

Moduł 5

Układ kierowniczy

1. **BUDOWA I DZIAŁANIE UKŁADU KIEROWNICZEGO**
2. **MECHANIZM ZWROTNICZY**
3. **ELEMENTY MECHANIZMU ZWROTNICZEGO**
4. **URZĄDZENIA WSPOMAGAJĄCE UKŁADU KIEROWNICZEGO**

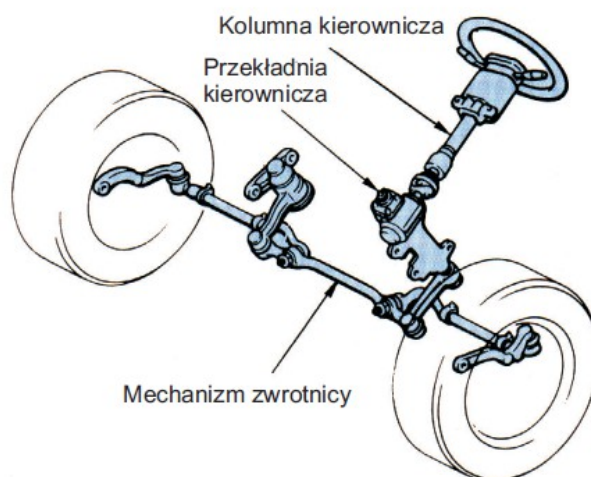
Projekt „Model systemu wdrażania i upowszechniania kształcenia na odległość w uczeniu się przez całe życie”
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Budowa pojazdów samochodowych Cz.1 Podwozia i nadwozia

W tym module zostaną omówione zagadnienia dotyczące konstrukcji układów kierowniczych stosowanych w pojazdach samochodowych. Zostanie tu omówiony podział i budowa poszczególnych układów kierowniczych.

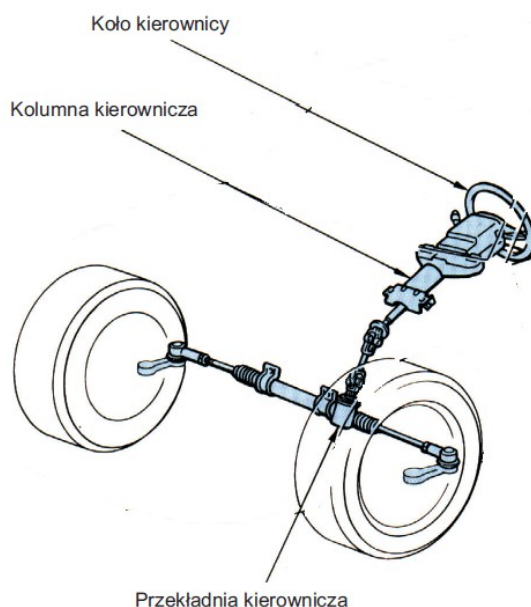
Zadaniem układu kierowniczego jest umożliwienie kierowcy kontrolowania kierunku ruchu pojazdu przez odpowiednie ustawienie kół kierowanych. Dzieje się to za pośrednictwem kierownicy, kolumny kierowniczej przekazującej obroty kierownicy do przekładni kierowniczej, która dzięki odpowiedniemu przełożeniu zwielokrotnia siłę przyłożoną do kierownicy oraz mechanizmu zwrotnicy, przekazującego przemieszczenia elementów przekładni na zwrotnice kół. Rozwiązanie układu kierowniczego zależy od konstrukcji samochodu (w szczególności od rodzaju układu napędowego, zawieszenia oraz przeznaczenia pojazdu). Obecnie znajdują zastosowanie głównie dwa typy: z przekładnią zębatkową lub kulkowo-śrubową.

Rys. 5.1. Układ kierowniczy z przekładnią kulkowo-śrubową



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

Rys. 5.2. Układ kierowniczy z przekładnią zębatą



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

Podczas pokonywania zakrętów na wąskiej, krętej drodze, układ kierowniczy musi umożliwiać szybkie, ale jednocześnie łagodne i płynne zmiany kierunku ruchu pojazdu.

5. BUDOWA I DZIAŁANIE UKŁADU KIEROWNICZEGO

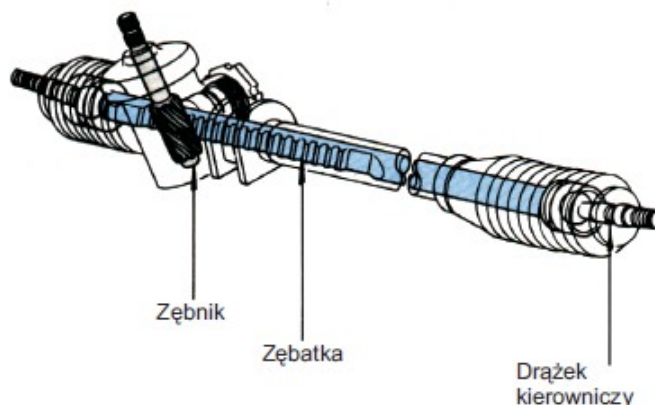
Kolumna kierownicy składa się z wału kierowniczego, który przekazuje ruch obrotowy koła kierownicy do przekładni oraz obudowy rurowej, mocującej wał do nadwozia. Górny koniec wału ma kształt stożkowego wielowypustu, na którym osadzone jest dodatkowo umocowane nakrętką, koło kierownicy. Kolumna kierownicza wyposażona jest w mechanizm energochłonny, absorbujący energię sił wzdłużnych, które w przypadku kolizji przekazywane są na kierownicę i poduszkę powietrza. Obudowa wału przymocowana jest do nadwozia za pomocą obejmy, która podczas uderzenia uwalnia kolumnę wskutek ścięcia plastikowych sworzni mocujących, powodując jednocześnie cofnięcie się kierownicy w kierunku przedniej przegrody. Dolny koniec wału jest połączony z przekładnią za pośrednictwem przegubu elastycznego lub uniwersalnego przegubu krzyżakowego, w celu zmiany kąta przekazywanego momentu skręcającego. Dodatkowo, oprócz mechanizmu energochłonnego, niektóre modele samochodów mogą być wyposażone w dodatkowe mechanizmy jak np.

- mechanizmy zabezpieczające (blokady kierownicy).
- regulacyjne, umożliwiające kierowcy zmiany kąta pochylenia kierownicy.
- kolumny teleskopowe pozwalające zmieniać odległość kierownicy od kierowcy w celu uzyskania optymalnego wysięgu kierownicy.

Przekładnia kierownicza bez wspomagania

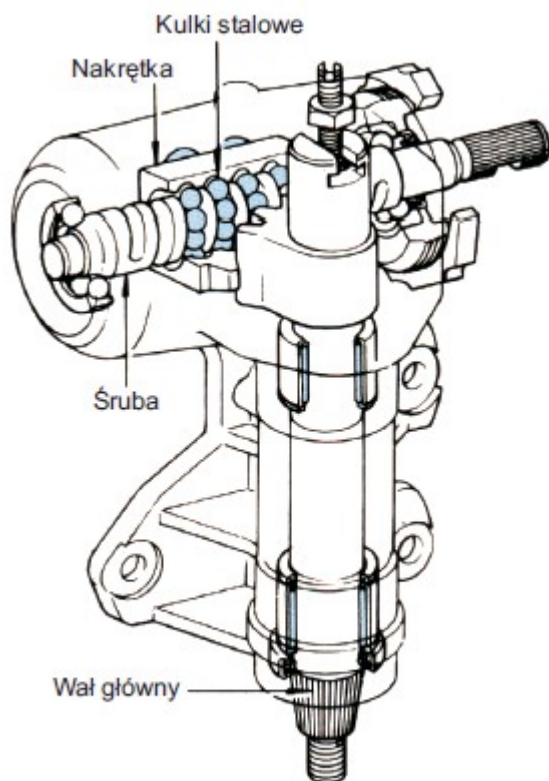
Przełożenie w przekładni kierowniczej umożliwia nie tylko skręcanie kół kierowanych, ale równocześnie, ponieważ jest to przełożenie redukujące, zmniejszona zostaje siła potrzebna do skręcenia kierownicy poprzez zwiększenie momentu wyjściowego. Wartości przełożenia redukcyjnego zwanego przełożeniem przekładni kierowniczej zawierają się zazwyczaj w przedziale pomiędzy 18:1 a 20:1. Większe wartości przełożeń zmniejszają siłę potrzebną do skręcenia kół, jednakże zwiększają wielkość kąta obrotu kierownicy niezbędnego do pokonania zakrętu. Istnieje wiele różnych typów konstrukcji przekładni kierowniczych, jednakże najpowszechniej we współczesnych pojazdach znalazły zastosowanie przekładnie zębatkowe oraz kulkowo-śrubowe. W pierwsze wyposaża się małej i średniej wielkości samochody osobowe oraz dostawcze, w drugie duże samochody osobowe i dostawcze.

Rys. 5.3. Przekładnia zębatkowa



Źródło: Materiały szkoleniowa Toyota

Rys. 5.4. Przekładnia śrubowo-kulkowa



Źródło: Materiały szkoleniowa Toyota

Przełożenie przekładni kierowniczej

W przypadku przekładni śrubowo-kulkowej wartość przełożenia określa się jako iloraz wartości kąta obrotu koła kierownicy i ramienia przekładni.

$$\frac{\text{Wartość kąta obrotu koła kierownicy}}{\text{Wartość kąta obrotu ramienia przekładni}}$$

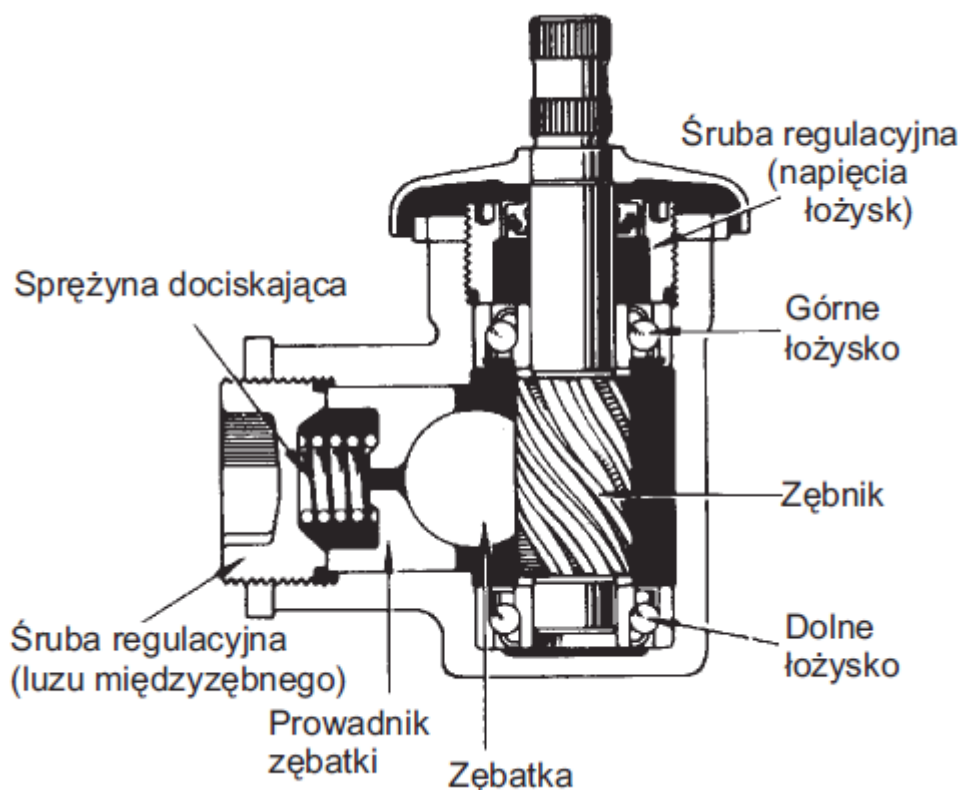
Dla przekładni zębatkowej wartość przełożenia określa się dzieląc wartość kąta obrotu koła kierownicy przez wartość kąta skreślenia kół przednich.

$$\frac{\text{Wartość kąta obrotu koła kierownicy}}{\text{Wartość kąta skreślenia kół przednich}}$$

Przekładnia zębatkowa

Zębnik przekładni znajdujący się na dolnym końcu głównego wału kierowniczego jest zazębiony z zębatką. Obrót koła kierownicy połączony z obrotem zębnika powoduje ruch liniowy zębatki w lewo lub w prawo. Przesunięcie zębatki jest przenoszone za pośrednictwem drążków kierowniczych i końcówek na zwrotnice kół.

Rys. 5.5. Budowa przekładni zębatkowej

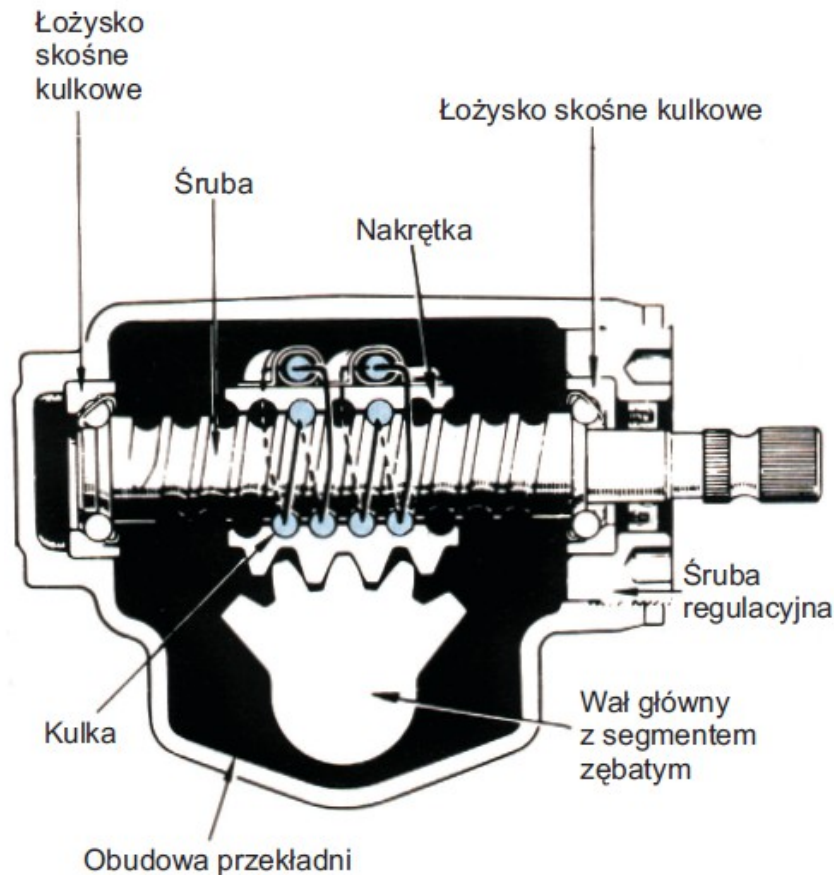


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

Przekładnia kulowo-śrubowa

Oba końce śruby są osadzone w łożyskach kulkowych skośnych. Nakrętka obraca się w stosunku do śruby, podparta wieloma kulkami znajdującymi się w spiralnych rowkach, stanowiących linię gwintową śruby i nakrętki. Kulki przetaczają się w rowkach zaprojektowanych w sposób pokazany na rysunku poniżej, dzięki czemu możliwy jest ich stały obieg. Wał główny jest podparty obustronnie w obudowie przekładni na łożyskach igiełkowych. Segment zębaty współpracuje z zębami nakrętki, która przemieszcza się wzdłuż obracającej się śruby. Ruch ten powoduje obrót wału głównego oraz ramienia przekładni. Przekładnia kulkowo-śrubowa charakteryzuje się niewielkimi oporami ślizgowymi, ponieważ dzięki kulkom tarcie pomiędzy śrubą a nakrętką jest bardzo małe. Konstrukcja przekładni kulkowo-śrubowych zapewnia wykasowanie luzu pomiędzy segmentem zębatym wału głównego i nakrętką w zakresie 5 stopni w lewo i w prawo (obrotu wału głównego) w stosunku do położenia jazdy na wprost. Celem skasowania luzów jest poprawienie reakcji układu kierowniczego na skręcenie kierownicy przy małych kątach skrętu. Dlatego luz pomiędzy segmentem zębatym wału głównego a nakrętką oraz luz w układzie kierowniczym powinny być sprawdzane przy kołach ustawionych do jazdy na wprost (tzn. w położeniu, w którym nakrętka i segment zębaty są zazębione symetrycznie). Regulacja w innym położeniu spowoduje nadmierne obciążenie wstępne i w rezultacie zwiększenie oporów w przekładni oraz przedwczesne zużycie jej elementów.

Rys. 5.6. Budowa przekładnia śrubowo-kulkowej



Źródło: Materiały szkoleniowa Toyota

2. MECHANIZM ZWROTNICZY

Mechanizm zwrotniczy stanowi połączone ze sobą drążki kierownicze i ramiona, za pomocą których przekazywany jest ruch elementów przekładni kierowniczej na lewe i prawe koło. Mechanizm zwrotniczy musi dokładnie przekazywać ruchy kierownicy na przemieszczające się w górę i w dół podczas jazdy przednie koła. Istnieje wiele różnych rozwiązań układów zwrotniczych i konstrukcji połączeń przegubowych, zaprojektowanych tak, aby spełnić to wymaganie. Właściwie zaprojektowane w dużym stopniu wpływają na własności stabilizacyjne pojazdu podczas jazdy.

1) Mechanizm zwrotniczy dla zawiesznień przednich niezależnych

Ponieważ zarówno lewe, jak i prawe koło poruszają się niezależnie od siebie w górę i w dół, zmienia się odległość pomiędzy ramionami zwrotnic. Oznacza to, że gdyby jeden drążek kierowniczy został użyty do połączenia obu kół, podczas przemieszczeń kół w górę i w dół zbieżność kół przybierałaby nieprawidłowe wartości. Dlatego w przypadku zawieszienia niezależnego stosuje się dwa drążki kierownicze. Są one połączone drążkiem środkowym (w przypadku przekładni zębatkowej drążek stanowi zębatka). Drążki boczne są połączone z końcówkami za pomocą tulei regulacyjnych do ustawiania zbieżności.

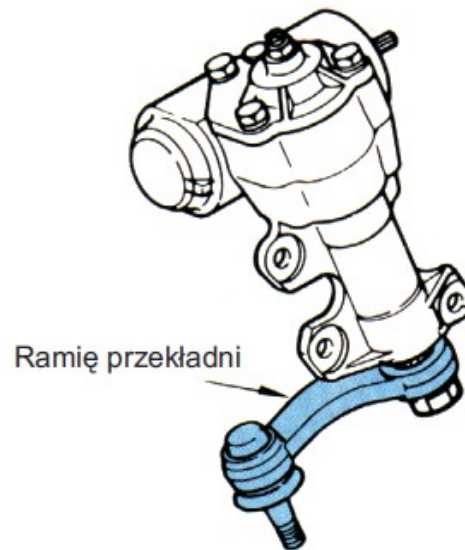
Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

3. ELEMENTY MECHANIZMU ZWROTNICZEGO

1) Ramię przekładni

Ramię przekładni przekazuje ruch z przekładni kierowniczej na drążek środkowy lub wzdłużny. Grubszy koniec ramienia jest wciśnięty na stożkowym wielowypuszcie wału głównego przekładni i dokręcony nakrętką. Cieńszy koniec jest połączony z drążkiem środkowym lub wzdłużnym z pomocą przegubu.

Rys. 9. Ramię przekładni

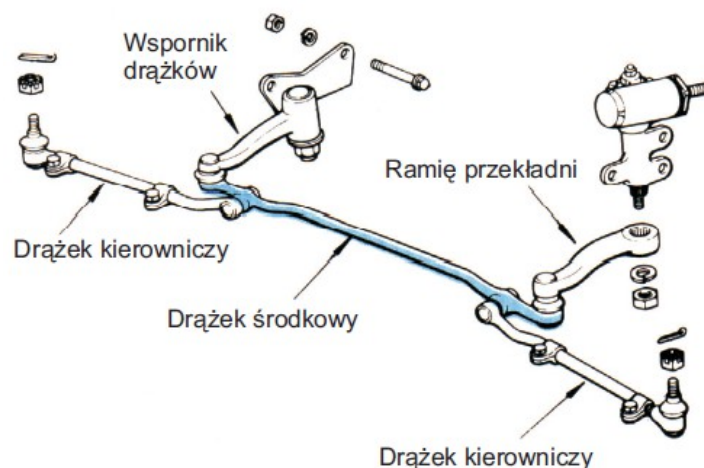


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

2) Drążek środkowy

Drążek środkowy jest połączony z ramieniem przekładni oraz lewym i prawym drążkiem kierowniczym. Przekazuje ruchy ramienia przekładni na drążki kierownicze. Jest także połączony ze wspornikiem drążków.

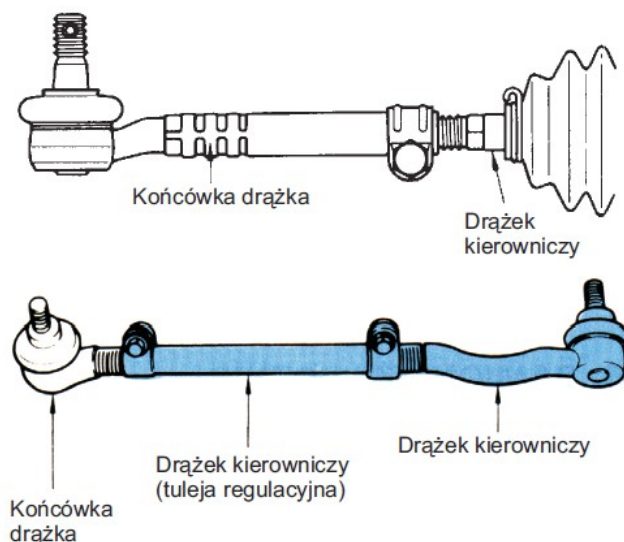
Rys.10. Drążek środkowy



3) Drażek kierowniczy

Końcówka drażka jest przykręcona do drażka kierowniczego w przekładni zębatkowej lub do tulei regulacyjnej w przypadku przekładni śrubowo-kulkowej, tak, że odległość pomiędzy połączeniami może być regulowana.

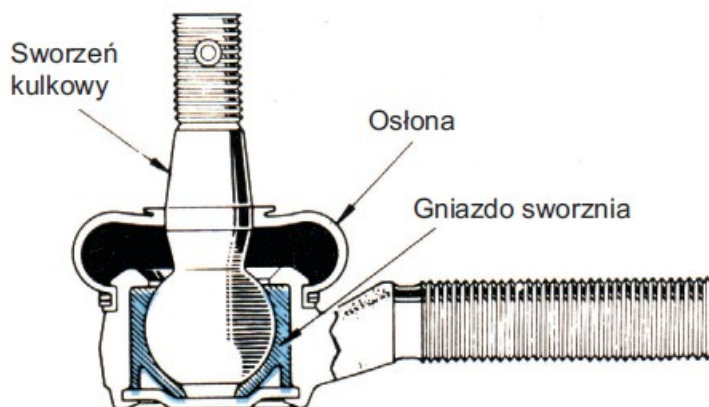
Rys. 5.10. Drażek kierowniczy



4) Końcówka drażka

Końcówki drażków zamontowane są na końcach drażków kierowniczych i łączą je z ramionami zwrotnic, drażkiem środkowym itd. Główną ich część stanowi przegub kulowy pokazany na ilustracji poniżej. Ponieważ przeguby stosowane w samochodach osobowych są zazwyczaj niesmarowalne, materiał gniazda musi być odporny na zużycie, własności uszczelniające osłony muszą być lepsze niż zazwyczaj oraz musi zostać użyty smar o niedegenerujących się z upływem czasu własnościach smarnych.

Rys. 5.11. Przegub kulowy



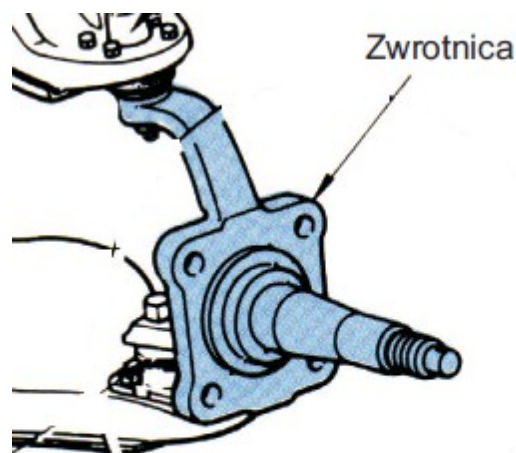
5) Ramiona zwrotnic

Ramiona zwrotnic przekazują ruchy drążków kierowniczych lub drążka wzdłużnego na koła za pośrednictwem zwrotnic.

6) Zwrotnica

Zwrotnice przejmują obciążenie przyłożone do przednich kół oraz spełniają funkcję osi obrotu kół. Zwrotnice obracają się wokół przegubów kulowych wahaczy lub sworzni w celu sterowania przednimi kołami. Konstrukcja zwrotnicy i piasty koła pokazana na rysunkach poniżej może być różna w zależności od tego, czy pojazd jest z napędem na przednią oś, tylną, czy też z napędem na wszystkie cztery koła.

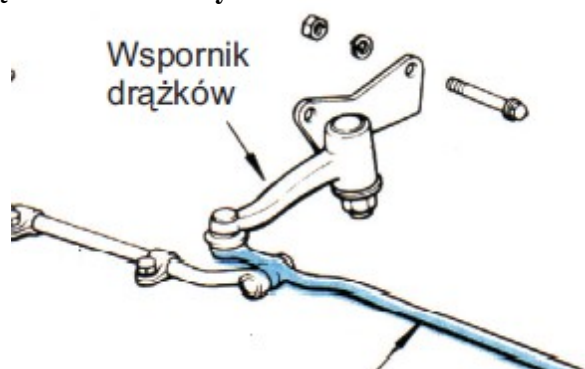
Rys. 5.12. Zwrotnica



7) Wspornik drążków kierowniczych

Sworzeń wspornika drążków kierowniczych jest zamocowany w korpusie i stanowi oś obrotu ramienia wspornika połączonego z drążkiem środkowym. Ramię to podpira jeden koniec drążka środkowego i ogranicza ruch drążka do odpowiedniego zakresu. Łożyska ramienia wspornika są typu ślizgowego lub też skrętnego. W łożyskach skrętnych używa się tulei gumowych pomiędzy sworzniem i ramieniem w celu łatwiejszego powrotu kół do kierunku na wprost. Obecnie najpowszechniej we wspornikach drążków stosuje się jednak łożyska ślizgowe ze względu na zmniejszone opory tarcia.

Rys.12. Wspornik drążków kierowniczych

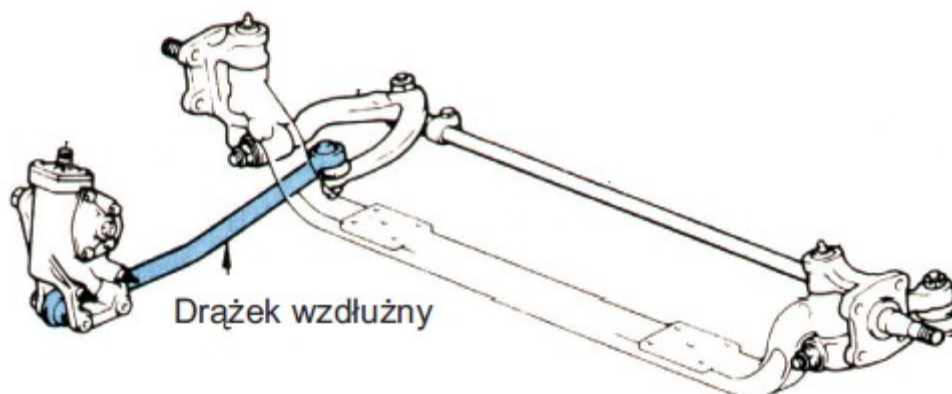


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

8) **Drażek wzdluzny**

Drażek wzdluzny laczy ramie z przekladni z ramieniem zwrotnicy i przekazuje wzdluzne (przod, tyl) i poprzeczne (lewo, prawo) przemieszczenia ramienia przekladni.

Rys. 5.13. Drażek wzdluzny

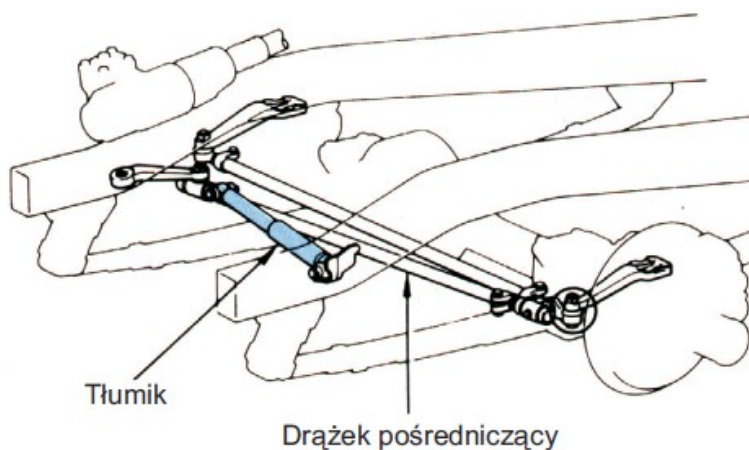


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

9) **Tłumik w układzie kierowniczym**

W układzie kierowniczym stosuje się tłumiki w postaci amortyzatorów umieszczonych pomiędzy mechanizmem zwrotniczym a ramą, mające za zadanie tłumienie uderzeń wywieranych przez nierówności drogi oraz drgań przekazywanych z kół na kierownicę.

Rys. 5.14. Tłumik w układzie kierowniczym



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

4. URZĄDZENIA WSPOMAGAJĄCE UKŁADU KIEROWNICZEGO

Dla zapewnienia komfortu jazdy, w większości nowoczesnych pojazdów stosuje się szerokie opony niskociśnieniowe, zapewniające powiększenie obszaru styku opony z jezdnią. W wyniku tego zwiększa się wysiłek niezbędny przy kierowaniu pojazdem.

Wysiłek niezbędny przy kierowaniu pojazdem może być zmniejszony przez zwiększenie przełożenia przekładni kierowniczej. Powoduje to jednak zwiększenie kąta skrętu koła kierownicy podczas zakręcania pojazdem, uniemożliwiając wykonywanie ostrych skrętów. Zatem, dla zapewnienia zwrotności pojazdu, a jednocześnie małego wysiłku niezbędnego do kierowania pojazdem, konieczne jest zastosowanie urządzenia wspomagającego. Innymi słowy, urządzenia wspomagające układ kierowniczy, niegdyś stosowane głównie w większych pojazdach, obecnie są również stosowane w mniejszych samochodach osobowych. Istnieje wiele rodzajów układów wspomagających układ kierowniczy. W tej instrukcji omówimy typ zębatkowy, stosowany przede wszystkim w mniejszych pojazdach osobowych.

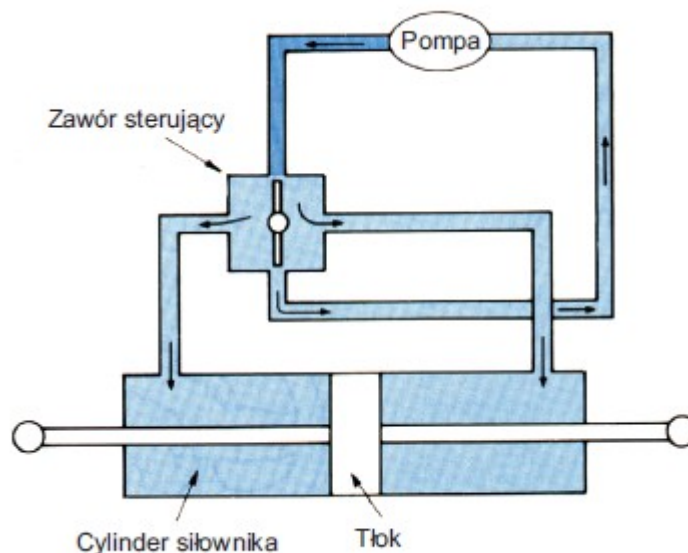
Zasada działania urządzenia wspomagającego układ kierowniczy

Do wspomagania układu kierowniczego stosuje się dwa rodzaje urządzeń. Pierwsze z nich to urządzenie hydrauliczne, wykorzystujące moc silnika pojazdu. Drugi typ to urządzenie wykorzystujące silnik elektryczny. W pierwszym typie silnik pojazdu jest wykorzystany do napędu pompy. W typie drugim do napędu pompy zastosowano niezależny silnik elektryczny. W obydwu przypadkach wytwarzane jest ciśnienie oddziałujące na tłok znajdujący się wewnątrz cylindra siłownika, dzięki czemu wspomagana jest siła od koła zębatego (zębniaka) przenoszona na zębatkę. Wielkość wspomaganie zależy od wysokości ciśnienia oddziałującego na tłok. Zatem, gdy wymagana jest większa siła, ciśnienie powinno być zwiększane. Zmienność ciśnienia płynu jest osiągana dzięki zastosowaniu zaworu sterującego, połączonego z wałem w kolumnie kierownicy.

Położenie neutralne

Płyn z pompy jest wysyłany do zaworu sterującego. Gdy zawór sterujący jest w położeniu neutralnym, cały płyn będzie przepływał przez zawór sterujący do otworu upustowego i z powrotem do pompy. W takim przypadku ciśnienie nie jest prawie zupełnie wytwarzane, i ponieważ ciśnienie oddziałujące na tłok w cylindrze siłownika jest równe po obu stronach, tłok nie będzie przesuwany w żadnym kierunku.

Rys. 5.15. Zasada działania hydraulicznego mechanizmu wspomaganie układu kierowniczego – jazda na wprost (bez wspomaganie)

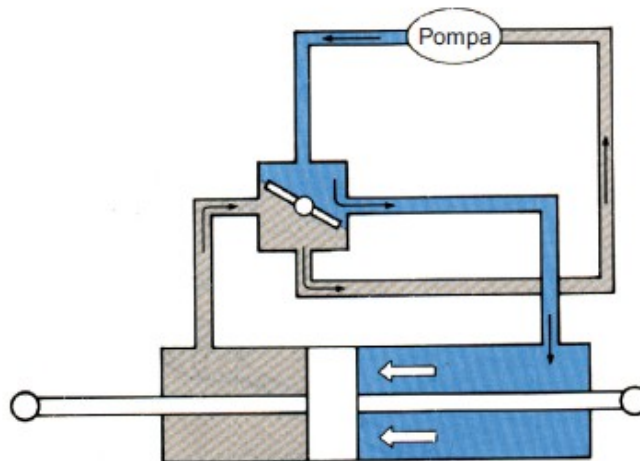


Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz. 2*. Warszawa: WKŁ

Podczas skręcania

Gdy wał kolumny kierownicy zostanie obrócony w dowolnym kierunku, wówczas zawór sterujący również się przesunie, zamykając jeden z kanałów płynu. Drugi kanał otwiera się wówczas szerzej, powodując zmianę wydatku płynu i jednocześnie wytwarzanie ciśnienia. W konsekwencji wytwarzana jest różnica ciśnień pomiędzy obu stronami tłoka, a tłok zostaje przesunięty w kierunku strony niższego ciśnienia tak, że płyn znajdujący się w cylindrze po tej stronie jest przetłaczany z powrotem do pompy przez zawór sterujący.

Rys. 5.16. Zasada działania hydraulicznego mechanizmu wspomagania układu kierowniczego – jazda podczas skrętu (wspomaganie)



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

Rodzaje układów wspomagających

Istnieje szereg rodzajów urządzeń wspomagających, lecz wszystkie składają się z trzech głównych części składowych: pompy, zaworu regulacyjnego i cylindra siłownika. Zawór regulacyjny umieszczony jest w obudowie przekładni kierowniczej. Przekładnia kierownicza może być z mechanizmem wspomagania typu zębatkowego lub typu kulkowego. Zawory sterujące mogą być typu obrotowego, typu bębnowego lub typu klapowego. Są również dwa typy urządzeń wspomagających przekładni typu kulkowego, typ z zaworem klapowym oraz typ z zaworem obrotowym.

W kolejnym module przedstawione zostaną zagadnienia z zakresu budowy i zasady działania podzespołów układu jezdnego.

Bibliografia:

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