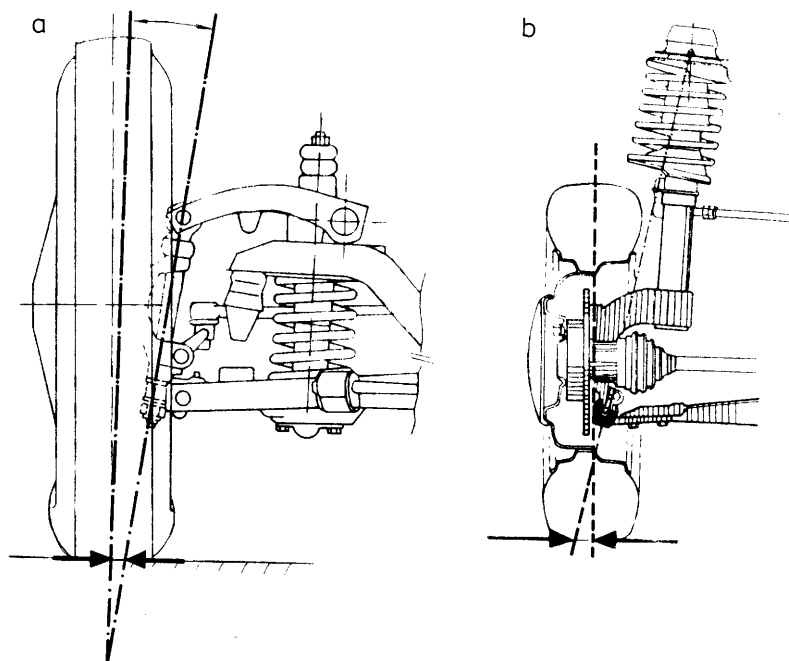
- pomiar i ewentualna regulacja kąta wyprzedzenia sworznia zwrotnicy,

- 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. 23 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.

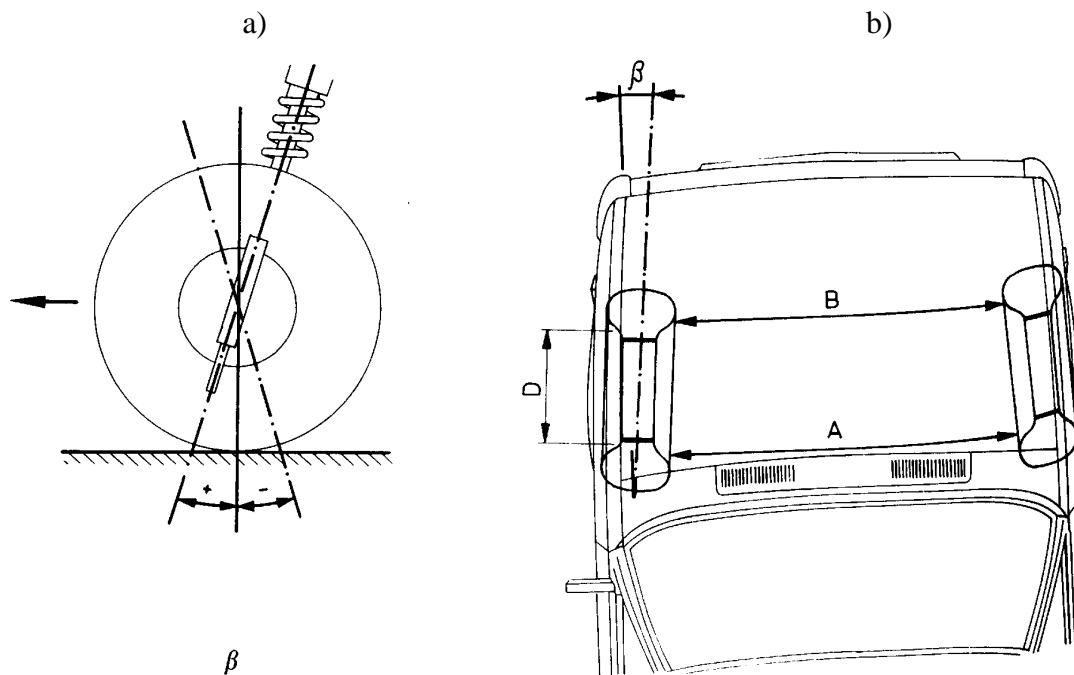
Pochylenie sworznia zwrotnicy jest kątem odchylenia bocznego osi sworznia od prostej prostopadłej do płaszczyzny jezdni (rys. 30). W kołach prowadzonych na zawieszeniu McPherson pochylenie sworznia zwrotnicy odpowiada wychyleniu od prostej prostopadłej do płaszczyzny jezdni, prostej przeprowadzonej przez 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. 30. Pochylenie sworznia zwrotnicy z pozytywnym (a) i negatywnym (b) promieniem zataczania [8, 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. 31 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.



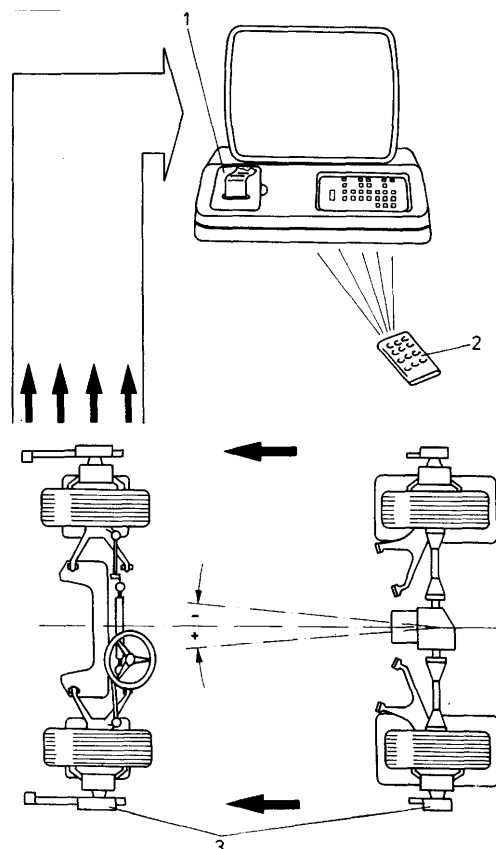
Rys. 31. a) wyprzedzenie sworznia zwrotnicy, b) zbieżność kół przednich (A-B – miara liniowa, D – średnica tarczy koła, β – miara kątowa) [8, str. 240].

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.31b). 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. Oznaczają 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. 32) oraz sposobem obsługi.



Rys. 32. Schemat przesyłania danych z czujników do komputera: 1) drukarka, 2) zdalne sterowanie pracą urządzenia, 3) czujniki pomiarowe z układami sensorowymi [8. 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 zbieżności kół?
2. Jakie parametry geometrii kół podczas regulacji są zależne od siebie?
3. Co to jest wyprzedzenie sworznia zwrotnicy?
4. Co to jest kąt pochylenia koła?
5. Co to jest kąt pochylenia sworznia zwrotnicy?
6. Co to jest zbieżność kół,
7. W jaki sposób dokonujemy pomiaru i regulacji geometrii kół?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź kontrolę luzów w układzie kierowniczym, i uzupełnij ciśnienie w ogumieniu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) zabezpieczyć pojazd przed przetoczeniem,
- 3) podnieść oś przednią pojazdu ,
- 4) sprawdzić luzy w kładzie kierowniczym i zawieszenia,
- 5) sprawdzić ciśnienie w ogumieniu,
- 6) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- pojazd ćwiczebny,
- podnośnik dtsnowiskowy,
- przyrząd do pomiaru ciśnienia w kołach,
- zestaw narzędzi monterskich,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wykonaj regulację zbieżności.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy pomiarowe,
- 3) dokonać pomiaru zbieżności kół,
- 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,
- instrukcja 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 kierowniczym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sprawdzić ciśnienie w ogumieniu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) przygotować pojazd do pomiaru zbieżności kół?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać pomiaru zbieżności kół?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać regulacji zbieżności kół?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

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 kierowniczego jest
 - a) wahacz.
 - b) drążek stabilizacyjny.
 - c) zwrotnica.
 - d) drążek skrętny.
2. Najmniejszą sprawność ma przekładnia
 - a) śrubowa.
 - b) śrubowo-kulowa.
 - c) globoidalna.
 - d) zębatkowa.
3. Podaj element układu kierowniczego zużywający się najszybciej
 - a) przekładnia kierownicza.
 - b) wał kierowniczy.
 - c) sworznie kuliste.
 - d) kolumna kierownicza.
4. Charakterystyka sterowności najbardziej optymalna z punktu prowadzenia pojazdu jest
 - a) nadsterowna.
 - b) podsterowna.
 - c) prostoliniowa.
 - d) neutralna.

5. Układ kierowniczy spełnia zadanie
- przewodzenie kół.
 - kierowanie kół
 - pochylenie kół.
 - wyważenie kół.
6. Zwrotnice kół są konstruowane zależnie od
- przekładni głównej.
 - mechanizmu wspomagania układu kierowniczego.
 - koła kierownicy.
 - elementów przedniego zawieszenia.
7. Układ wspomagający układu kierowniczego ma za zadanie
- korygowanie jazdy przy dużych prędkościach.
 - zmianę kierunku jazdy na zakrętach.
 - podniesienie komfortu jazdy i zmniejszenie siły potrzebnej do skręcania kół.
 - łatwiejsze pokonywanie wzniesień.
8. Ugięcie prawidłowo naciągniętego paska klinowego napędu pompy wspomagania wynosi
- około 5 mm.
 - około 10 mm.
 - około 20 mm.
 - około 30 mm.
9. Przedstawiony na rysunku przyrząd służy do
- odłączania wału kierowniczego od przekładni.
 - zdejmowania kierownicy.
 - zdejmowania sworzni kulistych.
 - demontażu przekładni kierowniczej.



10. Mechanizm zwrotniczy służy do
- obrotu drążków kierowniczych.
 - jednoczesnego skręcania kół kierowanych.
 - samoczynnego powrotu kół kierowanych.
 - obrotu wału kierowniczego.
11. Mechanizm kierowniczy służy do
- przeniesienia ruchu kąтового ze zwrotnicy na koła.
 - zmiany położenia końcówki drążka.
 - do przekazywania ruchów koła kierownicy na mechanizm zwrotniczy.
 - do zmiany pochylenia koła.
12. Elementem mechanizmu zwrotniczego jest
- kolumna kierownicza.
 - przeguby krzyżakowe.
 - zwrotnice wraz z ramionami.
 - przekładnia kierownicza.

13. Naprawę sworznia kulistego wykonuje się
 - a) poprzez regenerację.
 - b) poprzez wymianę sprężyny.
 - c) poprzez wymianę na nowy.
 - d) poprzez wymianę wkładek ciernych.

14. Obsługa układu kierowniczego polega na
 - a) sprawdzenie kąta wychylenia.
 - b) sprawdzenie połączeń przegubowych i śrub mocujących elementy układu kierowniczego.
 - c) sprawdzenie połączeń gumowych.
 - d) naprawę zużytych elementów.

15. Niedomagania układu kierowniczego podczas jazdy objawiają się
 - a) stukami pochodzącymi z tyłu samochodu.
 - b) stukami pochodzącymi z przedniej części podwozia samochodu podczas jazdy po nierównościach.
 - c) przestawieniem koła kierownicy.
 - d) kołysaniem wzdłużnym pojazdu.

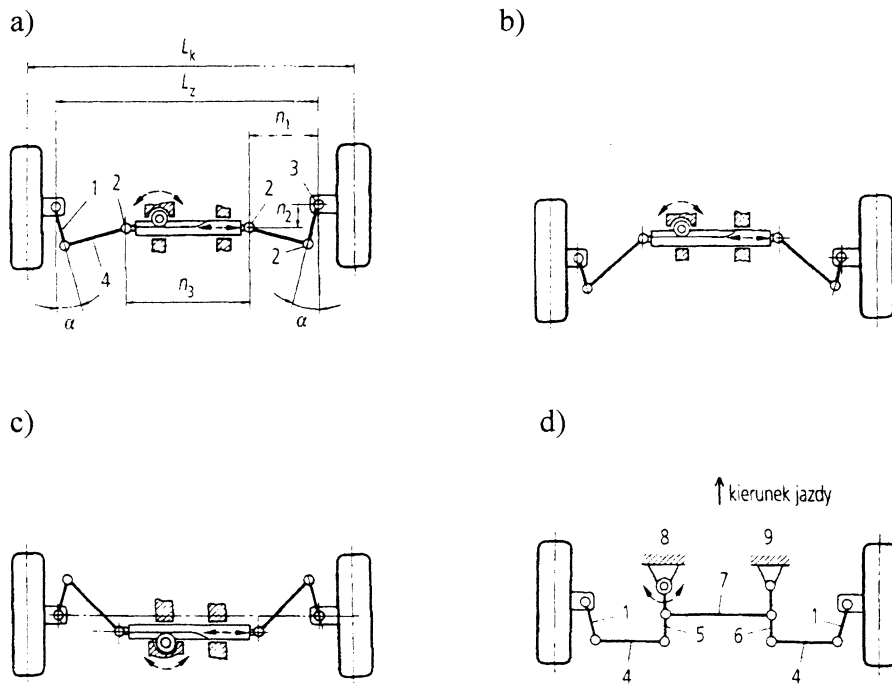
16. Najszybciej możemy sprawdzić sprawność układu kierowniczego
 - a) poprzez obserwację pojazdu na postoju.
 - b) poprzez obracanie kołem kierownicy.
 - c) poprzez poruszanie kołem kierownicy w prawo i lewo w zakresie luzu i obserwowanie reakcji kół.
 - d) poprzez podniesienie pojazdu.

17. Pożądany sposób zwracania kół kierowanych zapewnia
 - a) odpowiednia średnica koła kierownicy.
 - b) trapezowy mechanizm zwrotniczy
 - c) odpowiednie przełożenie przekładni.
 - d) odpowiednia długość drążka środkowego.

18. Kierowalność i stabilność pojazdu podczas jazdy jest uwarunkowana
 - a) prawidłowością ustawienia kół.
 - b) prawidłowym doбором opon samochodowych.
 - c) właściwym obciążeniem pojazdu.
 - d) prawidłowym doбором zawieszenia.

19. Zastosowanie zasady Acermana polega na
 - a) odpowiednim doborze drążków kierowniczych do przekładni.
 - b) odpowiednim doborze układu kierowniczego do układu zawieszenia.
 - c) odpowiednim doborze parametrów trapezu kierowniczego.
 - d) odpowiednim przełożeniu przekładni kierowniczej.

20. Przekładnię ramieniową przedstawia schemat



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie naprawy układów kierowniczych

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. Reński A, Układy hamulcowe i kierownicze oraz zawieszenia. OWPW, Warszawa 1997.
5. Rychter T. Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1996.
6. Sikorski J.: Układy kierownicze. WKŁ, Warszawa 1974.
7. Sitek K.: Diagnostyka samochodowa. Auto, Warszawa 1999.
8. Trzeciak K. Diagnostyka samochodów osobowych. WKŁ Wyd. 6 uaktualnione. WKiŁ, Warszawa 2005.