

4.4 Hamulce bębnowe

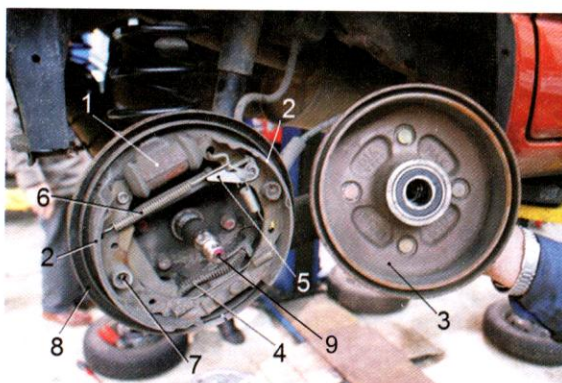
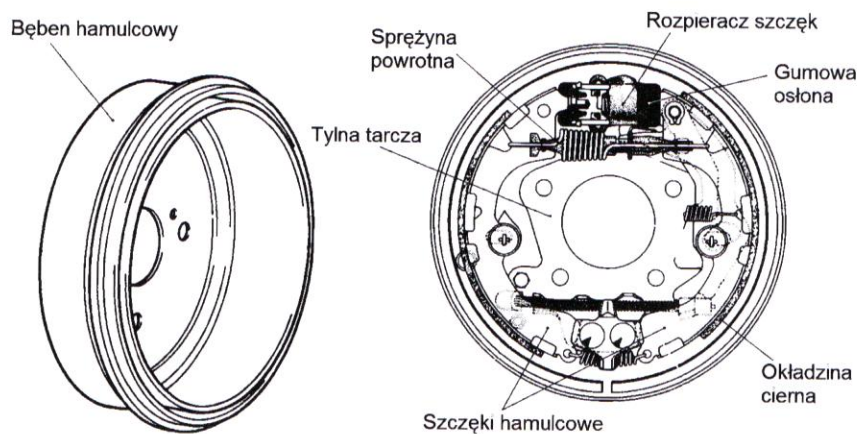
W tym rozdziale dowiemy się

- z jakich elementów składa się bębnowy mechanizm hamulcowy,
- jakie systemy rozpierania szczęk stosuje się w hamulcach bębnowych,
- jakie mechanizmy regulacji luzu stosuje się w hamulcach bębnowych.

Bębnowy mechanizm hamulcowy (rys 4 5) składa się z następujących elementów

- tylnej tarczy,
- rozpieracza,
- szczęk hamulcowych z okładzinami ciernymi,
- bębna,
- sprężyn powrotnych.

W hamulcach bębnowych siła hamowania powstaje w wyniku tarcia, wywołanego dociskiem szczęk hamulcowych do wewnętrznej powierzchni bębna, obracającego się wraz z kołem. Odpowiednio dużą siłę hamowania uzyskuje się dzięki sile rozpierającej szczęki oraz efektowi samowzmocnienia tej siły.



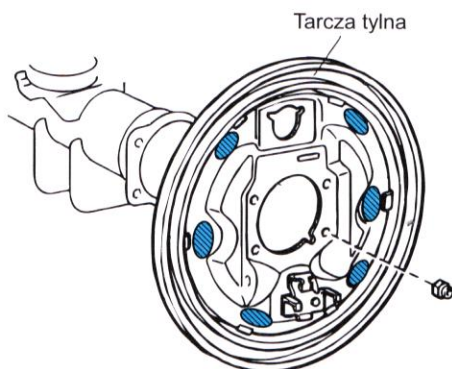
Rys 4 5

Budowa bębnowego mechanizmu hamulcowego [52]

1 – hydrauliczny rozpieracz szczęk
2 – szczęki hamulcowe 3 – bęben hamulcowy osadzony na czopie 4 – linka hamulca postojowego 5 – mechanizm automatycznej regulacji luzu między szczękami a bębniem 6 – sprężyna powrotna 7 – punkt mocowania szczęk 8 – tylna tarcza 9 – czop

Tylna tarcza

Tylna tarcza (rys. 4.6) jest mocowana za pomocą śrub do obudowy tylnej osi, obudowy piasty koła lub zwrotnicy. Ponieważ do niej są mocowane z kolei szczęki hamulcowe, przenosi ona siły występujące podczas hamowania.



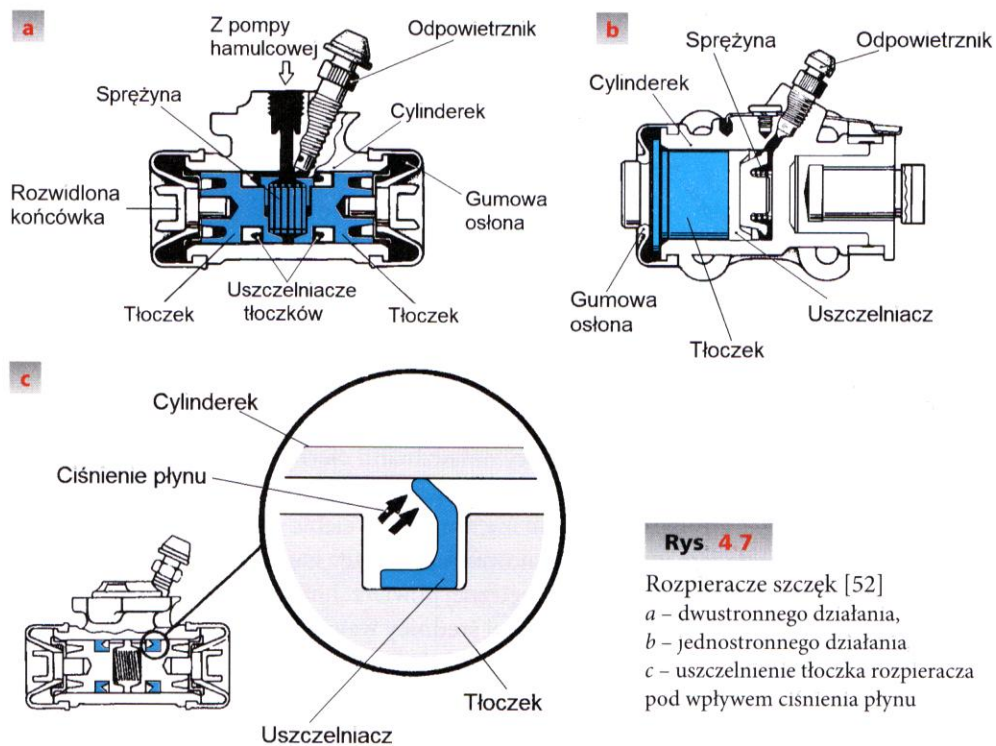
● Powierzchnie kontaktu szczęk z tarczą

Rys. 4.6

Tylna tarcza hamulca bębnowego [52]

Rozpierzacz szczęk

Rozpierzacz szczęk, przykręcony do tylnej tarczy, składa się z *cylindereka*, *tłoczka z uszczelnieniem*, *gumowej osłony* oraz *sprężyny* (rys. 4.7). Dla każdego koła stosuje się jeden rozpierzacz dwustronnego działania z dwoma tłoczkami rozpierającymi obydwie szczęki.



Rys. 4.7

Rozpierzacz szczęk [52]

a – dwustronnego działania,

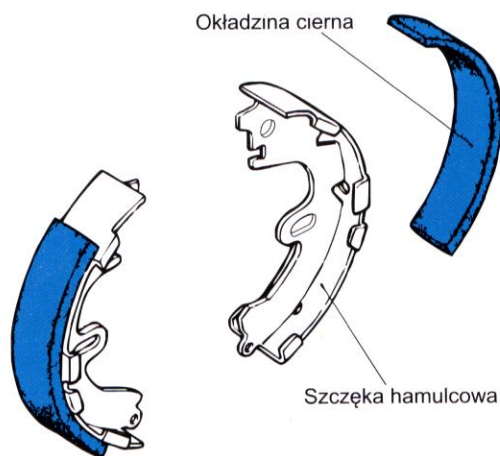
b – jednostronnego działania

c – uszczelnienie tłoczka rozpieracza pod wpływem ciśnienia płynu

lub dwa rozpieracze jednostronnego działania, działające oddzielnie na każdą szczękę. Cylinder jest przykręcony śrubami do tylnej tarczy. Kiedy kierowca nacisnie na pedał hamulca, pompa powoduje wzrost ciśnienia płynu hamulcowego doprowadzonego przewodami do cylinderka. Ciśnienie to, działając na uszczelniacze, rozsuwa tłoczki, które za pośrednictwem rozwidlonych końcówek opartych o szczęki dociskają je do bębna. Kiedy hamulec zostanie zwolniony, tłoczki – na skutek działania sprężyn powrotnych – wracają do pierwotnego położenia. Jednocześnie sprężyna znajdująca się wewnątrz rozpieracza zostaje scisnięta. Jej zadaniem jest utrzymanie stałego kontaktu końcówek rozpieracza ze szczękami. Gumowe osłony znajdujące się po obu stronach rozpieracza chronią jego wnętrze przed zanieczyszczeniami i wilgocią.

Szczęki hamulcowe

Szczęka hamulcowa, tak jak **okładzina cierna**, ma kształt półkolisty (rys. 4.8). Szczęki mogą być spawane z elementów lub odlewane w całości. Okładzina jest mocowana do szczęki za pomocą nitów (np. w samochodach ciężarowych i autobusach) lub kleju (w samochodach osobowych). Okładziny muszą być odporne na zużycie oraz na działanie wysokiej temperatury, powstałej na skutek wyzwalania w mechanizmie hamulcowym dużej ilości ciepła. Powinny także mieć duży współczynnik tarcia niezależny od temperatury i wilgotności. Materiały stosowane na okładziny cierne szczęk są podobne do materiałów stosowanych na klocki hamulcowe (patrz podrozdział 4.6).



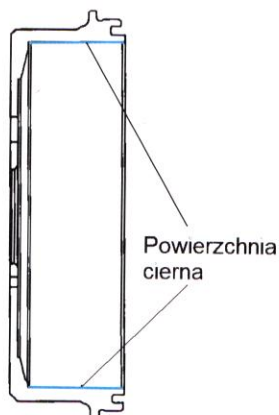
Rys 4.8

Szczęki hamulcowe z okładzinami ciernymi [52]

Bęben hamulcowy

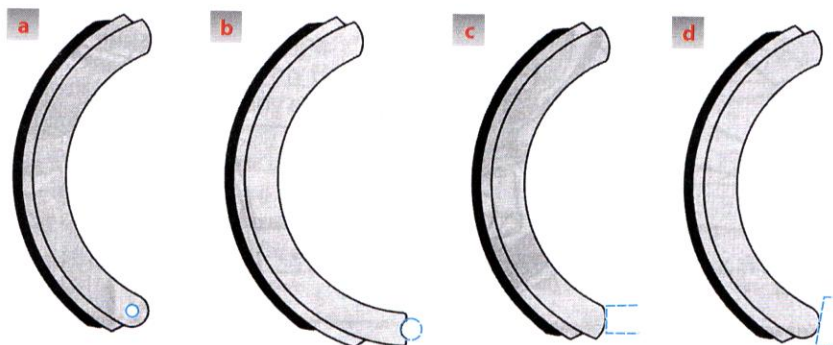
Bębny hamulcowe są odlewane z żeliwa. Osadzone na kołnierzu piasty koła lub czopie, obracają się razem z nim. Odległość między okładzinami ciernymi szczęk a wewnętrzną powierzchnią cierną bębna musi być bardzo mała, tak aby skok jałowy pedału hamulca nie był zbyt duży. Z drugiej strony elementy te nie mogą się o siebie ocierać, gdy hamulec nie jest włączony. Tarcie okładzin w trakcie hamowania powoduje nagrzewanie się powierzchni bębna do temperatury 200–300°C. Na zewnętrznej powierzchni bębna może znajdować się informacja o jego maksymalnej dopuszczalnej średnicy wewnętrznej (rys. 4.9).

Naciski poszczególnych szczęk na obracający się bęben nie zawsze są jednakowe, a uzależnione jest to od sposobu ich mocowania oraz systemu rozpierania. W zależności od



Rys 4.9 Bęben hamulcowy [52]

1 – oznaczenie maksymalnej dopuszczalnej średnicy wewnętrznej



Rys 4.10 Sposoby prowadzenia szczęk hamulcowych [112]

a – o stałym punkcie obrotu (indywidualnym), b – o stałym punkcie obrotu (wspólnym)
c – podparta ślizgowo i prowadzona równolegle d – podparta ślizgowo i prowadzona ukośnie

sposobu prowadzenia szczęk hamulcowych (rys. 4.10), można wyróżnić dwa rozwiązania konstrukcyjne:

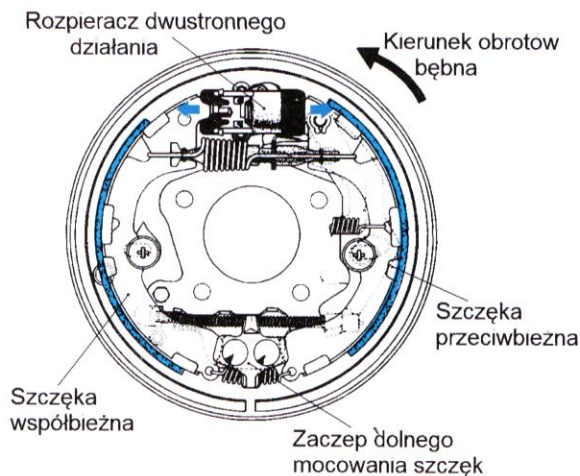
- szczęki o stałym punkcie obrotu,
- szczęki podparte ślizgowo

Systemy rozpierania szczęk

Systemy rozpierania szczęk dzielą hamulce bębnowe na następujące rodzaje

- *simplex*,
- *duplex*,
- *duo-duplex*,
- *serwo*,
- *duo-serwo*

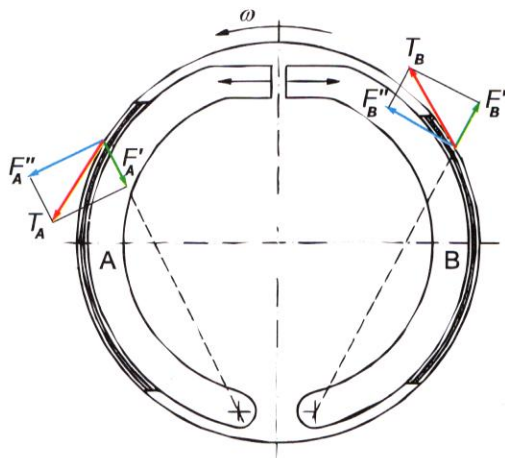
W hamulcu bębnowym *simplex*, przedstawionym na rysunku 4.11, górne konce każdej ze szczęk są rozpierane przez rozpieracz dwustronnego działania (z dwoma tłoczkami), zaś dolne mocowane w specjalnym zaczepie (lub za pomocą sworzni). Szczeka obracająca się w trakcie hamowania zgodnie z kierunkiem obrotów bębna nazywa się *szczeką współbieżną*, a druga, obracająca się w kierunku przeciwnym – *przeciwbieżną*.



Rys 4.11

Hamulec bębnowy *simplex* [52]

Zroźnicowanie sił docisku szczęk w mechanizmie hamulcowym *simplex* wyjaśniono na rysunku 4.12. Siły tarcia T_A i T_B działające na szczęki w trakcie hamowania można rozłożyć na dwie składowe: F' – skierowaną ku osi sworznia oraz F'' – skierowaną prostopadłą do kierunku działania siły F' . Każdą z sił F' równoważą reakcje w sworzniach, natomiast siły F'' wpływają na zroźnicowanie sił docisku szczęk do bębna. Szczeka współbieżna A, obracająca się w trakcie hamowania w kierunku zgodnym z kierunkiem obrotów bębna, jest przez siłę F'' do niego dociskana (efekt samowzmocnienia). Szczeka przeciwbieżna B w trakcie hamowania obraca się w kierunku przeciwnym do obrotów bębna. Siła F'' odpycha ją od bębna, powodując zmniejszenie siły docisku.

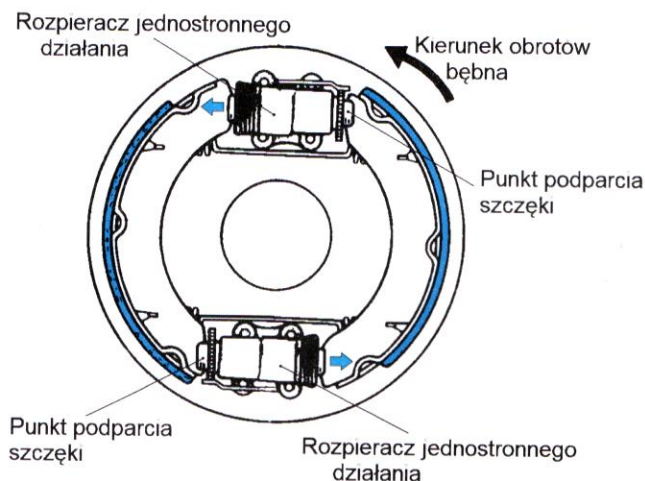


Rys 4.12

Układ sił działających na szczękę współbieżną i przeciwbieżną (o stałym punkcie obrotu)

T_A – siła tarcia działająca na szczękę współbieżną (A) T_B – siła tarcia działająca na szczękę przeciwbieżną (B) $F'_{A(B)}$ – składowa siły tarcia skierowana ku osi sworznia $F''_{A(B)}$ – składowa siły tarcia prostopadła do kierunku działania siły $F'_{A(B)}$
 ω – prędkość kątowna bębna hamulcowego

Siła docisku szczęki współbieżnej może być nawet trzykrotnie większa niż siła docisku szczęki przeciwbieżnej. Skutkiem powstałej różnicy sił jest szybsze zużywanie się szczęki współbieżnej. Aby temu zaradzić, szczęki współbieżne są na ogół dłuższe, co zapewnia większą powierzchnię docisku. Krótsza szczeka przeciwbieżna ma odpowiednio mniejszą powierzchnię docisku, co przy mniejszej sile daje zbliżone naciski jednostkowe obu elementów ciernych i w miarę jednakowe ich zużywanie.

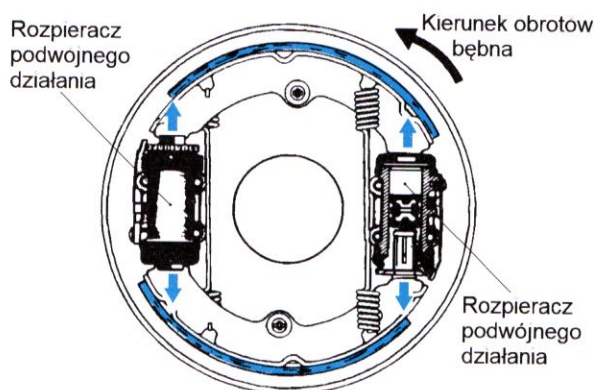


Rys 4.13

Hamulec bębnowy *duplex* [52]

W hamulcach **duplex** (rys 4.13) każda szczeka jest rozpierana przez oddzielny rozpierzacz jednostronnego działania (z pojedynczym tłoczkiem). Druga strona rozpieracza (nieruchoma) stanowi punkt podparcia drugiej szczęki. Rozpierzacze są umieszczone po przeciwnych stronach tylnej tarczy. W ten sposób podczas jazdy do przodu (kierunek obrotów bębna pokazany na rysunku) obie szczęki pracują jako współbieżne z efektem samowzmocnienia siły docisku, dając dużą siłę hamowania. Wadą tego rozwiązania jest znaczny spadek siły hamowania podczas jazdy do tyłu, ponieważ wówczas obydwie szczęki pracują jako przeciwbieżne.

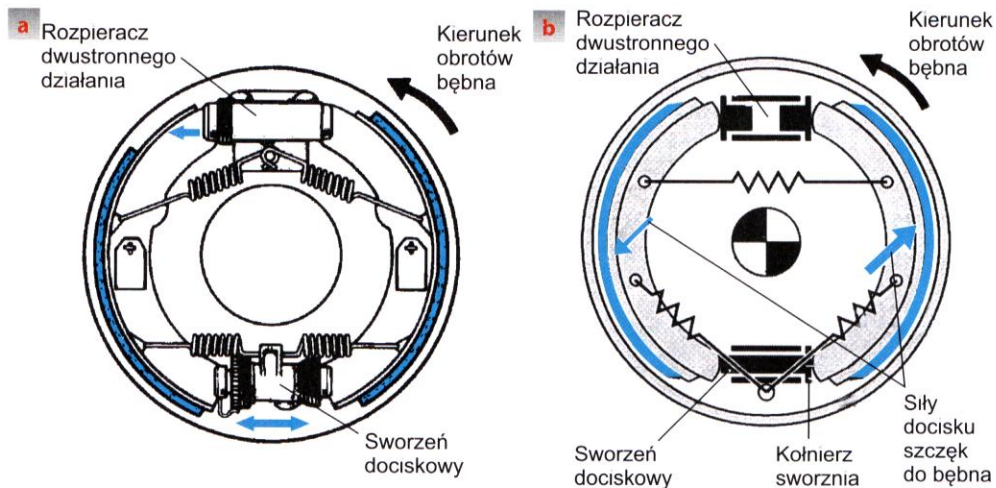
W hamulcach **duo-duplex** obydwie szczęki pracują zawsze jako współbieżne, zapewniając dużą siłę hamowania niezależnie od kierunku jazdy. Uzyskano to dzięki zastosowaniu dwóch rozpieraczy podwójnego działania (rys 4.14).



Rys 4.14

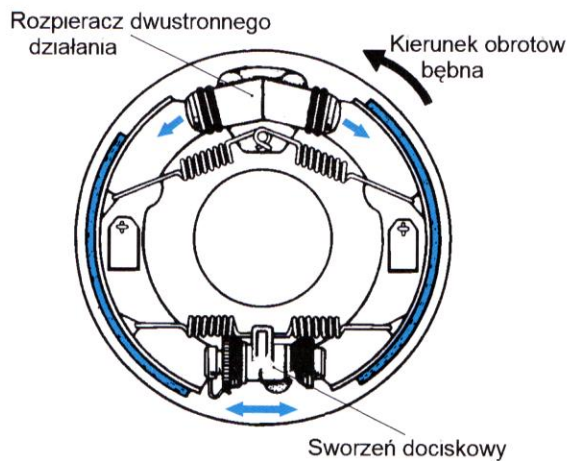
Hamulec bębnowy *duo duplex* [52]

Hamulec **serwo** jest mechanizmem wzmacniającym jednokierunkowo (podczas jazdy do przodu). Rozpierzacz jednostronnego działania, przedstawiony na rysunku 4.15a, rozpiera szczękę współbieżną. Na dole szczęki nie mają stałego punktu oparcia, ale są połączone ze sobą ślizgowo. Kiedy tłoczek rozpieracza dociska lewą (współbieżną) szczękę do



Rys 4.15 Hamulec bębnowy serwo [10], [52]
 a – z rozpierzaczem jednostronnego działania. b – z rozpierzaczem dwustronnego działania

bębna, siła powstała na skutek wzmocnienia przenosi się przez dolny punkt podparcia na drugą szczękę, która także zaczyna pracować jako współbieżna. Umożliwia to osiągnięcie dużej siły hamowania. W przypadku przeciwnych obrotów bębna, podczas jazdy do tyłu, obydwie szczęki pracują jako przeciwbieżne, co znacznie zmniejsza efekt hamowania. Podobnym rozwiązaniem hamulca serwo jest przedstawiony na rysunku 4.15b mechanizm z rozpierzaczem dwustronnego działania. Podczas hamowania uruchamia on obydwie szczęki, prowadzone ślizgowo. Nie mają one stałego punktu podparcia, lecz są zawieszone pływająco, opierając się na sworzniu dociskowym. Sworzeń ten może przesuwac się swobodnie tylko w prawo, przenosząc siłę z lewej szczęki na prawą i zwiększając jej docisk do bębna. Podczas hamowania w trakcie jazdy do tyłu, sworzeń dociskowy nie może przesunąć się w lewo z uwagi na kołnierz blokujący jego ruch. Wówczas działanie mechanizmu jest podobne jak w hamulcu *simplex*.

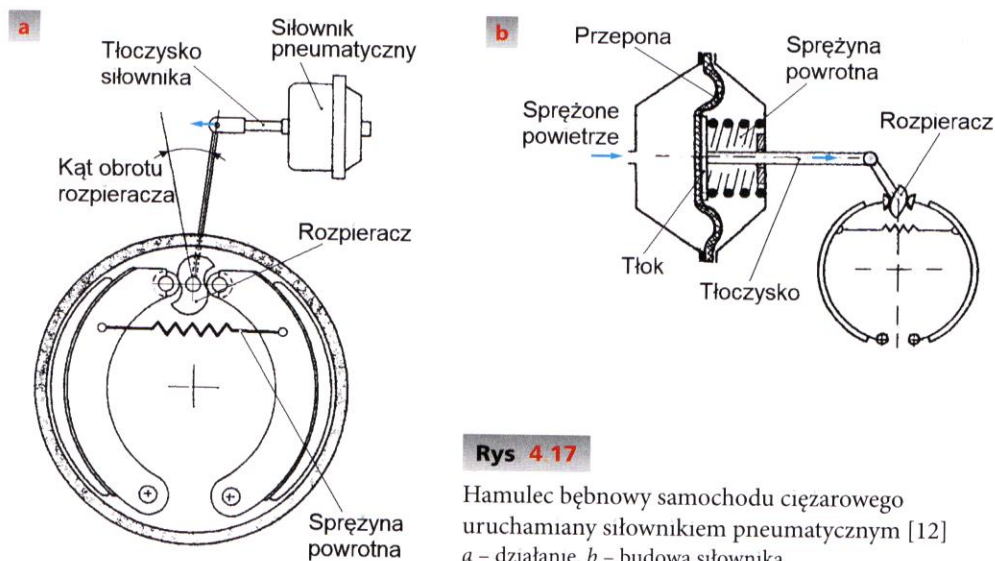


Rys 4.16
 Hamulec bębnowy duo-serwo [52]

Ulepszoną wersją hamulca *serwo* jest hamulec **duo-serwo**. Rozpieracz dwustronnego działania uruchamia w trakcie hamowania obydwie szczęki. W dolnej części są one prowadzone ślizgowo na sworzniu dociskowym, który może swobodnie przemieszczać się w obu kierunkach. Zapewnia to wzmocnienie siły hamowania przenoszonej przez sworznie z jednej szczęki na drugą w każdych warunkach niezależnie od kierunku obrotów bębna (rys. 4.16).

Siłowniki pneumatyczne

Hamulce szczękowe w samochodach ciężarowych i autobusach są najczęściej uruchamiane przez siłowniki pneumatyczne (rys. 4.17). Sprężone powietrze, działające na przeponę, ścisną sprężynę powrotną i przesuwa tłok. Tłoczek oddziałuje na rozpieracz, który rozsuwa szczęki. Po zwolnieniu hamulca następuje odpowietrzenie siłownika, a sprężyna powrotna umożliwia natychmiastowe odhamowanie.



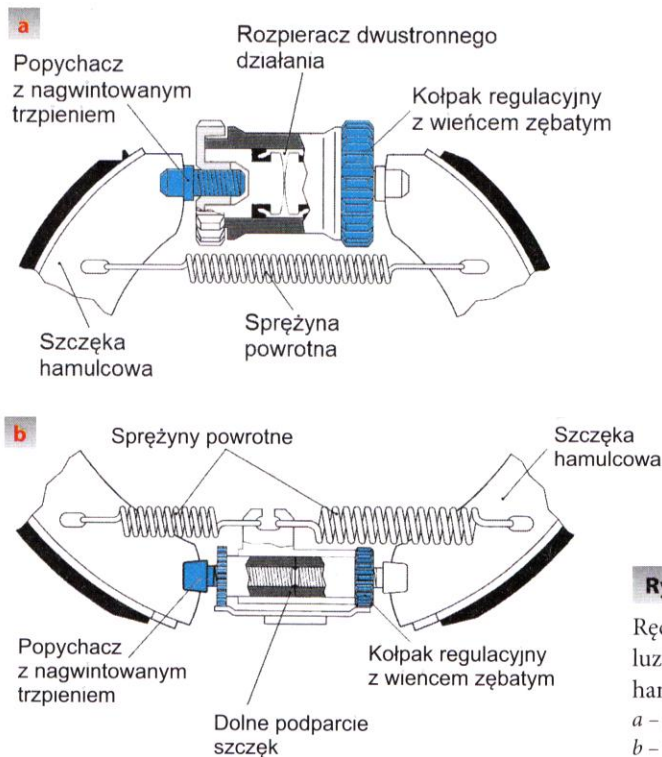
Rys. 4.17

Hamulec bębnowy samochodu ciężarowego uruchamiany siłownikiem pneumatycznym [12]
a – działanie b – budowa siłownika

Mechanizmy regulujące luz pomiędzy szczękami a bębniem

Z uwagi na zużywanie się okładzin ciernych oraz współpracującej z nimi powierzchni wewnętrznej bębna konieczne jest zastosowanie mechanizmów regulujących luz między szczękami a bębniem. Luz ten powinien stale mieścić się w określonych dopuszczalnych granicach bez względu na zużycie elementów ciernych. Zbyt duży luz prowadzi do wydłużenia skoku jałowego pedału hamulca i opóźnienia hamowania. Zbyt mały luz powoduje z kolei ocieranie okładzin o bęben podczas jazdy, co może doprowadzić do nadmiernego nagrzania się całego koła, a w skrajnym przypadku do zakleszczenia się mechanizmu hamulcowego.

W celu zapewnienia odpowiedniej stateczności hamowania luz pomiędzy szczękami hamulcowymi a bębnami każdego z koł powinien być taki sam (w ramach dopuszczalnego pola tolerancji). Zapewnia to hamowanie bez ściągania pojazdu na jedną stronę lub zarzucania tyłu.



Rys. 4.18

Ręczne mechanizmy regulacyjne luzu między szczękami a bębnem hamulcowym [10]

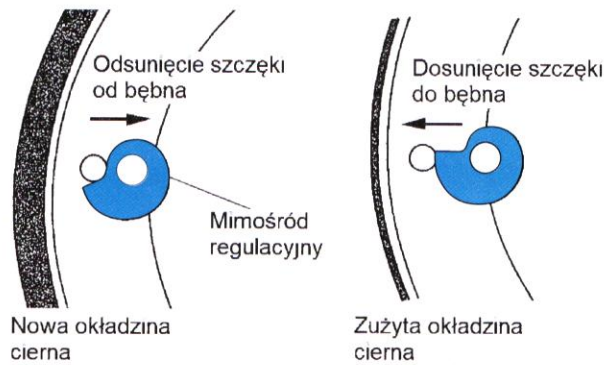
a – przy rozpieraczu hydraulicznym,
b – w dolnym podparciu

Mechanizmy regulujące luz mogą być **ręczne** lub **automatyczne**. Ręczny mechanizm regulacyjny, przedstawiony na rysunku 4.18a, składa się z dwóch **popychaczy z nagwintowanymi trzpieniami** połączonych z hydraulicznym rozpieraczem dwustronnego działania. Każdy z popychaczy opiera się rozwidloną końcówką o szczękę, natomiast gwintowany trzpień jest wkręcony w kołpak regulacyjny z wieńcem zębatym. Po włożeniu wkrętaka w otwory wykonane w tylnej tarczy można obracać wieńcem zębatym każdego z kołpaków regulacyjnych. W zależności od kierunku obrotów gwintowany trzpień dosuwa szczękę do bębna, zmniejszając luz lub ją odsuwa, zwiększając go. W podobny sposób dokonuje się regulacji luzu za pomocą mechanizmu znajdującego się w miejscu dolnego podparcia szczęk (rys. 4.18b).

Innym przykładem mechanizmu ręcznej regulacji luzu są specjalne **krzywki** lub **mimosrody regulacyjne**, których obrotów zmienia położenie szczęk w stosunku do bębna (patrz rys. 4.19).

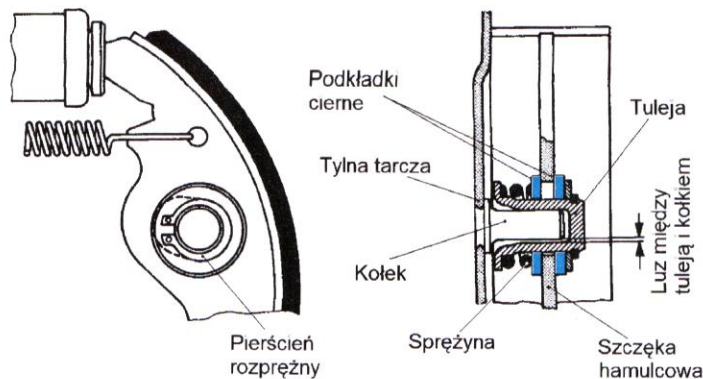
Mechanizmy automatyczne zapewniają stałą wartość luzu przez ciągłe rozsuwanie szczęk w miarę wzrastającego zużycia. Automatyczne kasowanie luzu może odbywać się w różny sposób, np. przy każdym użyciu hamulca (regulacja ciągła) lub okresowo (regulacja stopniowa). Może mieć to miejsce podczas hamowania przy jeździe do przodu, do tyłu lub przy włączeniu hamulca postojowego.

Mechanizm z podkładkami ciernymi (rys. 4.20) jest przykładem ciągłej regulacji automatycznej. W środkowej części szczęki znajduje się tuleja, na której są osadzone dwie podkładki cierne dociskane do obu stron szczęki za pomocą sprężyny. Tuleja jest osadzona na kołku zamocowanym w tylnej tarczy. Luz pomiędzy tuleją a kołkiem jest na tyle duży,



Rys 4.19

Ręczna regulacja luzu między szczękami a bębniem hamulcowym za pomocą krzywek regulacyjnych [42]



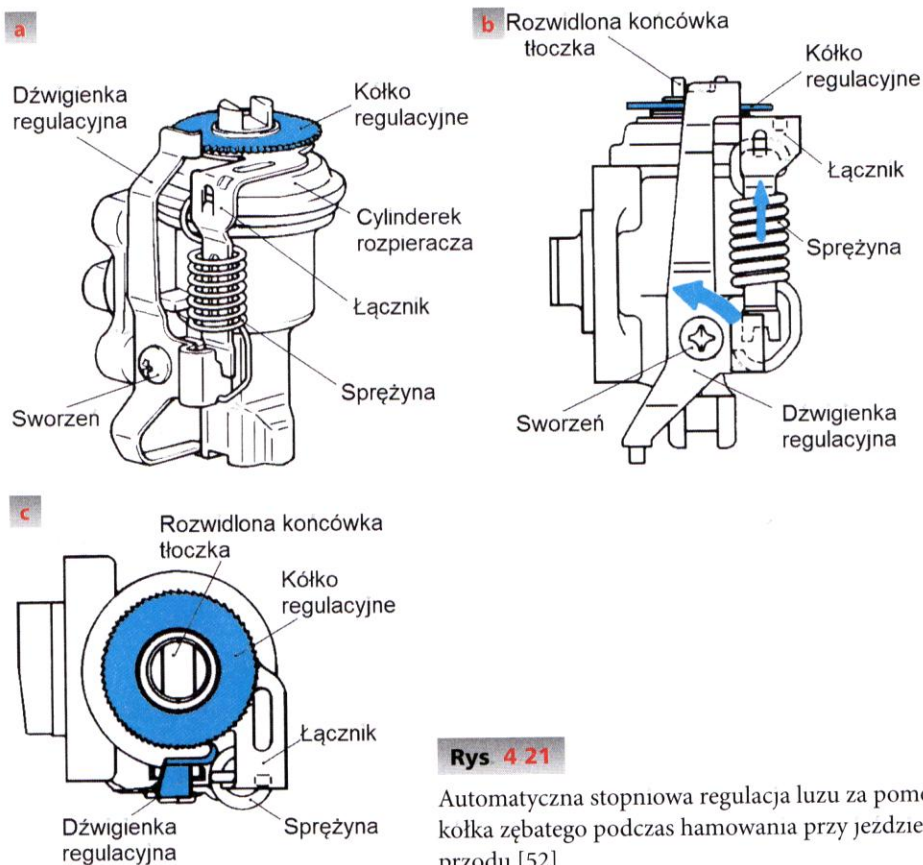
Rys 4.20

Automatyczna ciągła regulacja luzu za pomocą podkładek ciernych [42]

ze umożliwia zachowanie wymaganego luzu pomiędzy szczęką a bębniem podczas obracania się koła. Siła tarcia, powstająca pomiędzy szczęką a podkładkami (na skutek docisku sprężyny), jest na tyle duża, że sprężyna ściągnąca szczęki nie jest w stanie ich cofnąć poza wielkość luzu między tuleją a kołkiem. W miarę zużywania się elementów, przy każdym włączeniu hamulca, następuje przesunięcie szczęki względem podkładek. Dzieje się tak dlatego, że siła rozprężająca szczęki jest w stanie pokonać siłę tarcia między podkładkami a szczęką. Po zwolnieniu hamulca szczęki ponownie cofają się, ale tylko o wielkość luzu pomiędzy tuleją a kołkiem.

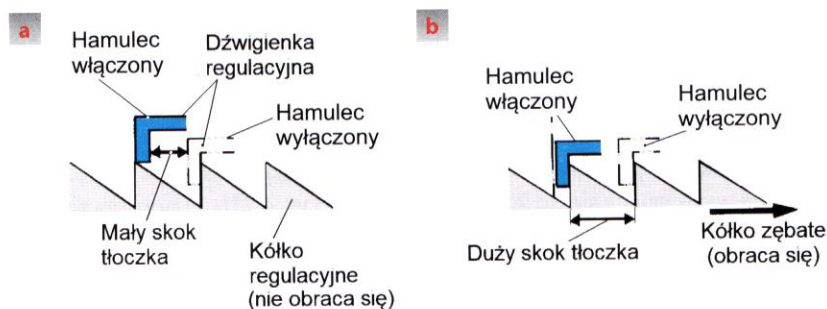
Mechanizm z kołkiem zębatym, przedstawiony na rysunku 4.21a, reguluje automatycznie luz pomiędzy szczękami a bębniem podczas hamowania przy jeździe do przodu. Na cylinderku rozprężacza jest zamontowany łącznik, którego jeden koniec jest połączony z tłoczkiem i porusza się razem z nim. Drugi koniec łącznika jest połączony poprzez sprężynę z dźwigienką regulacyjną. Dźwigienka jest mocowana do cylinderka za pomocą sworznia, wokół którego może się obracać. Górny zaczep dźwigienki, zazębiony z zębami kołka regulacyjnego, obraca nim, powodując zmianę odległości okładzin ciernych szczęk od bębna.

Podczas hamowania wysuwający się do góry tłoczek (patrz rys. 4.21b, c) pociąga za sobą łącznik, który z kolei wymusza obrót dźwigienki regulacyjnej wokół sworznia w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Jeżeli skok tłoczka jest mały (mały luz pomiędzy szczękami i bębniem), dźwigienka obraca się o niewielki kąt. Wówczas zaczep dźwigienki porusza się tylko pomiędzy dwoma sąsiednimi zębami kołka regulacyjnego, nie powodując jego obrotu (patrz rys. 4.22a).

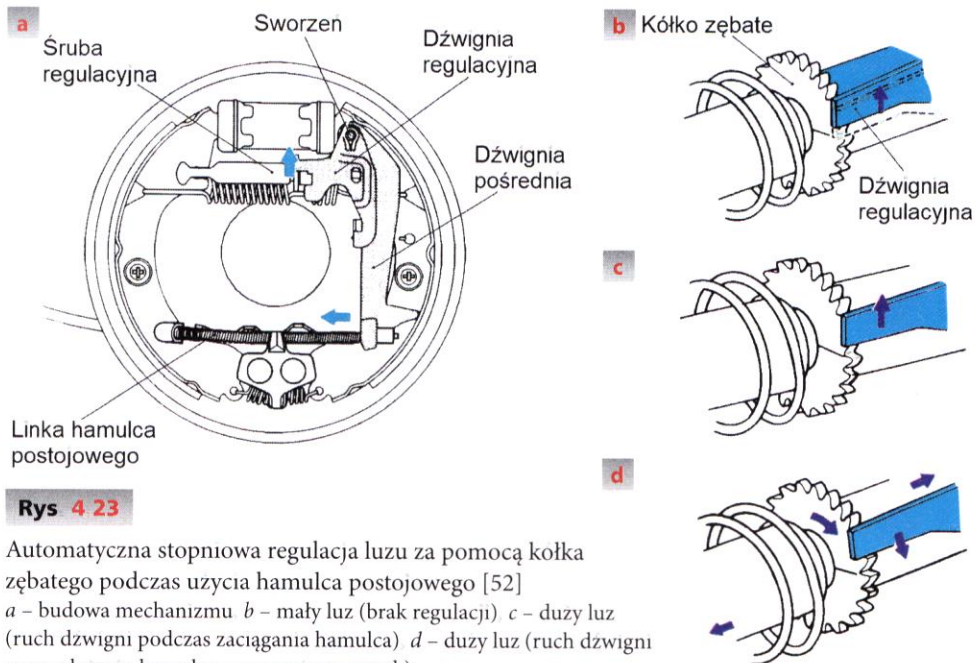
**Rys 4 21**

Automatyczna stopniowa regulacja luzu za pomocą koła zębatego podczas hamowania przy jeździe do przodu [52]

Jeżeli skok tłoczka będzie większy (zbyt duży luz pomiędzy szczękami a bębmem), dźwienka obróci się o większy kąt, wskutek czego zaczep przeskoczy o jeden ząbek koła regulacyjnego, wymuszając jego obrót (rys 4 22b). Spowoduje to wykręcanie połączonej z nim śruby regulacyjnej, rozsuniecie szczęk i zmniejszenie luzu. Regulacja przebiega w tym przypadku stopniowo.



Rys 4 22 Działanie mechanizmu automatycznej regulacji luzu z kołem zębatym [52]
a – mały luz (brak regulacji) b – duży luz (rozsunięcie szczęk)



Rys 4 23

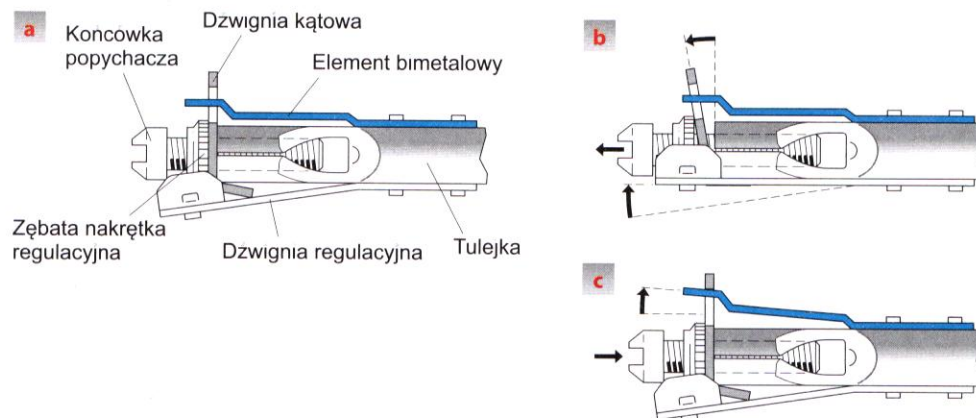
Automatyczna stopniowa regulacja luzu za pomocą kołka zębatego podczas użycia hamulca postojowego [52]

a – budowa mechanizmu b – mały luz (brak regulacji) c – duży luz (ruch dźwigni podczas zaciągania hamulca) d – duży luz (ruch dźwigni po zwolnieniu hamulca – rozsuniecie szczęk)

W mechanizmie z automatyczną regulacją luzu z kołkiem zębatym, przedstawionym na rysunku 4 23a, kasowanie nadmiernego luzu następuje podczas uruchamiania hamulca postojowego. Mechanizm ten składa się z dwóch dźwigni, pośredniej i regulacyjnej, przymocowanych do jednej ze szczęk. Podczas załączania hamulca postojowego za pomocą linki, dźwignia pośrednia jest odciągana w lewo. W tym samym czasie dźwignia regulacyjna obraca się wokół sworznia, na którym jest osadzona w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. W przypadku małej odległości pomiędzy szczękami a bębniem ruch dźwignienki jest ograniczony i jej zaczep nie przeskakuje na sąsiedni ząbek. Śruba regulacyjna nie obraca się i luz nie ulega zmianie (rys. 4 23b).

Jeżeli luz pomiędzy szczękami a bębniem jest zbyt duży, zaczep dźwignienki regulacyjnej przeskakuje o jeden ząbek kołka osadzonego na śrubie regulacyjnej (rys. 4 23c). Po zwolnieniu hamulca dźwignia regulacyjna przesuwa się na doł, powodując obrót kołka śruby regulacyjnej i zmniejszenie przeswitu pomiędzy szczękami a bębniem (rys. 4 23d).

W niektórych mechanizmach stosuje się dodatkowe elementy blokujące automatyczną regulację w przypadku nadmiernego nagrzania i rozszerzenia się bębna. Zapobiega to niepożądanemu w takim przypadku kasowaniu luzu, co mogłoby doprowadzić do zablokowania hamulca po jego schłodzeniu. Przykładem takiego rozwiązania może być **element bimetalowy** (patrz rys. 4 24a). Włączenie hamulca (patrz rys. 4 24b) powoduje przesunięcie końcówki popychacza w lewo zgodnie z kierunkiem rozsuwania się szczęki. Dźwignia kątowa obraca się, co umożliwia umieszczonej na dźwigni regulacyjnej zapadce obrót zębatej nakrętki regulacyjnej, likwidującej nadmierny luz pomiędzy szczękami a bębniem. Dzieje się tak dopoty, dopóki temperatura elementów nie przekroczy określonej granicy (np. 80°C). Gdy temperatura jest wyższa (patrz rys. 4 24c), element bimetalowy wygina się w górę i blokuje dźwignię kątową. Zapadka nie ma możliwości obrotu nakrętki zębatej, a więc kasowanie luzu zostaje wstrzymane.



Rys. 4 24 Blokada automatycznej regulacji luzu przez element bimetalowy [10]
 a – położenie podczas jazdy (hamulec wyłączony) b – położenie podczas hamowania (temperatura < 80°C – regulacja luzu) c – położenie podczas hamowania (temperatura > 80°C – regulacja zablokowana)

4.5 Hamulce tarczowe

W tym rozdziale dowiemy się:

- z jakich elementów składa się tarczowy mechanizm hamulcowy,
- jakie rodzaje zacisków stosuje się w hamulcach tarczowych,
- jakie są przyczyny powstawania hałasu podczas hamowania

Tarczowy mechanizm hamulcowy (rys. 4 25) składa się z następujących elementów:

- **zacisku z siłownikiem hydraulicznym lub pneumatycznym,**
- **mocowania zacisku (np. oprawy lub obejmy),**
- **klocków hamulcowych,**
- **tarczy hamulcowej**

W hamulcach tarczowych siła hamowania powstaje w wyniku tarcia wywołanego dociskiem ruchomych klocków hamulcowych do płaskich powierzchni tarczy hamulcowej, obracającej się wraz z kołem. Docisk klocków jest uzyskiwany za pomocą siłownika hydraulicznego lub pneumatycznego, umieszczonego w zacisku.

W porównaniu z hamulcami bębnowymi hamulce tarczowe mają wiele zalet. Należą do nich m.in. większa skuteczność, łatwość obsługi oraz dobre odprowadzanie ciepła i wody wynikające z prostej, otwartej budowy.

Kiedy pojazd porusza się po mokrej nawierzchni, na elementy cierne hamulców dostaje się woda, co zmniejsza współczynnik tarcia i pogarsza działanie hamulców. Odprowadzanie wody w hamulcach tarczowych jest o wiele łatwiejsze i szybsze z uwagi na działanie siły odśrodkowej, wyrzucającej krople wody na zewnątrz (rys. 4 26a). W przypadku hamulców bębnowych ich zamknięta budowa bardzo mocno ogranicza usuwanie wody (rys. 4 26b).