

Moduł 4

Układ hamulcowy

1. Rodzaje układów hamulcowych
2. Budowa i zasada działania układu hamulcowego
3. Hamulce bębnowe
4. Hamulce tarczowe
5. Mechanizmy uruchamiające hamulce
6. Urządzenie wspomagające działanie hamulców

1. Rodzaje układów hamulcowych

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

Układ hamulcowy to zespół mechanizmów umożliwiających zmniejszenie prędkości oraz zatrzymanie pojazdu. Należy on do jednego z najbardziej istotnych układów wpływających na bezpieczeństwo czynne pojazdu, czyli pomagają uniknąć wypadku i przyczyniają się do utrzymania bezpieczeństwa w czasie jazdy. Układ ten składa się z mechanizmów hamujących oraz mechanizmów uruchamiających układ. Zmniejszanie prędkości pojazdu następuje wskutek wykorzystaniem sił tarcia, podczas którego jest wytwarzana pewna ilość ciepła.

Hamulce dzielą się na:

- zasadnicze (robocze) używane w czasie normalnej jazdy,
- awaryjne,
- postojowe.

Hamulce zasadnicze działają na wszystkie koła jezdne, kierowca ma możliwość ciągłej regulacji siły hamowania. Układy elektronicznej regulacji sił hamowania pozwalają zapewnić dużą skuteczność hamowania oraz zachować właściwy tor jazdy.

Hamulce awaryjne muszą działać niezależnie od roboczych i są przeznaczone do użycia w przypadku awarii hamulca zasadniczego. Skuteczność działania hamulca awaryjnego z reguły jest mniejsza niż roboczego. Hamulec awaryjny często działa tylko na koła jednej osi lub na wał napędowy. W większości pojazdów działa on na koła osi tylnej.

Hamulce postojowe mają zadanie unieruchomić pojazd na powierzchni płaskiej lub pochyłej, muszą działać trwale bez udziału kierowcy, to znaczy muszą posiadać urządzenia blokujące dźwignie czy pedały. Często zadania hamulca postojowego spełnia hamulec awaryjny, który posiada odpowiednie mechanizmy blokujące.

Układy hamulcowe muszą charakteryzować się dużą niezawodnością pracy, nie powodować utraty stateczności ruchu pojazdu, działać bez zbyteńnego wysiłku kierowcy oraz być łatwe w obsłudze.

Dodatkowo stosuje się urządzenia informujące kierowcę o dopuszczalnym zużyciu wkładek ciernych poprzez sygnalizację świetlną lub akustyczną. Włącza się ona po osiągnięciu dopuszczalnego zużycia wkładki przez tarcie odpowiednio ukształtowanej końcówki wkładki o tarczy hamulcową.

W samochodach ciężarowych i autobusach stosuje się dodatkowo zwalniacze działające na zasadzie wykorzystania sił elektromagnetycznych, oporów hydraulicznych lub dławienia wypływu spalin silnika. Ze względu na sposób uruchamiania układy hamulcowe dzielą się na: hydrauliczne, pneumatyczne, mieszane oraz mechaniczne.

Hydrauliczne uruchamianie zasadniczego hamulca stosuje się przede wszystkim w samochodach osobowych i dostawczych.

2. Budowa i zasada działania układu hamulcowego

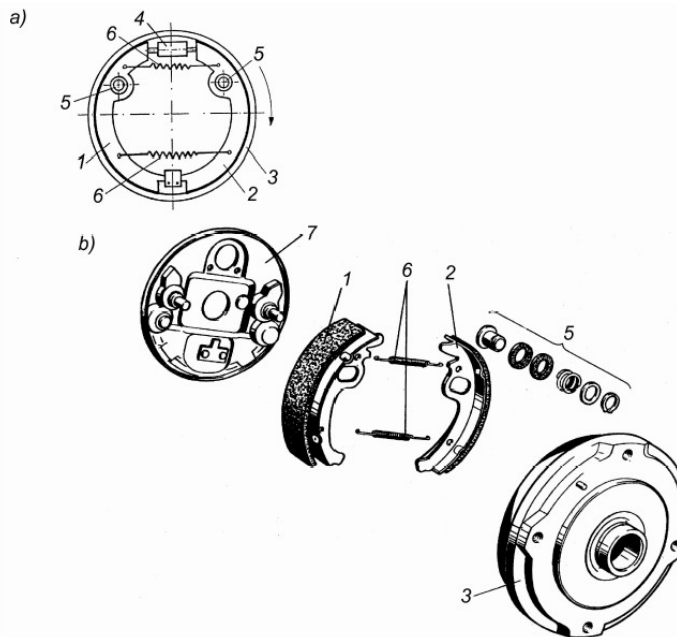
Hamulce szczękowo-bębnowe

Budowa hamulca (rys. 4.1)

Ruchomą częścią hamulca bębnowego jest cylindryczny bęben, przytwierdzony do piasty koła. Jest on żeliwny, stalowy lub aluminiowy ze stalową wkładką, a jego wewnętrzna powierzchnia ma postać szlifowanej gładzi. Do gładzi tej dociskane są podczas hamowania półkuliste szczęki hamulcowe z przymocowanymi do nich okładzinami ciernymi.

Rys. 4.1. Hamulec szczękowo-bębnowy: a) schemat budowy, b) konstrukcja

1 – szczeka przeciwbieżna, 2 – szczeka współbieżna, 3 – bęben, 4 – rozpieracz (hydrauliczny), 5 – samoregulacja luzu pomiędzy bębnem a szczeką, 6 – sprężyny ściągające, 7 – tarcza do ustalania położenie szczęk



Źródło: Materiały własne

Zasada działania (rys. 4.2)

Jeden koniec szczęki hamulcowej osadzony jest przegubowo na nieruchomej płycie nośnej, a drugi współpracuje z rozpieraczem (dźwignia, krzywka, siłownik). Rozpieracz dociska szczękę do gładzi bębna.

Rys. 4.2. Schemat działania hamulca szczękowo-bębnowego



Źródło: Materiały własne

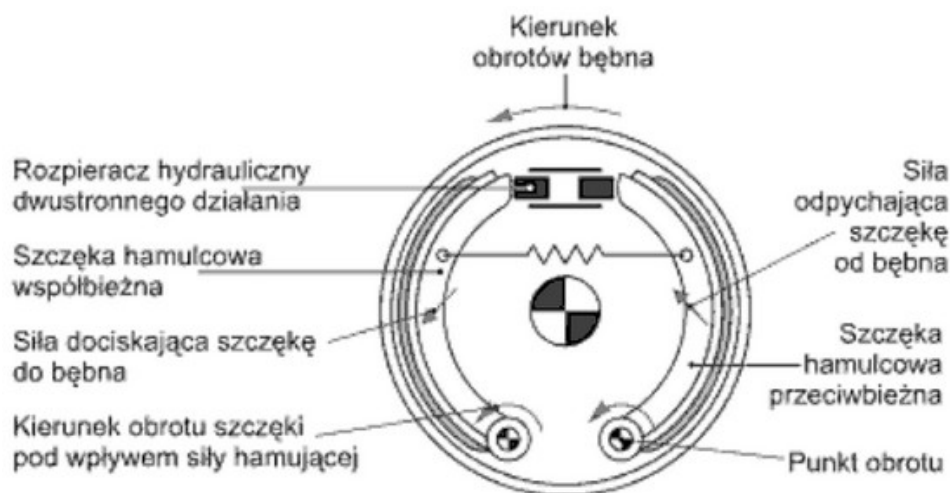
3. Hamulce bębnowe

Ze względu na rozwiązania konstrukcyjne hamulce bębnowe dzieli się na hamulce typu:

- **Simplex**, mające dwie szczęki o stałych punktach obrotu i jeden cylinderek hamulcowy dwustronnego działania,
- **Duplex**, mające dwie szczęki o przeciwległych podporach i dwa cylindereki jednostronnego działania, leżące po przeciwległych stronach koła, których tylne strony stanowią punkt podparcia dla drugiej szczęki,
- **Duo-duplex**, mające dwie szczęki podparte ślizgowo (tzw. pływające) i dwa cylindereki dwustronnego działania, leżące po przeciwległych stronach koła,
- **Serwo** (wzmacniające jednokierunkowo), mające dwie współbieżne szczęki zawieszono pływająco, które opierają się na sworzniu dociskowych, przesuwanym się bez ograniczenia w jedną stronę i jeden cylinderek dwustronnego działania,
- **Duo-serwo**, mające dwie szczęki prowadzone ślizgowo, które opierają się na sworzniu dociskowych przesuwanym się w obie strony, i jeden cylinderek dwustronnego działania.

Hamulce bębnowe simplex. W układzie simplex rozpieracz hydrauliczny dwustronnego działania uruchamia szczęki hamulcowe: współbieżną i przeciwbieżną. Punkty podparcia szczęk hamulcowych są jednocześnie punktami obrotu. Podczas jazdy zgodnie z kierunkiem wskazanym strzałką na rysunku, szczeka hamulcowa współbieżna jest dociskana, a szczeka przeciwbieżna – odpychana od bębna. Obracający się bęben hamulcowy w momencie docisku do niego współbieżnej szczęki hamulcowej „zabiera ze sobą” szczękę, powodując samowzmacnienie hamulca. Podczas jazdy w przeciwnym kierunku na szczęki działają siły skierowane przeciwnie.

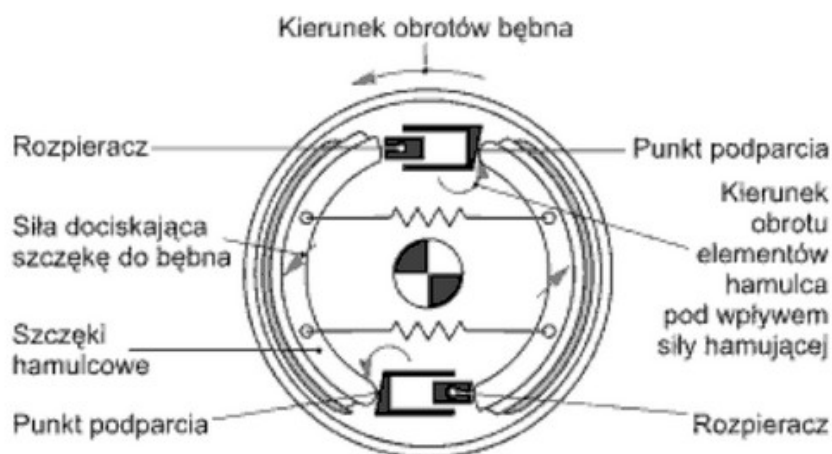
Rys. 4.3. Schemat hamulca bębnowego simplex



Źródło: Piotr Fundowicz, Mariusz Radzimierski, Marcin Wieczorek, *Konstrukcja pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2010

Hamulce bębnowe duplex. Mają dwa cylinderki jednostronnego działania, zamontowane po przeciwnych stronach kołach, oraz dwie szczęki hamulcowe, prowadzone ślizgowo, z których każda opiera się o ściankę cylinderka. W tym rozwiązaniu obydwie szczęki hamulcowe są współbieżne. Siła tarcia w równym stopniu dodatkowo dociska je do bębna. Naciski jednostkowe obu szczęk na powierzchnię bębna hamulcowego są jednakowe. Skuteczność hamowania podczas jazdy do tyłu jest oczywiście mniejsza.

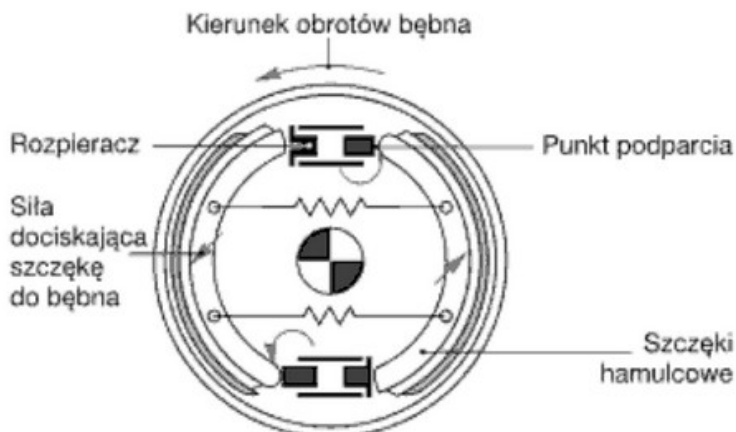
Rys. 4.4. Schemat hamulca bębnowego duplex



Źródło: Fundowicz P., Radzimierski M., Wieczorek M., (2010), *Konstrukcja pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa

Hamulce bębnowe duo-duplex. Dwa rozpieracze hydrauliczne dwustronnego działania uruchamiają prowadzone ślizgowo szczęki hamulcowe, opierające się o rozpieracze przeciwległe. W hamulcu duo-duplex obydwie szczęki działają współbieżnie podczas jazdy do przodu i do tyłu. Samo wzmocnienie w układzie jest takie, jak w układzie duplex – około sześciokrotne.

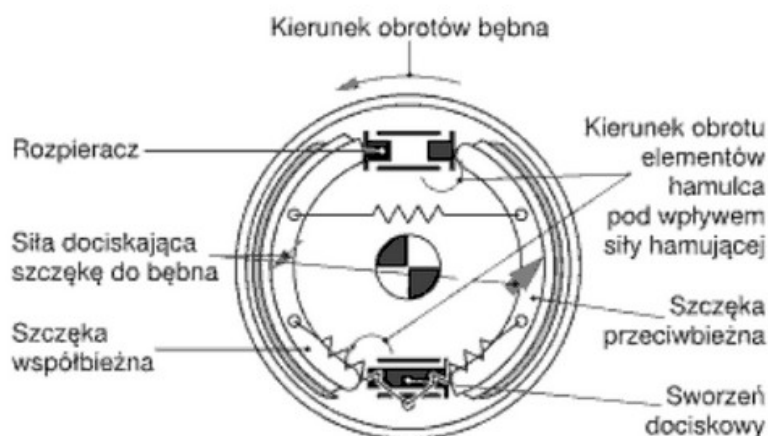
Rys. 4.5. Sch



Źródło: Fundowicz P., Radzimierski M., Wieczorek M., (2010), *Konstrukcja pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa

Hamulce bębnowe serwo. Zwane także hamulcami wzmacniającymi jednokierunkowo, zawierają cylinderek hamulcowy dwustronnego działania i szczęki, które nie mają stałego punktu podparcia, lecz są zawieszony pływająco, opierając się na sworzniu dociskowym, przesuwającym się bez ograniczenia w jedną stronę. Podczas hamowania, przy jeździe do przodu, sworznień przenosi siłę działającą w punkcie podparcia szczęki współbieżnej na szczękę przeciwbieżną, potęgując efekt działającego na nią samowzmocnienia. Podczas jazdy do tyłu hamulec typu serwo działa jak hamulec typu simplex.

Rys. 4.6. Schemat hamulca bębnowego wzmacniającego jednokierunkowo – serwo

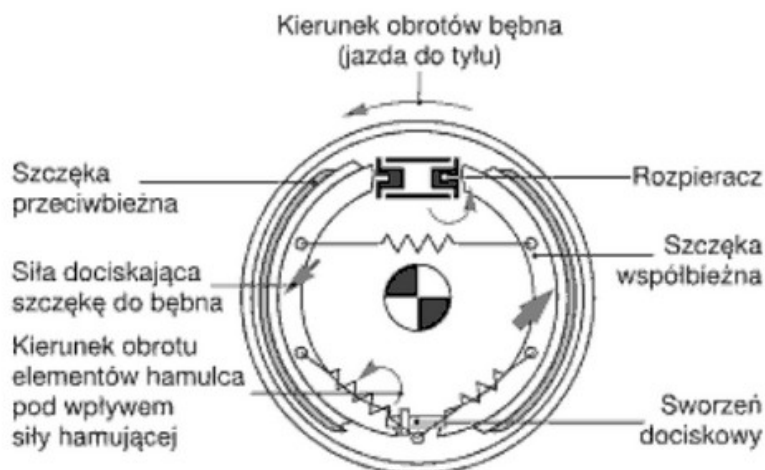


Źródło: Fundowicz P., Radzimierski M., Wieczorek M., (2010), *Konstrukcja pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa

Hamulce bębnowe duo-serwo. W układzie duo-serwo rozpieracz dwustronnego działania uruchamia szczęki współbieżną i przeciwbieżną. W odróżnieniu od hamulca samo wzmacniającego (serwo), szczęki hamulcowe prowadzone ślizgowo są oparte na sworzniu dociskowym, przesuwającym się w obydwie strony. Sworznień podczas jazdy w kierunku zgodnym ze strzałką pokazanym na rysunku, jak i odwrotnym, przenosi siłę podparcia szczęki współbieżnej na przeciw

Samowzmoc

Rys. 4.7. Schemat hamulca bębnowego duo-serwo



Źródło: Fundowicz P., Radzimierski M., Wieczorek M., (2010), *Konstrukcja pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa

4. Hamulce tarczowe

W hamulcach tarczowych siła hamowania jest wytwarzana na powierzchni tarczy, połączonej z kołem jezdny. Zacisk hamulcowy jest przymocowany do nieruchomej części samochodu.

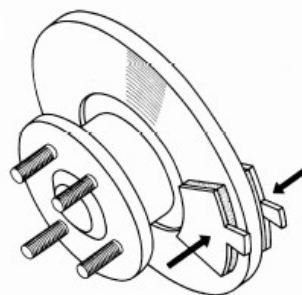
Rozróżnia się hamulce o zacisku nieruchomym (stałym), pływającym i przesuwным. W hamulcu o zacisku nieruchomym po obu stronach tarczy znajdują się tłoczki dociskające wkładki cierne (klocki hamulcowe).

Najczęściej zaciski hamulcowe obejmują tarczę od zewnątrz, ale spotyka się odmiany z zaciskiem wewnętrznym.

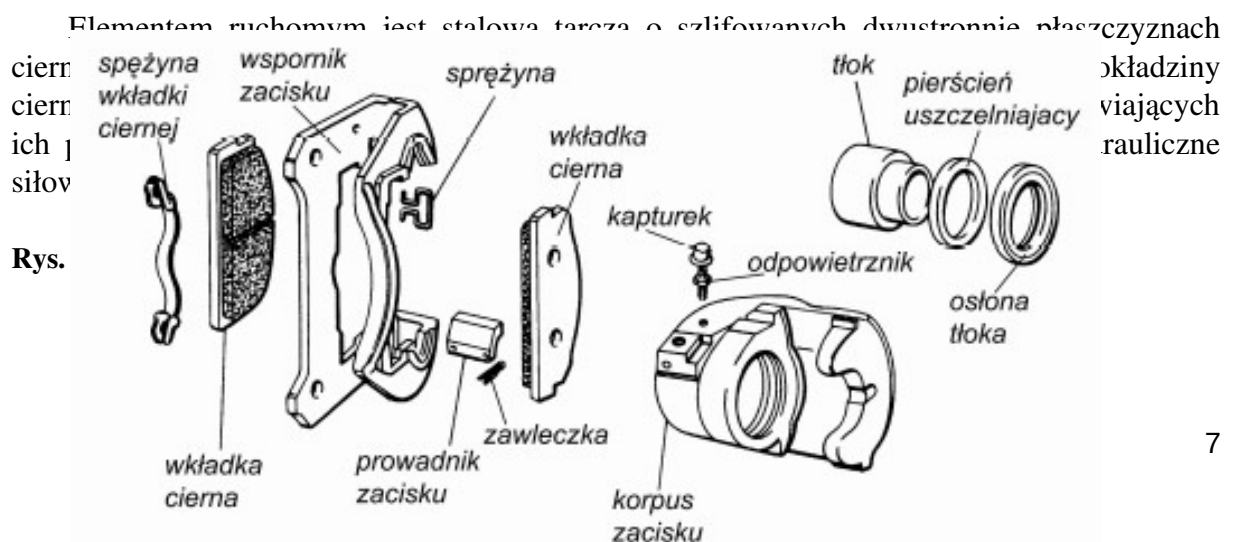
Hamulce tarczowe

Budowa i zasada działania hamulca tarczowego

Rys. 4.8. Zasada działania hamulca tarczowego



Źródło: Materiały własne

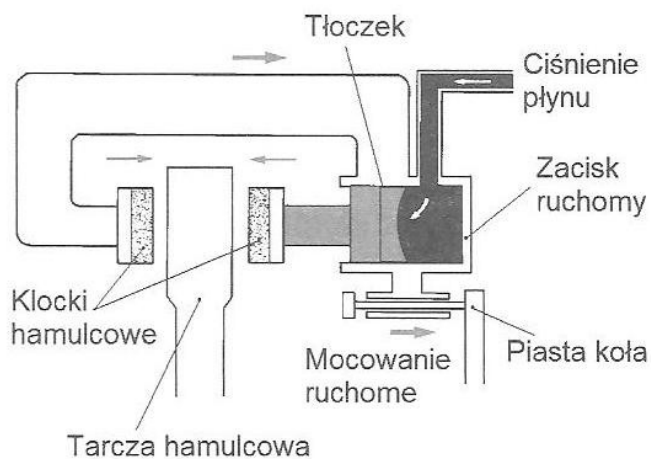


Źródło: Materiały własne

Rodzaje systemów hamulców tarczowych:

- z jednym rozpierczem w zacisku – system Lockheed (rys. 4.10),

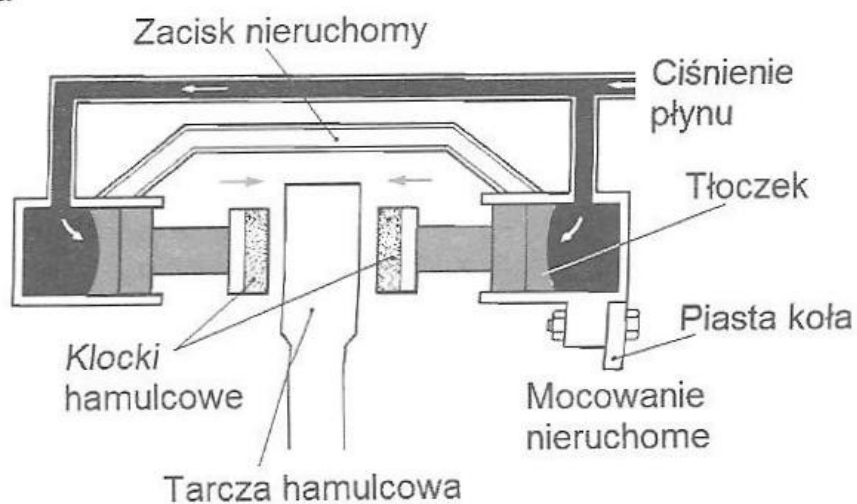
Rys. 4.10. System hamulcowy z jednym rozpierczem w zacisku



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz2*. Warszawa: WKŁ

- z dwoma rozpierczami w zacisku – system Dunlop (rys. 4.11).

Rys. 4.11. Sy ^a



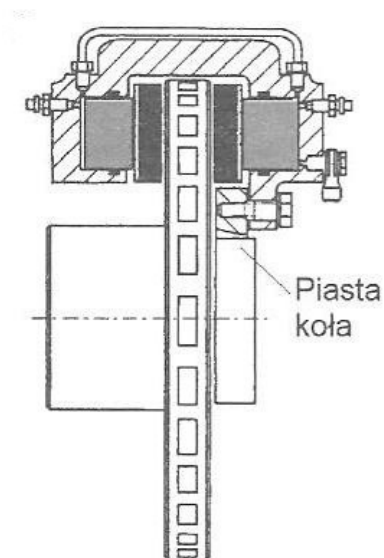
b

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

Rozróżnia się hamulce o zacisku:

- nieruchomym (stałym) – rys. 4.12,

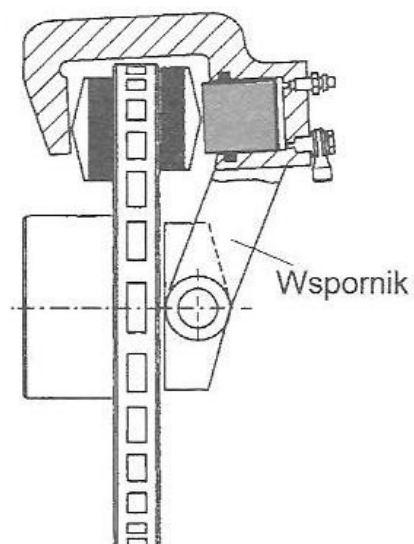
Rys. 4.12. Hamulce tarczowe z zaciskiem nieruchomym



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

- pływającym (rys.

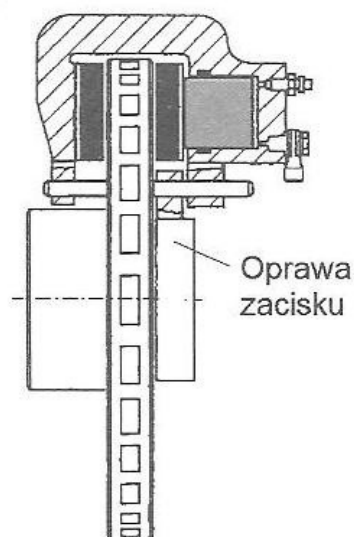
Rys. 4.13. Hamulce tarczowe



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz2*. Warszawa: WKŁ

- przesuwным.

Rys. 4.14. Hamulce tarczowe z zaciskiem przesuwным



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz2*. Warszawa: WKŁ

Ciśnienie wytworzone przez pompę hamulcową jest dostarczane do zacisków hamulcowych, gdzie oddziałuje na tłok. W zależności od rodzaju zacisku występuje jeden lub dwa tłoki, które przesuują wkładki cierne. W przypadku zacisków przesuwnych i pływających ruch drugiej wkładki jest spowodowany reakcją wynikającą z przesunięcia ruchomej obudowy. W większych samochodach spotyka się po dwa tłoczki w jednej obudowie zacisku w celu zwiększenia siły i równomierności docisku większych wkładek ciernych do tarczy hamulcowej. Zadaniem uszczelnacza tłoka jest nie tylko zapewnienie szczelności komory, ale również cofnięcie tłoka po zakończeniu hamowania oraz ustalenie właściwego luzu między tarczą i wkładkami ciernymi.

Tarcze hamulcowe w czasie hamowania nagrzewają się do bardzo wysokiej temperatury, dlatego coraz częściej stosuje się tarcze wentylowane od wewnątrz lub z zewnątrz.

W większości przypadków są one odlane z żeliwa szarego lub staliwa. W samochodach sportowych stosuje się tarcze z włókien węglowych lub ceramiczne.

Tarcze hamulcowe

Monolityczne tarcze hamulcowe

Rys. 4.15. Monolityczna tarcza hamulcowa



Źródło: <http://www.motointegrator.pl/produkty/1173267-tarcza-hamulcowa-brembo-08580320>

W popularnych autach osobowych sprzed kilku lat najczęściej spotkać można tarcze monolityczne, czyli wykonane z pełnego fragmentu metalu. Są zdecydowanie wydajniejsze od hamulców bębnowych, jednak ich intensywna eksploatacja powoduje nadmierne ich przegrzewanie, co drastycznie obniża skuteczność hamowania.

Wentylowane tarcze hamulcowe

Rys. 4.16. Wentylowana tarcza hamulcowa



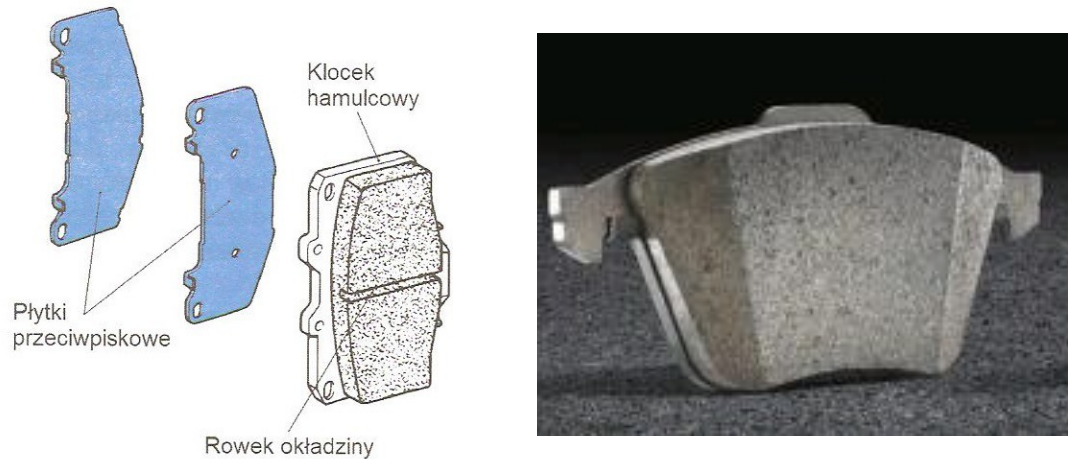
Źródło: <http://www.caramar.pl/22-tarcze-hamulcowe>

Obecnie nawet w popularnych autach miejskich coraz częściej spotkać można wentylowane tarcze hamulcowe. Pomiędzy dwiema ich połówkami są specjalne otwory odprowadzające ciepło, które obniżają ryzyko przegrzania się tarcz. Wpływa to na wyraźne wydłużenie czasu, w którym tarcze zachowują swoje wysokie parametry pracy. Skuteczność hamowania jest wysoka nawet w przy dynamicznej jeździe.

Klocki hamulcowe

Klocki hamulcowe składają się z okładziny czarnej i metalowej płytki nośnej, do której jest ona przyklejona.

Rys. 4.17. Budowa klocka hamulcowego



Źródło: Gabryelewicz M. (2011), *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych cz2*. Warszawa: WKŁ

Rodzaje klocków hamulcowych

Wyróżniamy cztery podstawowe typy klocków hamulcowych:

- **Wykonane z półmetali:** Zawierają od 30 do 65 metali, zwykle metalem tym jest węgla stalowa, drut, proszek żelaza, miedzi i grafitu zmieszane razem. Zwykle klocki z półmetali są trwałe i mają dobrą wymianę ciepła, jednak czasami mogą być hałaśliwe i nie działać optymalnie w niskich temperaturach.
- **Organiczne Azbestowe (NAO):** Ten typ klocków jest wykonany z włókien takich jak szkło, guma, węgiel, połączonych ze sobą żywicą w wysokiej temperaturze. Tego typu klocki są znacznie cichsze od półmetalicznych i bardziej miękkie, stąd też szybciej się zużywają i wydzielają więcej pyłu.
- **Nisko metaliczne (NAO):** Są mieszaniną związków organicznych z małą ilości metali, takich jak miedź lub stal (od 10 do 30 procent). Zapewniają lepszą wymianę ciepła i lepsze hamowanie. W związku z tym, że zawierają elementy metaliczne, mogą być głośniejsze od zwykłych organicznych.
- **Klocki Ceramiczne:** Składają się z włókien ceramicznych, materiałów wypełniających, środków wiążących i ewentualnie z małej, śladowej ilości metali. Są jaśniejsze i bardziej kosztowne niż inne klocki hamulcowe. Okładziny ceramiczne są czystsze i cichsze, oferują doskonałe parametry hamowania i nie niszczą tarcz.

5. Rodzaje układów uruchamiających hamulec w kołach

Układ mechaniczny

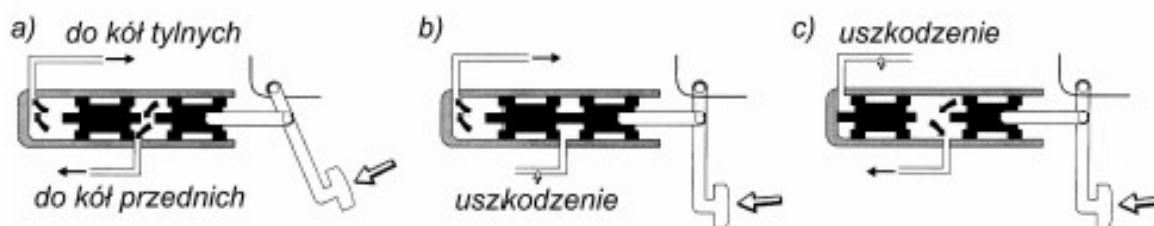
Stosowany do sterowania hamulcami pomocniczymi samochodów osobowych, motocykli i lekkich przyczep (hamulec najazdowy). Składa się on z następujących elementów:

- pedał z układem dźwigni,
- cięgna (np. linka),
- rozpiercz krzywkowy w hamulcach.

Układy hydrauliczne

W takim układzie ruch pedału hamulca powoduje przesunięcie tłoka w pompie hamulcowej. Dzięki połączeniu pompy hamulcowej z hydraulicznymi rozpierczami szczęk ruch tłoka w pompie hamulcowej powoduje przetłaczanie płynu hamulcowego do cylinderków rozpierczacy, powoduje to rozparcie szczęk hamulcowych we wszystkich kołach.

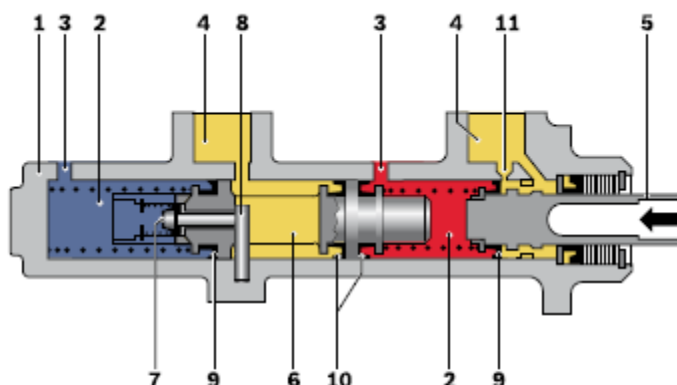
Rys. 4.18. Schemat pracy dwusekcyjnej pompy hamulcowej: a) zasada działania, b) uszkodzenie obwodu kół przednich, c) uszkodzenie obwodu kół tylnych



Źródło: Materiały własne

Podwójne działanie pompy hamulcowej uzyskuje się, stosując dodatkowy tłoczek, tzw. swobodny, który rozdziela wnętrze cylinderka na dwie komory robocze. Nad cylinderkiem pompy znajduje się zbiorniczek wyrównawczy z płynem, który przez oddzielne kanałiki zasilające może dopływać do cylinderka po obu stronach tłoczka swobodnego. Taka konstrukcja umożliwia stworzenie dwóch obwodów uruchamiających hamulce. W przypadku uszkodzenia jednego z nich istnieje możliwość zahamowania pojazdu przy użyciu drugiego.

Rys. 4.19. Dwusekcyjna pompa hamulcowa



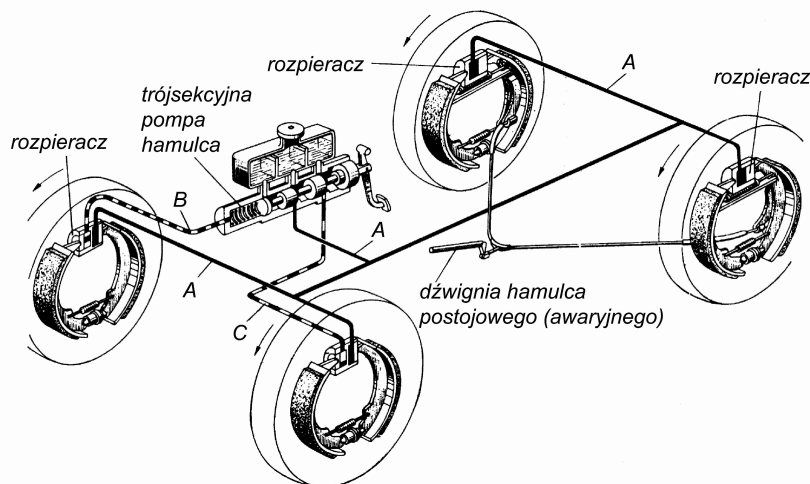
1. obudowa pompy 2. przestrzeń tłoczna 3. króciec tłoczny do obwodu hydraulicznego 4. dopływ ze zbiornika płynu hamulcowego 5. tłok z popychaczem (siła wejściowa z urządzenia wspomagającego) 6. tłok pośredni 7. zawór centralny 8. zderzak zaworu centralnego 9. pierścienie uszczelniające pierwszego obwodu 10. pierścienie uszczelniające rozdzielający 11. otwór kompensacyjny

Źródło: http://www.hamulcebosch.pl/downloads/Uklad_hamulcowy_w_samochodzie.pdf

Rodzaje hydraulicznych układów uruchamiających hamulce:

- układ jednoobwodowy,
- układ dwuobwodowy,
- układ trójobwodowy.

Rys. 4.20. Trójobwodowy układ uruchamiający hamulce

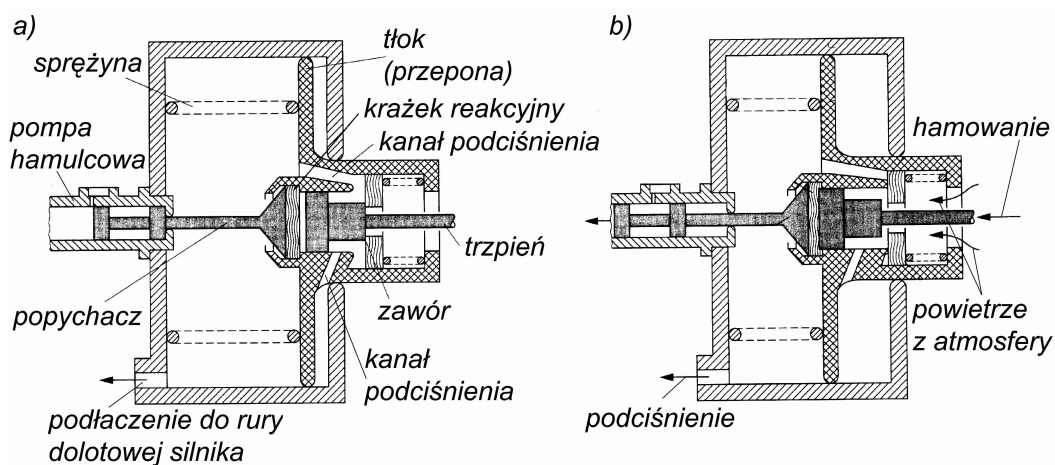


Źródło: Blok Cz., Jeżewski W.: Ilustrowany słownik samochodowy 6-języczny. WKiŁ. Warszawa 1986

6. Urządzenie wspomagające działanie hamulców

Stosowane w celu zmniejszenia siły nacisku na pedał. Jego działanie polega na zwiększaniu siły działającej na tłoczek pompy hamulcowej po naciśnięciu przez kierowcę pedału hamulca. Do owego wzmocnienia wykorzystuje podciśnienie obecne w kolektorze dolotowym, które tworzy się w wyniku zasysania powietrza przez tłoki. W silniku wysokoprężnym, z racji braku przepustnicy dławiącej dopływ powietrza do kolektora, podciśnienie wytwarzane jest przez pompę próżniową.

Rys. 4.21. Zasada działania podciśnieniowego urządzenia wspomagającego: a) położenie spoczynkowe, b) położenie przy lekkim hamowaniu



Źródło: Materiały własne

W dużym uproszczeniu jego działanie rozpoczyna się z momentem naciśnięcia pedału hamulca. Ten wywiera nacisk na pompę hamulcową, otwierając jednocześnie zawór umożliwiający zadziałanie podciśnienia z kolektora na membranę znajdującą się wewnątrz serwa. Różnica ciśnień pomiędzy jedną (podciśnienie) a drugą (ciśnienie atmosferyczne) stroną membrany wytwarza siłę, która jest następnie przekazywana z membrany na tłoczek pompy. Dzięki zaworowi siła działająca na membranę jest wprost proporcjonalna do nacisku na pedał hamulca, w związku z czym możliwe jest regulowanie siły hamowania przez kierowcę. W przeciwnym wypadku nawet delikatne wciśnięcie hamulca skutkowałoby niemal maksymalną mocą hamowania.

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

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.