

WABCO Training

Kurs
podstawowy

Zasady działania układów
hamulcowych. Fizyczne
podstawy. Podział ukł.
hamulcowych

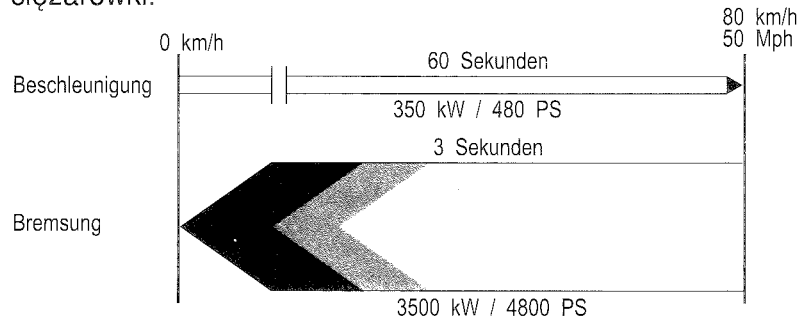
Zasady fizyki

Każdy pojazd samochodowy musi być wyposażony w układ hamulcowy, spełniający obowiązujące wymagania.

Zadaniem układu hamulcowego jest:

1. zmniejszenie prędkości
2. zatrzymanie pojazdu
3. utrzymanie w bezruchu pojazdu
4. utrzymywanie stałej prędkości na spadku drogi

Wykres pokazuje zużycie mocy w czasie hamowania nowoczesnej ciężarówki.



Przy zahamowaniu energia ruchu pojazdu będzie zamieniona w kołach hamowanych na energię cieplną.

Narastanie ciepła jest nieuniknione i niekorzystne i gdy osiągnie ono dużą wartość to skuteczność hamowania będzie znacznie ograniczona a nawet zaniknie (zanik cieplny).

Ilość wytwarzanego ciepła zależy od dwóch czynników:

1. masy pojazdu

Pojazd o podwójnej masie wymaga podwójnej pracy hamowania. Wyzwała to podwójną ilość ciepła.

2. prędkość pojazdu

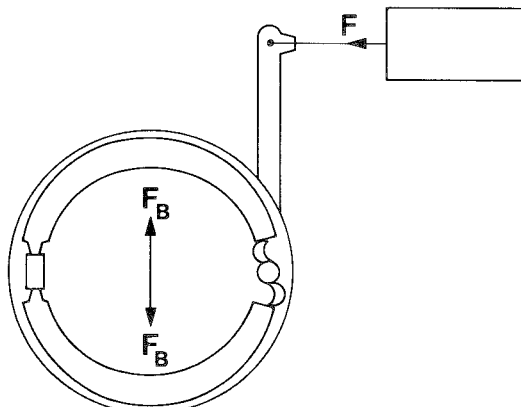
Podwójna prędkość oznacza wykonanie w czasie hamowania czterokrotnie większej pracy hamowania, a także wytworzenie czterokrotnie większej ilości ciepła.

Ciepło powstaje przez tarcie pomiędzy:

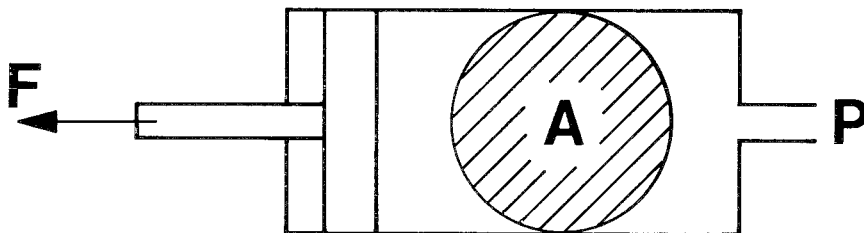
1. okładzinami hamulcowymi i bębniem
2. oponami i jezdnią

Do wytworzenia potrzebnego tarcia, szczęki hamulcowe z okładzinami hamulcowymi muszą być dociskane do powierzchni bębna. Do tego jest konieczna odpowiednia siła F .

Zadaniem firmy **WABCO** jako producenta wyposażenia do układów hamulcowych jest dostarczenie takich siłowników aby uzyskać odpowiednie siły hamowania.



Siła F, którą siłownik hamulcowy zapewnia, wytworzona jest przez wprowadzenie do komory czynnej siłownika powietrza pod ciśnieniem, p działającego na powierzchnię tłoka A.



Siła = Powierzchnia x Ciśnienie

$$F = A \cdot p$$

W technice ciśnienie jest przeważnie wyrażone w barach

$$1 \text{ bar} = \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2} \quad \text{np. } 6 \text{ bar} = \frac{60 \text{ N}}{\text{cm}^2}$$

Dla powierzchni 155 cm² (siłownik 24") przy 6 bar ciśnienia siła wynosiłaby

$$F = \frac{60 \text{ N} \cdot 155 \text{ cm}^2}{\text{cm}^2} = 9300 \text{ N} - \text{siła na tłoczysku}$$

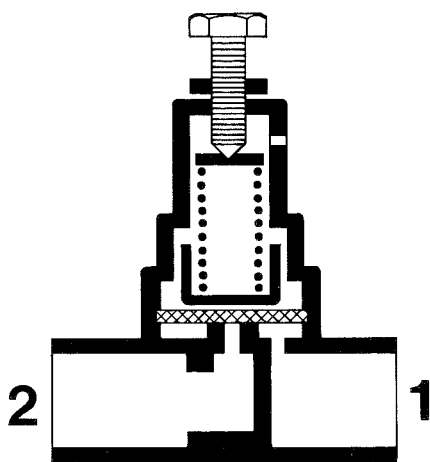
W siłowniku hamulcowym odbywa się przekształcenie energii. Energia sprężonego powietrza ze zbiornika jest przetwarzana w mechaniczną energię do hamowania.

Przy wytwarzaniu z ciśnienia powietrza siły mechanicznej istotne jest zastosowanie zespołów regulujących i sterujących.

Zasada sterowania zespołów polega na tym, że dla dwóch leżących naprzeciw siebie tłoków lub powierzchni przepony ustala się równowagę sił według określonych warunków.

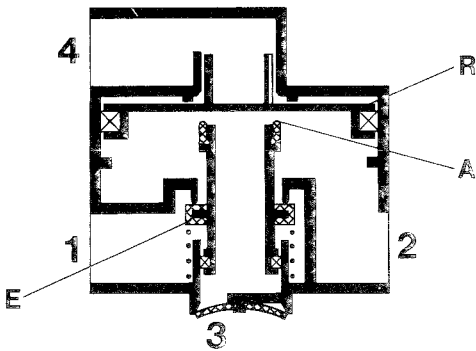
W wielu zespołach zastosowano prostą zasadę, że sile sprężyny przeciwstawiono siłę od tłoka lub przepony na którą działa powietrze pod ciśnieniem. Zasadę tę wykorzystano w zaworze przepływowym.

Sterowanie zespołów



Przy dopływie powietrza do przyłącza 1 pod przeponą obciążoną sprężyną narasta ciśnienie, które jako siła ($F = A \times p$) przeciwdziała sile sprężyny. Gdy wartość siły F osiągnie lub lekko przekroczy wartość siły sprężyny nastąpi ugięcie przepony i powietrze przedostanie się do przyłącza 2. Przy wielu zaworach tego typu odpowiednie ciśnienie otwarcia jest nastawiane za pomocą śruby.

Następną zasadą sterowania i regulowania zespołów jest osiągnięcie równowagi sił przez narastanie ciśnienia po obu stronach tłoka. Zasadę tą wykorzystano przy zaworze przełącznikowym.



- (1) Ciśnienie ze zbiornika p_1
(zbiornik powietrza)
- (2) Ciśnienie wyjścia p_2
(siłownik hamulcowy)
- (3) Odpowietrznik
(atmosfera)
- (4) Przyłącze sterujące p_4
(główny zawór hamulcowy)

E = zawór wlotowy
A = zawór wylotowy
(odpowietrzający)
R = tłok sterujący

Sterowanie odbywa się przez przyłącze sterujące 4, np. ciśnienie 3 bar powoduje, że tłok sterujący porusza się pod wpływem siły F_4 na dół, zamyka zawór wylotowy A i otwiera zawór wlotowy E. Teraz powietrze pod ciśnieniem może przepływać ze zbiornika 1 w kierunku siłownika 2.

Jednocześnie rośnie ciśnienie także pod tłokiem i działa jako siła F_2 przeciwdziałając sile F_4 . Ciśnienie w przyłączy 2 osiąga wartość ciśnienia sterowania 3 bar, powierzchnie tłoka są jednakowe ($A_o = A_u$). Przy jednakowych ciśnieniach ($p_4 = p_2$) siły są zrównoważone ($F_4 = F_2$). Podniesiony tłok zamyka zawór wlotowy, ciśnienie w przyłączy 2 nie może dalej rosnać. Jest to, pozycja „ustalonego hamowania”.

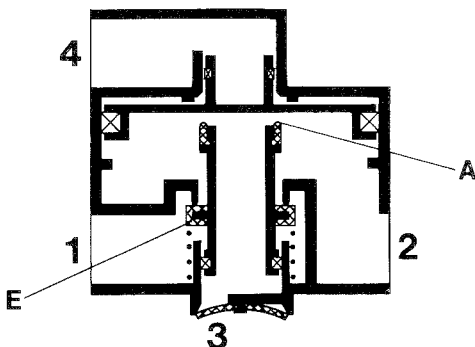
$$F_4 = F_2$$

$$A_o \cdot p_4 = A_u \cdot p_2$$

$$\frac{20 \text{ cm}^2 \cdot 30 \text{ N}}{\text{cm}^2} = \frac{20 \text{ cm}^2 \cdot 30 \text{ N}}{\text{cm}^2}$$

$$600 \text{ N} = 600 \text{ N}$$

Równowaga sił na tłoku sterującym nie zawsze musi znaczyć równość wprowadzonych lub wyprowadzonych ciśnień, jest to zauważalne gdy zawór przełącznikowy nieznacznie zmodyfikujemy, tzn. zmniejszymy górną powierzchnię tłoka.



- (1) Ciśnienie ze zbiornika p_1
(zbiornik powietrza)
- (2) Ciśnienie na wyjściu p_2
(siłownik hamulcowy)
- (3) Odpowietrznik
(atmosfera)
- (4) Przyłącze sterujące p_4
(główny zawór hamulcowy)

E = zawór wlotowy
A = zawór wylotowy
(odpowietrzający)

W tym przypadku wprowadzone jest znowu ciśnienie 3 bar do przyłącza 4, podobnie jak w poprzednim przykładzie otwiera się zawór wlotowy i wprowadzone zostaje ciśnienie do przyłącza 2. Rośnie znowu ciśnienie pod tłokiem sterującym. Zrównanie sił $F_2 = F_4$ powoduje zamknięcie zaworu wlotowego.

Wszystko to dzieje się już gdy ciśnienie $p_2=1,5$ bar. Wyjaśnienie leży w tym, że dolna powierzchnia tłoka jest dwa razy większa niż górna ($A_u = 2 \times A_o$). Teraz wystarczy połowa ciśnienia doprowadzająca do zrównania sił $F_4 = F_2$.

$$\begin{aligned} F_4 &= F_2 \\ A_o \cdot p_4 &= A_u \cdot p_2 \\ p_2 &= \frac{A_o \cdot p_4}{A_u} = \frac{10 \text{ cm}^2 \cdot 3 \text{ bar}}{\text{cm}^2} = 1,5 \text{ bar} \end{aligned}$$

To znaczy, że przy różnych powierzchniach (A_o i A_u) tłoków-przepon lub zaworów równowaga sił ($F_4 = F_2$) będzie osiągalna przy różnych ciśnieniach ($p_4 \neq p_2$) wiedząc, że stosunek siła/powierzchnia jest odwrotnie proporcjonalny.

podwójna powierzchnia tłoka ↔ połowa ciśnienia
połowa powierzchni tłoka ↔ podwójne ciśnienie

Jest to ważne dla wszystkich innych powierzchni tłoków.

Podział układów hamulcowych.

Podział:

Układy hamulcowe dzieli się w/g:

- celu zastosowania
- rodzaju zastosowanej energii
- rodzaju urządzeń przenoszących
- liczby przewodów łączących przy połączeniu pojazdów samochodowych i przyczep

Układy hamulcowe w/g celu zastosowania:

Układ hamulcowy roboczy:

Służy nie tylko do zmniejszania prędkości lecz także do zatrzymania pojazdu.

Można go stopniowo uruchamiać i działać na wszystkie koła.

Układ hamulcowy postojowy:

Ma za zadanie utrzymywać pojazd w stanie unieruchomionym, także na pochylonej jezdni oraz pod nieobecność kierowcy.

Musi również funkcjonować w przypadku braku energii pneumatycznej lub hydraulicznej. Z wyżej wymienionych powodów powinien on działać w sposób mechaniczny na koła hamowane.

Może to zachodzić poprzez naciągi linki, zespół dźwigni lub akumulatory energii mechanicznej (np. siłowniki sprężynowe).

Układ hamulcowy awaryjny:

Ma za zadanie uzupełniać zmniejszoną skuteczność hamulca roboczego w razie jego awarii.

Nie wymaga żadnej dodatkowej instalacji hamulcowej z oddzielnym uruchomieniem, jeżeli efekt hamulca pomocniczego można uzyskać przez uruchomienie nieuszkodzonego obwodu dwuobwodowego hamulca roboczego lub hamulca postojowego. W tym przypadku hamulec postojowy powinien zapewniać stopniowe narastanie siły.

Układ hamulcowy o długotrwałym działaniu:

Umożliwia kierowcy regulowanie prędkości pojazdu bez użycia hamulca roboczego lub postojowego.

Układy hamulcowe w/g rodzaju zastosowanej energii:

Układy hamulcowe uruchamiane siłą mięśni:

Ten rodzaj układów hamulcowych, stosowanych głównie w motocyklach i samochodach osobowych, polega na przenoszeniu siły mięśni kierowcy za pomocą pedału lub dźwigni ręcznej na mechanizmy hamujące kół hamowanych hydraulicznie lub mechanicznie.

Wspomaganie hamulców:

Urządzenia te stosuje się w sam. osobowych i lekkich pojazdach użytkowych. Siła mięśni wzmacniana jest przez serwo dzięki sile wspomagającej, która wytworzona jest przez ciśnienie powietrza, podciśnienie lub płyn hamulcowy.

Przy braku siły wspomagającej, pojazd może być jeszcze zahamowany siłą mięśni. Konieczny jest jednak do tego wyraźnie wyższy wysiłek fizyczny.

Uruchomienie układu hamulcowego siłą obcą:

Urządzenia te znajdują zastosowanie przeważnie w średnich i ciężkich pojazdach użytkowych, gdzie pojazd jest hamowany wyłącznie siłą obcą.

Siła obca wytworzona jest przez ciśnienie powietrza, podciśnienie lub płyn hamulcowy, siła mięśni kierowcy służy tylko do sterowania układem hamulcowym.

Siła hamowania nie będzie mogła być wytworzona przy braku energii.

Systemy uruchamiające w/g rodzaju układów przenoszących:

Jednoobwodowy system uruchamiający:

System ten ma jednoobwodowy układ przenoszenia.

Po awarii układu przenoszącego system uruchamiający nie działa.

Dwuobwodowy system uruchamiający:

Obecnie układ przenoszący hamulca roboczego z powodu wysokich wymagań dotyczących bezpieczeństwa buduje się jako dwuobwodowy.

Przy awarii jednego z obwodów hamulcowych można jeszcze hamować za pomocą drugiego obwodu. Jednakże działanie hamulca jest znacznie ograniczone i wymaga on naprawy w odpowiednim warsztacie.

Układ hamulcowy w zespole pojazdu ciągnącego i przyczepy:

Dostarczanie energii i sterowanie hamulców przyczepy następuje od ciągnika.

Przekazywanie energii między dwoma pojazdami następuje - jak wskazuje sama nazwa - przy jedнопrzewodowym układzie przez jeden, a przy dwuprzewodowym przez dwa przewody łączące.

Jedнопrzewodowe układy hamulcowe:

Napełnianie zbiornika powietrza i sterowanie hamulcami w przyczepie następuje przez jeden przewód („przewód sterujący”).

Przy nieszczelności w przewodzie sterującym hamulce zostaną uruchomione lecz przerwane będzie przekazywanie powietrza do przyczepy. Z tego powodu istnieje niebezpieczeństwo, że przez ciągłe hamowanie przy jeździe po długim spadku zapas sprężonego powietrza w przyczepie będzie wyczerpany.

Ta wada układu jedнопrzewodowego zdecydowała, że dwuprzewodowe układy hamulcowe są wymagane dzisiaj ustawowo.

Dwuprzewodowe układy hamulcowe:

W tych układach ciągnik i przyczepa są ze sobą połączone przez dwa przewody: przewód zasilający i przewód sterujący, uruchamiające hamulce wzrostem ciśnienia.

Przez przewód zasilający powietrze pod ciśnieniem dopływa do układu przyczepy także w czasie hamowania. W ten sposób układ hamulcowy przyczepy nie zmniejsza zapasu sprężonego powietrza. Złącza obu przewodów są znormalizowane.