

Budowa i kontrola hydraulicznego układu hamulcowego



kom. Robert Czyżycki
podkom. Piotr Kuśka
podkom. Dorota Dziubek
podkom. Elżbieta Sęktas
asp. szt. Dariusz Napierała

Zakład Prewencji i Ruchu Drogowego

Budowa i kontrola hydraulicznego układu hamulcowego



Katowice 2025

Nadzór merytoryczny:
nadkom. Michał Stępień

Redakcja, korekta, skład:
Paweł Mięsiak

© Szkoła Policji w Katowicach, Katowice 2025, pewne prawa zastrzeżone.

Niniejsza publikacja w całości stanowi materiał dydaktyczny Szkoły Policji w Katowicach.
Publikacja dostępna jest na licencji:
Creative Commons – Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne – Na tych samych warunkach (CC-BY-NC-SA) 4.0 Polska.

Postanowienia licencji są dostępne pod adresem:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.pl>

Spis treści

Wstęp	4
1. Przepisy regulujące kontrolę stanu technicznego pojazdów	5
1.1. Podstawy prawne	5
2. Układ hamulcowy	6
2.1. Rodzaje i budowa hydraulicznego układu hamulcowego	6
2.1.1. Klocki hamulcowe	8
2.1.2. Tarcze hamulcowe	9
2.1.3. Zaciski i tłoczki hamulcowe	10
2.1.4. Pompa hamulcowa i serwo	11
2.1.5. Płyn hamulcowy i przewody hamulcowe	13
2.1.6. Korektor siły hamowania	14
2.1.7. Pedał hamulca	15
2.1.8. Układ przeciwblokujący ABS	15
2.2. Zadania stawiane hydraulicznym układom hamulcowym	17
3. Kontrola układu hamulcowego	21
3.1. Stan techniczny i działanie	21
3.2. Skuteczność i sprawność hamulca roboczego	28
3.3. Sprawność i skuteczność pomocniczego (awaryjnego) układu hamulcowego	32
3.4. Sprawność i skuteczność postojowego układu hamulcowego	32
3.5. Układ przeciwblokujący ABS	33
3.6. Płyn hamulcowy	34
Bibliografia	35

Jako policjanci mamy prawny obowiązek czuwania nad bezpieczeństwem i porządkiem w ruchu drogowym, a także *kontrolowania* jego uczestników. Jednym z uprawnień policjantów jest kontrola stanu technicznego pojazdów znajdujących się na drodze. Celem kontroli stanu technicznego pojazdów jest sprawdzenie prawidłowości działania poszczególnych układów pojazdu oraz ocena jego stanu technicznego mająca szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa jazdy. Jednym z układów podlegających kontroli jest układ hamulcowy, który ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo jazdy.

Do przeprowadzenia w prawidłowy sposób kontroli stanu technicznego hydraulicznego układu hamulcowego niezbędna jest zarówno wiedza z zakresu jego budowy jak i warunków technicznych jakim powinien on odpowiadać.

Niniejsza publikacja ma na celu przybliżenie problematyki związanej z konstrukcją, zadaniami i sposobami kontroli hydraulicznych układów hamulcowych pojazdów, a także umożliwienie prawidłowego wykonania kontroli przez policjantów na drodze i wyeliminowanie z dróg pojazdów niespełniających wymagań związanych ze stanem technicznym układu hamulcowego.

Według policyjnych statystyk około 8 procent pojazdów, które brały udział w zdarzeniach drogowych w ciągu ostatnich lat miało usterki układu hamulcowego. Bagatelizowanie sygnałów świadczących o problemach z hamulcami jest więc nieodpowiedzialne szczególnie z punktu widzenia bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego, a usterki hamulców zdarzają się we wszystkich typach samochodów, niezależnie od ich wieku.

Do sporządzenia niniejszej pracy wykorzystano pomoce dydaktyczne znajdujące się na wyposażeniu sali wykładowej Zakładu Prewencji i Ruchu Drogowego Szkoły Policji w Katowicach.

Rozdział 1.

Przepisy regulujące kontrolę stanu technicznego pojazdów

1.1. Podstawy prawne

Policjant w związku z czuwaniem nad bezpieczeństwem i porządkiem ruchu na drogach jest uprawniony do sprawdzania stanu technicznego pojazdów na podstawie art. 129 ust. 2, pkt 4 Ustawy Prawo o ruchu drogowym. Podczas kontroli drogowej funkcjonariusz Policji weryfikuje sprawność poszczególnych układów znajdujących się w pojeździe, które mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Jednym z takich układów niewątpliwie jest hydrauliczny układ hamulcowy.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 listopada 2019 r. w sprawie kontroli ruchu drogowego określa szczegółowe warunki, organizację i sposób wykonania kontroli ruchu drogowego. Załącznik nr 1 tego rozporządzenia reguluje sposób wykonywania identyfikacji pojazdów, kontroli drogowej stanu technicznego pojazdów oraz kryteria uznania ich stanu za niezadowalający. Pozycja nr 1 tego załącznika dotyczy układu hamulcowego pojazdów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia to kolejny akt prawny, w którym został uregulowany wymagany stan techniczny pojazdów. Znajdziemy tam informacje w jakie rodzaje układów hamulcowych wyposaża się pojazdy, jakim warunkom muszą one odpowiadać oraz jaką muszą mieć skuteczność hamowania.

Zarządzenie 30 Komendanta Głównego Policji z dnia 22 września 2017 r. określa zadania wymagające wiedzy specjalistycznej, m.in.: kontrola stanu technicznego pojazdów silnikowych. W tym zakresie kontroli ruchu drogowego dokonuje policjant pełniący służbę w komórce właściwej do spraw ruchu drogowego, posiadający przeszkolenie w zakresie ruchu drogowego lub inny policjant jeżeli ma odpowiednią wiedzę specjalistyczną i umiejętności w tym zakresie.

Należy tutaj również wspomnieć o rozporządzeniu Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach, które może być wskazówką dla policjanta podczas kontroli stanu technicznego pojazdów w tym hydraulicznych układów hamulcowych.

2.1. Rodzaje i budowa hydraulicznego układu hamulcowego

Układ hamulcowy to zbiór elementów, które mają za zadanie zmniejszyć prędkość, zatrzymać pojazd będący w ruchu lub zapobiec stoczeniu się pojazdu z pochyłonej powierzchni. Układ ten składa się z klocków, szczęk, tarcz oraz bębnow hamulcowych, pompy wraz ze zbiornikiem wyrównawczym, w którym znajduje się płyn hamulcowy, przewodów ciśnieniowych sztywnych i elastycznych, zacisków hamulcowych i pedału hamulca oraz w większości pojazdów występuje wspomaganie układu hamulcowego tzw. serwo.

Do spełnienia funkcji układu hamulcowego służą dwa typy układów, w które zgodnie z przepisami musi być wyposażony pojazd:

- podstawowy, czyli roboczy układ hamulcowy,
- dodatkowy, czyli postojowy (ręczny) lub awaryjny (układ dźwigni i cięgien).

Układy różnią się od siebie przede wszystkim sposobem aktywacji. Podstawowy uruchamia się po naciśnięciu na pedał hamulca. Pomocniczy wymaga pociągnięcia za dźwignię lub wciśnięcia odpowiedniego przycisku. Hamulec postojowy lub awaryjny wykorzystuje się zazwyczaj podczas postoju lub w sytuacjach awaryjnych.

Podstawowy układ (roboczy) nazywany jest hydraulicznym układem hamulcowym ze względu na jego schemat działania. W chwili naciśnięcia pedału hamulca pompa tłoczy płyn hamulcowy pod ciśnieniem, co powoduje, że tłok umiejscowiony w zacisku dociska klocki do tarczy obracającej się wraz z kołem. Płyn tłoczony jest równomiernie na lewe i prawe koło, ale z większym naciskiem na przednią oś. W starszych pojazdach stosowany jest korektor siły hamowania, którego zadaniem jest odpowiednie rozdzielenie siły hamującej pomiędzy przednimi a tylnymi kołami samochodu. Układ działa w ramach dwóch obwodów, by w razie uszkodzenia jednego z nich, drugi obwód nadal mógł spełniać swoją funkcję, choć siła hamowania będzie mniejsza. Obwody odpowiadają za koła naprzemienne np. pierwszy steruje kołem przednim prawym i tylnym lewym, a drugi pozostałymi dwoma.

Układy hamulcowe mogą mieć różną budowę, natomiast zasada działania jest taka sama. W zależności od budowy układu hamulcowego wyróżnić możemy następujące rodzaje hamulców:

- bębnowe,
- tarczowe,
- bębnowo-tarczowe.

Hamulce bębnowe złożone są z obracającego się wraz z kołem bębna. W jego wnętrzu znajdują się szczęki, przymocowane do nieobrotowej tarczy kotwicznej. W wyniku rozpierania szczęk przez siłownik hydrauliczny (tłoczki) spowodowany wciśnięciem pedału hamulca i przetłoczeniem płynu hamulcowego szczęki zaczynają trzeć o bęben, dzięki czemu wytwarzana jest siła tarcia i możliwe jest hamowanie.



Fot. 1. Bęben hamulcowy i szczęki hamulcowe

Zasada działania hamulców tarczowych jest podobna lecz elementem ciernym zamiast szczęki jest klocek hamulcowy umiejscowiony w zacisku, w którym znajduje się tłoczek, gdzie w wyniku nacisku na pedał hamulca powstaje ciśnienie, a co za tym idzie okładziny cierne klocków hamulcowych zostają dociśnięte do zespolonej z kołem tarczy hamulcowej, a to prowadzi do wytracania prędkości, aż do całkowitego zatrzymania się kół samochodu. Układ tarczowy jest lżejszy, wydajniejszy i mniej podatny na usterki niż bębnowy, dlatego jest w niego wyposażony praktycznie każdy współczesny samochód.

Hamulce różnią się od siebie także sposobem, w jaki jest wytwarzana siła hamowania. W większości samochodów osobowych stosuje się hamulce hydrauliczne. W samochodach ciężarowych, autobusach i ciężkich pojazdach wykorzystuje się pneumatyczne układy hamulcowe ze względu na większą siłę potrzebną do zahamowania. W przyczepach oraz rowerach i motorowerach używane są natomiast hamulce mechaniczne (postojowe lub najazdowe). Można spotkać się również z układami mieszanymi.

2.1.1. Klocki hamulcowe

Klocki hamulcowe są częściami roboczymi wchodzącymi w skład układu hamulcowego, mają konstrukcję warstwową, a od ich budowy i wykonania zależy komfort używania hamulców. W skład klocków hamulcowych wchodzi:

- płytka nośna (mająca wpływ na dopasowanie klocka do zacisku, na jego sztywność, wibracje, stukanie),
- międzywarstwa (izolacja płytki nośnej od materiału ciernego, chroniąca zacisk hamulcowy przed przegrzaniem i wibracjami),
- materiał cierny (odpowiedzialny bezpośrednio za hamowanie).

Klocki hamulcowe montowane są w jarzmach zacisków i pobudzane są do działania przez tłoczki, które dociskają je do powierzchni roboczej tarczy hamulcowej wywołując siłę tarcia, która powoduje zahamowanie pojazdu. Klocki są elementem ciernym, w liczbie przynajmniej dwóch znajdują się po obu stronach tarczy i mogą poruszać się w kierunku prostopadłym do niej.

W klockach hamulcowych mogą być zastosowane czujniki zużycia (akustyczne lub elektryczne). Czujniki akustyczne to blaszka, która przy zużyciu klocków na poziomie około 80% emituje podczas hamowania pisk generowany przez ocieranie blaszki o powierzchnię roboczą tarczy. Czujniki elektryczne dostarczają informacje o zużyciu klocków do komputera pokładowego pojazdu, a w chwili osiągnięcia przez materiał cierny grubości skrajnej, kontrolka umieszczona na desce rozdzielczej informuje że klocki hamulcowe są do wymiany.



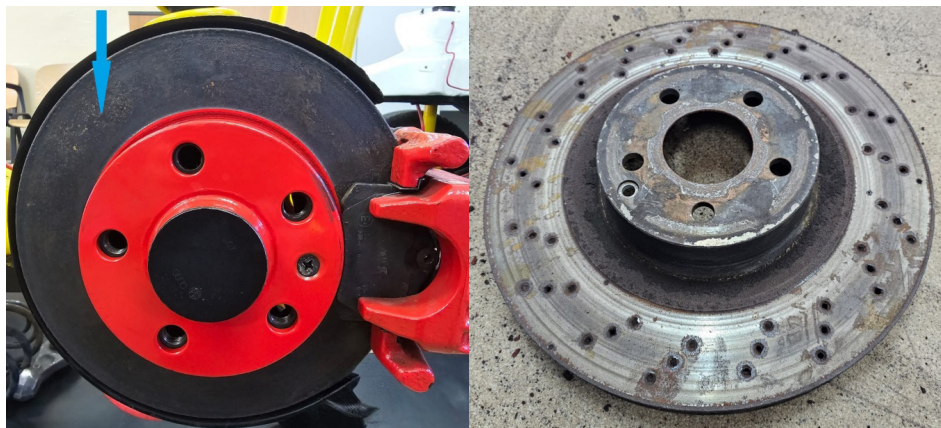
Fot. 2. Klocki hamulcowe

2.1.2. Tarcze hamulcowe

Tarcze hamulcowe są jednym z najważniejszych elementów tarczowego układu hamulcowego. Są one zamontowane na sztywno i obracają się wraz z piastą koła i felgą.

Tarcza hamulcowa ma formę metalowego pierścienia, wytwarzanego ze specjalnych stopów, które mają dużą odpornością na tarcie oraz wysokie temperatury. Jest najczęściej zbudowana z żeliwa lub stali, często dodawany jest węgiel, co uodparnia tarczę na nagrzewanie się. Można wyróżnić tarcze pełne (monolityczne) – to najprostszy i zarazem najtańszy rodzaj tarcz hamulcowych. Wadą takich tarcz jest duża podatność na przegrzanie. Tarcze wentylowane posiadają liczne otwory pozwalające na lepsze odprowadzanie ciepła. W niektórych pojazdach stosuje się nawiercane lub nacinane tarcze, które jeszcze lepiej radzą sobie z wysokimi temperaturami. Wyróżnić można także tarcze ceramiczne, które są niemal niewrażliwe na przegrzewanie. Różnice w tarczy hamulcowej poza jej budową (pełna i wentylowana) to również średnica tarczy, która dobierana jest mniej więcej tak, aby zapewnić skuteczne hamowanie dla samochodu o danej mocy. Tarcza również musi zmieścić się w feldze koła.

Tarcze hamulcowe obracają się razem z kołem. Kiedy naciskany jest pedał hamulca, przewodami do tłoczka hamulcowego jest tłoczony płyn hamulcowy, który powoduje, że klocki hamulcowe osadzone w zaciskach są dociskane do tarczy. W efekcie powstaje siła tarcia, zamieniająca energię kinetyczną pojazdu na energię ciepłą, a pojazd zostaje zahamowany.



Fot. 3. Tarcze hamulcowe

2.1.3. Zaciski i tłoczki hamulcowe

Jednym z elementów tarczowego układu hamulcowego są zaciski przymocowane na stałe do zwrotnicy koła. Współcześnie stosowane są dwa rodzaje zacisków hamulcowych:

- zacisk pływający to najczęściej stosowany typ zacisków w samochodach osobowych. Jego konstrukcja składa się z jarzma czyli podstawy przymocowanej na stałe do zwrotnicy pojazdu oraz części ruchomej zacisku. Po naciśnięciu pedału hamulca tłoczek zacisku hamulca dociska wewnętrzny klocek do tarczy, a obudowa przesuwa się po prowadnicach zacisku, dociskając równomiernie drugi klocek. Zacisk pływający posiada tłoki tylko po jednej stronie tarczy,
- zacisk stały jest stosowany zazwyczaj w samochodach dysponujących większymi mocami. Obudowa zacisku jest na stałe przymocowana do zwrotnicy i nie zmienia swojego położenia w trakcie pracy. Tłoczki znajdują się po obydwu stronach tarczy hamulcowej, a w momencie naciśnięcia pedału hamulca równomiernie dociskają do niej klocki.

W samochodach osobowych zazwyczaj stosowane są zaciski pływające z uwagi na dosyć prostą konstrukcję. Budowa zacisku hamulcowego składa się z następujących elementów:

- jarzmo czyli nieruchoma podstawa na stałe przymocowana do zwrotnicy,
- korpus zacisku,
- tłoczek hydrauliczny (zazwyczaj jeden lub dwa) dociskający klocek do tarczy,
- uszczelnienie tłoczka,
- prowadnica odpowiadająca za przesuwanie obudowy zacisku,
- osłona gumowa prowadnicy chroniąca ją przed zanieczyszczeniami,
- odpowietrznik.



Fot. 4. Korpus zacisku hamulcowego wraz z tłoczkiem

Tłoczki hamulcowe są integralnym elementem każdego zacisku hamulcowego. Mają cylindryczny kształt, a we współczesnych konstrukcjach tarczowych najczęściej spotkać można jeden lub dwa tłoczki. Ich działanie sprzężone jest z funkcjonowaniem całego układu hamulcowego. Po wciśnięciu przez kierowcę pedału hamulca uruchomiona zostaje pompa, która zwiększa ciśnienie wewnątrz przewodów wypełnionych płynem hamulcowym. Ta nieściśliwa ciecz przenosi siły wypracowane przez pompę bezpośrednio na tłoczki hamulcowe. Ich zadanie jest kluczowe, gdyż wychylając się pod wpływem ciśnienia, wprawiają w ruch zacisk, na którym osadzone są klocki. Dzięki temu możliwe jest silne dociśnięcie elementów ciernych układu i w efekcie zatrzymanie kół pojazdu.



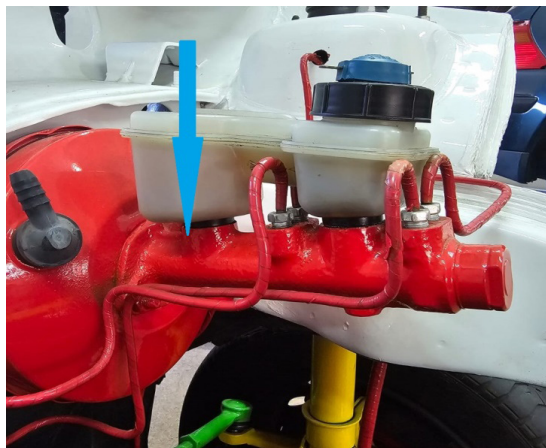
Fot. 5. Zacisk hamulcowy

2.1.4. Pompa hamulcowa i serwo

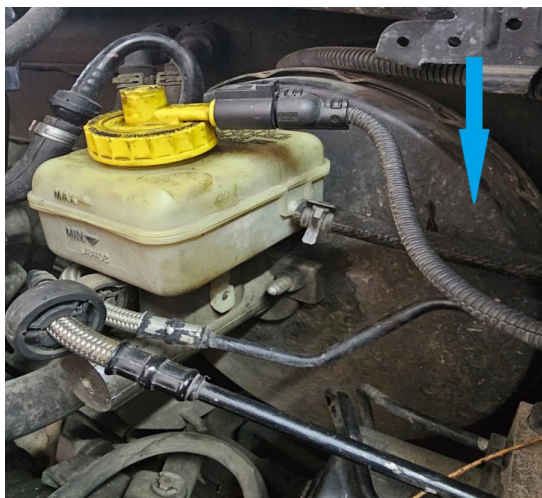
Pompa hamulcowa to element, którego zadaniem jest zapewnienie odpowiedniego ciśnienia w układzie hamulcowym. Jest ona bezpośrednio połączona z pedałem hamulca i wspomagana zazwyczaj przez serwo, dzięki któremu nie trzeba używać dużej siły aby skutecznie zatrzymać pojazd. W momencie nacisku na pedał hamulca, pompa powoduje przepływ i zwiększenie ciśnienia płynu hamulcowego wtłaczanego do przewodów ze zbiornika wyrównawczego, który napiera na tłoki zacisków hamulcowych wytwarzając siłę hamowania. Ważnym elementem układu jest serwomechanizm wykorzystujący podciśnienie z kolektora dolotowego. Jego działanie polega na zwiększeniu siły wywieranej na tłoczek pompy hamulcowej po wciśnięciu pedału hamulca.

W serwie podczas pracy panuje stan podciśnienia (w silnikach benzynowych za podciśnienie odpowiada kolektor dolotowy, natomiast w dieslu rolę tę przejmują pompa próżniowa). Stan podciśnienia oznacza, że w komorze serwa powietrze jest wyssane, dzięki temu do wytworzenia siły hamowania wystarczy niewielki nacisk na pedał hamulca, a cała potrzebna siła przekazywana jest przez wytworzone podciśnienie.

Servo działa jedynie przy uruchomionym silniku, gdyż dopiero wtedy możliwe jest utrzymanie stanu podciśnienia.



Fot. 6. Pompa hamulcowa



Fot. 7. Serwo

2.1.5. Płyn hamulcowy i przewody hamulcowe

Płyn hamulcowy odpowiada za przenoszenie ciśnienia hydraulicznego w układzie hamulcowym. Naciśnięcie pedału hamulca powoduje wtłoczenie nieściśliwego płynu hamulcowego do tłoków cylindra. Zbiorniczek z płynem hamulcowym umieszczony jest na pompie hamulcowej i dodatkowo wyposażony w czujnik, a działanie pompy nie byłoby możliwe bez udziału płynu hamulcowego. Płyn musi charakteryzować się określonymi właściwościami między innymi niską ściśliwością, stałą temperaturą wrzenia odpornością na utlenianie czy określoną lepkością. Płyn hamulcowy bezpośrednio wpływa na długość drogi hamowania, w przypadku, gdy jest go za mało lub jego parametry nie spełniają określonych norm droga hamowania wydłuża się. Dodatkowo płyn zabezpiecza układ hamulcowy przed korozją, wyciekami i zamarzaniem wody w przewodach oraz przedłuża żywotność układu. Informację jaki płyn hamulcowy powinien być zastosowany do danego pojazdu znajdziemy w jego instrukcji obsługi.

Zadaniem przewodów hamulcowych jest prowadzenie płynu hamulcowego z pompy hamulcowej do zacisków hamulcowych. Pod pojazdem stosuje się sztywne przewody hamulcowe (metalowe, wzmocnione, rzadko chronione z zewnątrz gumą). Od krawędzi nadwozia do samych zacisków stosowane są elastyczne przewody hamulcowe (guma wzmocniona wewnątrz i na zewnątrz plecionką z tkaniny z opłotem metalowym) dzięki elastycznym przewodom hamulcowym samochód może skręcać, a koła mogą poruszać się w górę i w dół. Elastyczne przewody są przedłużeniem sztywnych przewodów hamulcowych.



Fot. 8. Sztywne przewody hamulcowe



Fot. 9. Elastyczny przewód hamulcowy

2.1.6. Korektor siły hamowania

Korektor siły hamowania to urządzenie pozwalające na zmianę działania hamulców zależnie od obciążenia tylnej osi pojazdu. W każdym samochodzie podczas hamowania większa siła kierowana jest na przednie koła gdzie zazwyczaj jest większa masa. Hamując, dodatkowo przenoszony jest środek ciężkości pojazdu na przód, zwiększając jeszcze bardziej różnicę w obciążeniu na obu osiach, a co za tym idzie przednie koła muszą być hamowane z większą siłą. Jeżeli siła hamowania miałyby taką samą wartość zarówno dla przedniej, jak i tylnej osi, to biorąc pod uwagę różnicę masy na osiach, dochodziłoby do blokowania tylnych kół.

Podstawowym zadaniem korektora siły hamowania jest zapewnienie odpowiedniej proporcji pomiędzy obciążeniami przedniej i tylnej osi samochodu, a uzyskiwanymi na tych osiach siłami hamowania. Montowany jest on blisko tylnej osi pojazdu. W przypadku zwiększenia się obciążenia w tylnej części pojazdu korektor wzmacnia siłę hamowania na tylnej osi, co skutkuje lepszą skutecznością hamowania. Pełni on też funkcję zapobiegania blokowaniu tylnych kół i niekontrolowanego zarzucania tyłem samochodu przy gwałtownym hamowaniu.

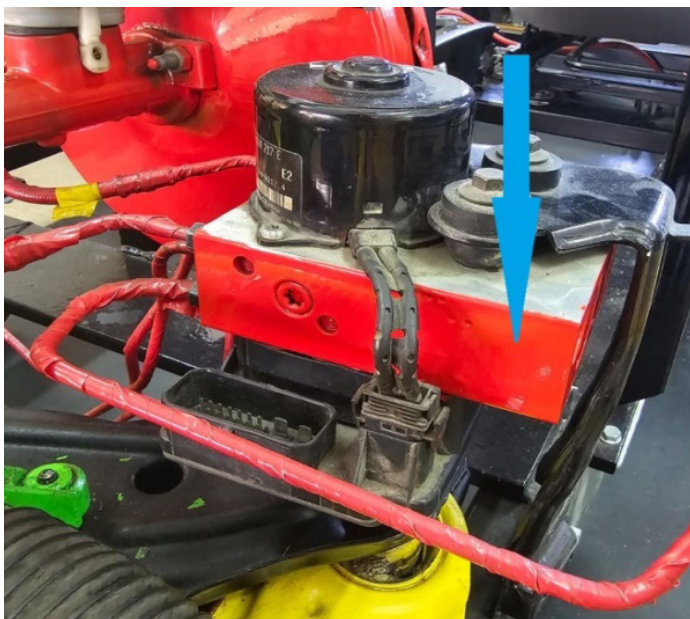
Korektor sił hamowania to rozwiązanie niespotykane już w najnowszych konstrukcjach samochodowych, jednak wciąż funkcjonujące w starszych pojazdach. Korektory posiadały wszystkie samochody bez ABS-u. Obecnie w każdym samochodzie montowany jest standardowo system ABS, który współpracuje z elektronicznym systemem EBD (Electronic Brakeforce Distribution), ale można również spotkać samochody wyposażone zarówno w ABS, jak i korektor siły hamowania.

2.1.7. Pedał hamulca

Pedał hamulca w większości samochodów zamontowany pod deską rozdzielczą, w przestrzeni na nogi kierowcy. Nacisk na pedał inicjuje hamowanie i jego siłę. Nad pedałem zamontowany jest czujnik, który pozwala na zapalenie świateł stop po jego naciśnięciu. Czujnik pedału hamulca może również przekazywać informacje do sterowników (np. systemu ABS) o rozpoczęciu hamowania. Naciskając pedał hamulca, powodujemy wysuwanie się tłoczka hamulcowego, który dopycha klocki do tarczy.

2.1.8. Układ przeciwblokujący ABS

ABS (Anti-lock Braking System) to układ przeciwblokujący, który ma za zadanie uniemożliwić całkowite zablokowanie kół podczas hamowania i utrzymać zdolność do kierowania samochodem. W razie gwałtownego hamowania utrzymuje stabilność pojazdu, dzięki czemu można korygować tor jazdy podczas hamowania. Układ przeciwblokujący sterowany jest za pomocą wbudowanego w niego sterownika. Sterownik odbierając sygnały z czujników zamontowanych na piastach każdego z kół kieruje modulatorem, który rozdziela ciśnienie pochodzące z pompy hamulcowej na koła, kontrolując ich poślizg i uniemożliwiając ich całkowite zablokowanie. Na pedale hamulca odczuwane są wówczas wibracje związane z gwałtowną zmianą ciśnienia, należy wtedy przytrzymać mocno wciśnięty pedał hamulca, aby jak najlepiej wykorzystać możliwości systemu. Modulator ABS jest najczęściej usytuowany w komorze silnika. Czujniki prędkości obrotowej kół są montowane osobno dla każdego koła i wysyłają informację do sterownika o ryzyku zablokowania danego koła. Ich działanie opiera się zazwyczaj na indukcji magnetycznej. Zadaniem ABS-u jest rozdział siły hamowania poprzez zmniejszenie ciśnienia w układzie hamulcowym. W ten sposób koła ślizgają się tylko w 10-40%, dzięki czemu nie dochodzi do ich pełnego zablokowania jak w przypadku całkowitego poślizgu.



Fot. 10. Pompa ABS



Fot. 11. Czujnik ABS



Fot. 12. Piasta koła wraz z ABS

2.2. Zadania stawiane hydraulicznym układom hamulcowym

Podstawowym zadaniem układu hamulcowego jest zmniejszenie prędkości jazdy, zatrzymanie samochodu, a także zabezpieczenie go przed stoczeniem się podczas postoju. We współczesnych pojazdach działanie układu hamulcowego jest wspomagane przez zaawansowane systemy bezpieczeństwa, które chronią przed wypadnięciem w poślizg.

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych pojazdów i ich niezbędnego wyposażenia pojazd samochodowy, z wyjątkiem motocykla i trzykołowego pojazdu samochodowego o dmc nieprzekraczającej 1 t, wyposaża się w następujące rodzaje układów hamulcowych:

- 1) hamulec roboczy działający na wszystkie koła – przeznaczony do zmniejszania prędkości pojazdu i zatrzymywania go w sposób niezawodny, szybki i skuteczny, niezależnie od jego prędkości i obciążenia oraz od kąta wzniesienia lub spadku jezdni, z możliwością:
 - a) regulowania intensywności hamowania,
 - b) dokonywania hamowania z miejsca kierowcy bez użycia rąk; w odniesieniu do pojazdu inwalidzkiego dopuszcza się użycie jednej ręki;

- 2) hamulec awaryjny działający na co najmniej dwa koła pojazdu, przeznaczony do zatrzymania pojazdu w razie awarii hamulca roboczego, z możliwością:
 - a) regulowania intensywności hamowania,
 - b) dokonywania hamowania z miejsca kierowcy z możliwością trzymania kierownicy przynajmniej jedną ręką;
- 3) hamulec postojowy, przeznaczony do unieruchamiania pojazdu na wzniesieniu i spadku, z możliwością:
 - a) działania podczas nieobecności kierowcy, przy czym robocze części hamulca powinny pozostawać w położeniu zahamowania za pomocą wyłącznie mechanicznego urządzenia,
 - b) dokonywania hamowania z miejsca kierowcy.

Wyposażenie w hamulec postojowy nie jest wymagane, jeżeli hamulec awaryjny, o którym mowa w pkt 2, spełnia wymagane warunki określone dla hamulca postojowego.

Trzykołowy pojazd samochodowy o dmc nieprzekraczającej 1 t powinien być wyposażony w:

- 1) dwa niezależne hamulce łącznie działające na wszystkie koła,
- 2) hamulec postojowy działający na koło (koła) co najmniej jednej osi; hamulec ten może mieć wspólne części z jednym z hamulców wymienionych w pkt 1 i powinien być niezależny od hamulca działającego na koło (koła) drugiej osi.

Motocykl powinien być wyposażony w dwa niezależne hamulce, z których jeden działa co najmniej na przednie koło (koła), a drugi – co najmniej na tylne koło (koła).

Motocykl z wózkiem bocznym powinien być wyposażony w dwa niezależne hamulce, z których jeden działa co najmniej na przednie koło (koła), a drugi – co najmniej na tylne koło (koła), z tym że jeżeli skuteczność hamowania wynosi 40% to hamulec działający na koło wózka nie jest wymagany.

Przyczepa powinna być wyposażona w następujące rodzaje hamulców:

- 1) hamulec roboczy spełniający wymagania jak dla pojazdu samochodowego z wyjątkiem motocykla i trzykołowego pojazdu samochodowego o dmc nieprzekraczającej 1 t, uruchamiany z miejsca kierowcy jednym ruchem łącznie z hamulcem roboczym pojazdu ciągnącego oraz zapewniający samoczynne zatrzymanie przyczepy w razie zerwania podczas jazdy połączenia z pojazdem ciągnącym,
- 2) hamulec postojowy działający również, gdy przyczepa jest odłączona od pojazdu ciągnącego oraz uruchamiany z zewnątrz, a w odniesieniu do przyczepy przystosowanej do przewozu osób – uruchamiany również z wnętrza przyczepy; przez uruchamianie rozumie się również zwalnianie hamulca.

Powyższego przepisu nie stosuje się do jednoosiowej przyczepy dłuźycowej oraz do przyczepy lekkiej, pod warunkiem że niezależnie od urządzenia łączącego przyczepa ta ma dodatkowe połączenie (łańcuch, linka), które w razie zerwania głównego urządzenia łączącego będzie zapobiegało dotykaniu jezdni przez dyszel i zapewniało niezbędną kierowalność przyczepy. Jeżeli jednak dopuszczalna masa całkowita takiej przyczepy jest większa niż połowa masy własnej pojazdu ciągnącego, powinna ona spełniać następujące wymagania:

- w przyczepie o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 tony dopuszcza się hamulec roboczy typu bezwładnościowego (najazdowy) działający na koła wszystkich osi. W przyczepie rejestrowanej po raz pierwszy na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej do dnia 1 stycznia 2023 r. dopuszcza się hamulec roboczy typu bezwładnościowego (najazdowy) działający co najmniej na koła jednej osi; takie rozwiązanie dopuszcza się również w przyczepie o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 5 ton, zarejestrowanej po raz pierwszy przed dniem 1 stycznia 1968 r.

Ponadto hamulce pojazdu powinny zachowywać wymaganą sprawność niezależnie od drgań i wpływów atmosferycznych, na jakie są narażone w normalnych warunkach eksploatacji.

Hamulce powinny ponadto odpowiadać następującym warunkom:

- równoczesne uruchomienie hamulca roboczego i awaryjnego nie może ujemnie wpływać na działanie żadnego z nich, zarówno w przypadku, gdy obydwa hamulce są sprawne, jak i w przypadku uszkodzenia jednego z nich,
- w przypadku uszkodzenia hamulca roboczego w pojeździe samochodowym powinna być zapewniona możliwość hamowania takiej liczby kół przez działanie na hamulec roboczy, aby skuteczność hamowania nie była mniejsza niż 30% wymaganej skuteczności; w pojeździe, w którym można uzyskać skuteczność hamowania wymaganą dla hamulca awaryjnego, nie wymaga się oddzielnego jego sterowania,
- działanie hamulca roboczego powinno być odpowiednio rozłożone między osie; powinno ono być jednakowe dla kół tej samej osi,
- zużycie hamulców powinno być łatwo kompensowane systemem ręcznej lub samoczynnej regulacji; elementy układu hamulcowego powinny mieć taki zapas ruchu, aby po nagraniu hamulców lub po osiągnięciu określonego stopnia zużycia okładzin możliwe było hamowanie bez konieczności natychmiastowej regulacji,
- w przypadku hamulca hydraulicznego zbiorniczek płynu hamulcowego powinien być umieszczony w miejscu łatwo dostępnym dla kontroli.

Skuteczność hamowania określa się wskaźnikiem, który jest stosunkiem siły hamowania do siły wynikającej z dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, a dla naczepy

do sumy dopuszczalnych nacisków na hamowane osie lub stosunkiem opóźnienia hamowania (uzyskanego na drodze poziomej o nawierzchni twardej, suchej i czystej) do przyspieszenia ziemskiego. Wskaźnik skuteczności hamowania nie może być mniejszy niż podany w załączniku nr 7 rozporządzenia w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.

Hamulce uważa się za sprawne, jeżeli wymagana skuteczność jest uzyskiwana bez nadmiernego odchylenia prostoliniowego toru ruchu pojazdu i nadmiernych drgań.

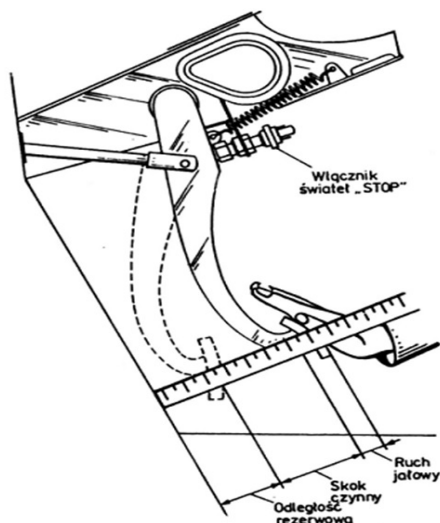
3.1. Stan techniczny i działanie

Kontrolujemy organoleptycznie sworzeń pedału/dźwigni ręcznej hamulca roboczego podczas pracy układu hamulcowego zwracając uwagę na płynność i swobodę ruchu oraz ewentualne zacięcia czy uszkodzenie. Pojazdy wyposażone we wspomaganie układu hamulcowego należy sprawdzać przy wyłączonym silniku.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- zbyt ciasne pasowanie sworznia,
- nadmierne zużycie lub zbyt duży luz sworznia.

Następnie sprawdzeniu podlega stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca i skok elementu uruchamiającego hamulce. Pojazdy wyposażone we wspomaganie układu hamulcowego należy sprawdzać przy wyłączonym silniku. W tym celu ocenić należy stan dźwigni pedału hamulca oraz jej pracę przy szczególnym zwróceniu uwagi na luzowanie/zwalnianie dźwigni oraz jej ewentualne blokowanie, a także na stan nakładki przeciwpoślizgowej czy jej brak (nie dotyczy perforowanej dźwigni pedału hamulca). Jałowy skok pedału hamulca czyli droga przebyta przez pedał do chwili wyczucia lekkiego oporu (powinien wynosić 3-10 mm) natomiast skok roboczy (czynny) pedału hamulca tzn. skok pedału, aż do maksymalnego wciśnięcia (minimalna odległość płytki pedału od podłogi nie powinna być mniejsza niż 40 mm). Podczas wciskania pedału hamulca, po pokonaniu skoku jałowego należy pokonać skok czynny. Odpowiada on za dosunięcie elementów ciernych do tarcz lub bębnow, a następnie wytworzenie odpowiedniej siły docisku. Pomiar wartości skoku czynnego wykonuje się na podstawie wartości skoku rezerwowego. Powinna ona wynosić od 30-50% całkowitego skoku pedału. Zwiększony skok roboczy (czynny) może oznaczać zapowietrzenie układu, a wpadnięty pedał hamulca to prawdopodobnie uszkodzona pompa hamulcowa, brak płynu hamulcowego lub jego wycieki.



Rys. 1. Sposób oceny jałowego i roboczego skoku pedału hamulca

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- nadmierny lub zbyt mały skok jałowy,
- nie można uruchomić hamulca lub jest on zablokowany,
- pedał hamulca nie zwalnia się (luzuje) prawidłowo,
- brak nakładki przeciwpoślizgowej na pedale hamulca, nakładka luźna lub wytarta.

Kolejnymi elementami podlegającymi kontroli jest urządzenie uruchamiające hamulec postojowy, dźwignia sterująca, zapadka hamulca postojowego i elektroniczny hamulec postojowy. Kontrolę wykonujemy organoleptycznie elementów podczas pracy układu hamulcowego. Kontroli dokonujemy na wzniesieniu o nachyleniu umożliwiającym rozpoczęcie staczania się pojazdu w przypadku, gdy hamulce są zwolnione. Sprawdzamy, czy urządzenie działa płynnie i bez oporów. Należy zwrócić uwagę na wszelkie niepokojące dźwięki podczas jego używania, upewniając się, że dźwignia porusza się swobodnie i nie ma luzów. Następnie sprawdzamy prawidłowość działania, czy uchwyt nie przesuwają się względem ramienia dźwigni hamulca postojowego. Zwracamy uwagę na stan zapadek dźwigni hamulca postojowego oraz jej prawidłowe działanie, czy utrzymuje hamulec postojowy w pozycji załączonej oraz czy po zaciągnięciu dźwigni hamulca postojowego występuje siła hamowania, w innym przypadku hamulec nie jest wyregulowany. W przypadku elektronicznego hamulca postojowego sprawdzamy, czy działa prawidłowo, włączając i wyłączając go, zwracając uwagę na wszelkie błędy lub komunikaty wyświetlane na desce rozdzielczej.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- mechanizm zapadkowy nie blokuje,
- zużycie lub nadmierne zużycie sworznia dźwigni lub mechanizmu zapadkowego,
- nadmierny skok dźwigni wskazujący na niewłaściwą regulację,
- brak urządzenia uruchamiającego, urządzenie uszkodzone lub nie działa,
- nieprawidłowe działanie, wskaźnik ostrzegawczy wykazuje awarię.

Następnie kontrolujemy urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompę hamulcową (układy hydrauliczne). Kontroli dokonujemy organoleptycznie podczas pracy elementów układu. Kontrola organoleptyczna serwomechanizmu i pompy hamulcowej to kluczowy element diagnostyki układów hamulcowych w pojazdach. Ta metoda polega na wzrokowej ocenie stanu technicznego podzespołów, co pozwala na wczesne wykrycie potencjalnych usterek. Sprawdzamy stan zewnętrznego serwomechanizmu i pompy hamulcowej. Szukamy oznak korozji, pęknięć lub innych uszkodzeń mechanicznych. Kontrolujemy również czy poziom płynu hamulcowego w zbiorniczku zawiera się pomiędzy minimum i maksimum oraz czy zbiorniczek posiada korek. Często na korku umieszczony jest czujnik wraz z pływakiem, wówczas przewody powinny być podpięte do czujnika, nie powinny nosić śladów uszkodzeń. Sprawdzamy na desce rozdzielczej poprawność działania wskaźnika ostrzegawczego poziomu płynu hamulcowego.

Następnie oceniamy, czy nie występują wycieki płynu hamulcowego, co może wskazywać na uszkodzenie uszczelki lub innych elementów pompy hamulcowej oraz jej połączeń z innymi elementami układu hamulcowego.

W celu oceny działania wspomagania układu hamulcowego (serwomechanizmu) należy przy wyłączonym zapłonie nacisnąć kilkukrotnie na pedał hamulca nie zwalniając go. Po załączeniu silnika pedał hamulca powinien nieznacznie opaść do podłogi pod naciskiem stopy. Świadczy to o prawidłowym działaniu serwomechanizmu, metoda ta nie wymaga wykonywania jazdy testowej, a jednoznacznie ujawni usterki i nieprawidłowości serwomechanizmu wspomagającego proces hamowania poprzez zwiększenie siły z jaką oddziałujemy na tłoczki pompy hamulcowej.

Dokonyjemy również kontroli stanu przewodów przy pompie pod kątem ewentualnych uszkodzeń i wycieków.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- urządzenie wspomagające jest uszkodzone lub działa nieskutecznie,
- urządzenie wspomagające nie działa,
- uszkodzona lub nieszczelna pompa hamulcowa,
- niepewne mocowanie pompy hamulcowej,
- poziom płynu hamulcowego poniżej lub znacznie poniżej znaku minimum,

- brak płynu hamulcowego w zbiorniku pompy hamulcowej,
- brak zamknięcia (pokrywki) zbiornika płynu hamulcowego,
- wskaźnik ostrzegawczy płynu hamulcowego świeci lub jest uszkodzony,
- nieprawidłowe działanie wskaźnika ostrzegawczego poziomu płynu hamulcowego.

Ponadto dokładnej kontroli podlegają sztywne i elastyczne przewody hamulcowe podczas pracy układu hamulcowego. Wskazać warto kilka istotnych kroków, które należy uwzględnić podczas takiej kontroli. Sprawdzić, czy przewody hamulcowe nie mają widocznych uszkodzeń takich jak pęknięcia, przetarcia czy wgniecenia. Zwrócić uwagę na oznaki korozji lub rdzy, które mogą osłabić strukturę przewodów. Należy upewnić się, że przewody są prawidłowo zamocowane i nie mają luzów oraz w przypadku osi kierowanej żaden element nie ociera podczas skrętu kół o inny element pojazdu, co mogłoby prowadzić do ich uszkodzenia podczas jazdy. Sprawdzić należy również, czy w skrajnych położeniach kół przewody nie są nadmiernie naciągnięte, co może spowodować ich urwanie. Należy też zwrócić uwagę na połączenia przewodów hamulcowych sztywnych z elastycznymi przewodami hamulcowymi oraz z zaciskami lub tłoczkami. Skontrolować wycieki płynu hamulcowego w okolicach przewodów i złączy. Wyciek może wskazywać na uszkodzenie przewodu. Łatwiej zaobserwujemy nieszczelności w przypadku zwiększenia ciśnienia w układzie, aby to uzyskać należy nacisnąć pedał hamulca nie zwalniając go.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- stan przewodów grozi awarią lub pęknięciem,
- nieszczelność przewodów lub połączeń,
- przewody uszkodzone lub nadmiernie skorodowane,
- przewody przemieszczone,
- przewody poskręcane lub zbyt krótkie,
- przewody pęcznieją pod ciśnieniem,
- przewody porowate.



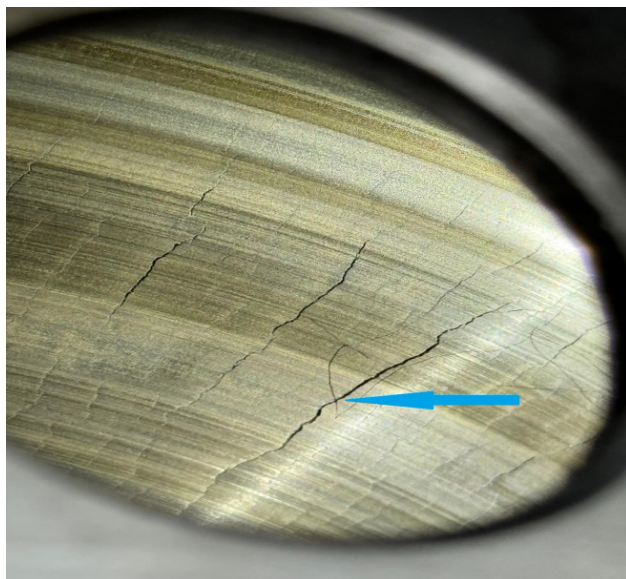
Fot. 13. Uszkodzenie przewodów hamulcowych

Kolejnymi elementami podlegającymi kontroli są okładziny i klocki hamulcowe oraz bębny i tarcze hamulcowe. Dokonujemy kontroli organoleptycznej. Niestety z uwagi na zabudowę obręczy koła i jarzma hamulca nie w każdym przypadku będzie możliwość wzrokowego skontrolowania tych elementów. Sprawdzamy czy nie ma widocznych znaków granicznego zużycia. Klocki hamulcowe często są wyposażane w elektrodę wtopioną w ich element cierny (czujnik), a jej zadaniem jest spowodowanie zwarcia w układzie w momencie, kiedy okładzina zetrze się na tyle, że ten element będzie miał kontakt z tarczą hamulcową, co spowoduje zaświecenie się odpowiedniej kontrolki na desce rozdzielczej. Zwracamy uwagę na pęknięcia, wyszczerbienia lub inne uszkodzenia, które mogą wpłynąć na działanie hamulców. Kontrolujemy, czy bębny i tarcze nie mają rys, pęknięć ani innych uszkodzeń, które mogą wpłynąć na ich funkcjonalność. Należy upewnić się, czy nie występuje nadmierne zużycie bębna lub tarczy, co może prowadzić do obniżenia efektywności hamowania.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- nadmierne zużycie klocków lub okładzin (widoczny znak granicznego zużycia),
- nadmierne zużycie klocków lub okładzin (niewidoczny znak granicznego zużycia),
- zanieczyszczenie okładzin lub klocków jeżeli wpływają na działanie hamulca,
- brak lub nieprawidłowe zamontowanie okładziny lub klocka,
- zużycie bębna lub tarczy,

- nadmierne zużycie bębna lub tarczy, rysy lub pęknięcia na powierzchni,
- niepewne mocowanie bębna lub tarczy,
- zanieczyszczenie bębna lub tarczy poważnie wpływające na działanie hamulca,
- brak bębna lub tarczy.

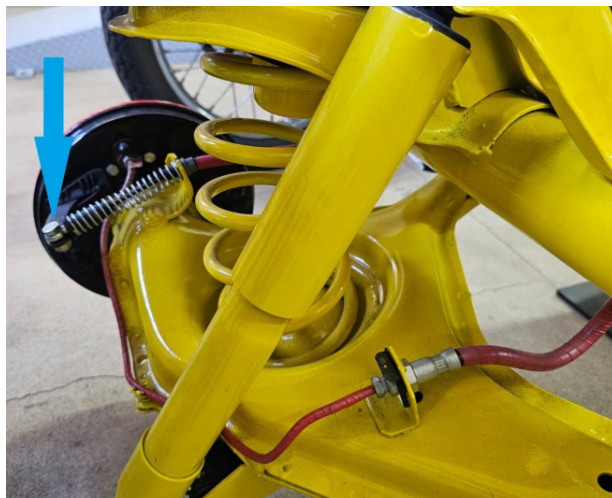


Fot. 14. Uszkodzenie tarczy hamulcowej

Ponadto dokonujemy organoleptycznej kontroli linek hamulcowych, drążków, mechanizmów dźwigni i połączeń podczas pracy układu hamulcowego. Należy sprawdzić, czy elementy nie są pęknięte, uszkodzone lub nadmiernie zużyte. Ważne jest, aby ocenić, czy nie ma widocznych oznak korozji, rozwarstwień linek lub uszkodzeń mechanicznych linek i pancerza. Linki hamulcowe nie powinny swobodnie zwisać lecz być zamocowane w miejscach przewidzianych przez producenta. Kontrola powinna obejmować sprawdzenie, czy linki hamulcowe i drążki działają płynnie i nie mają zacięć. Należy również ocenić czy mechanizm dźwigni działa prawidłowo i nie ma luzów. Częstą awarią jest nadmierna korozja mechanizmu przeniesienia siły hamowania z linki na cylinder i tłoczki hamulcowe kół tylnych. Elementy dźwigni są narażone na niesprzyjające warunki atmosferyczne, a co za tym idzie szybko korodują. Objawia się to zacinalaniem układu w chwili zwolnienia dźwigni hamulca postojowego nie zwalnia/ luzuje się ona do końca. W związku z tym w układzie występuje siła hamowania, która powoduje szybsze zużywanie się elementów ciernych.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- linka uszkodzona lub splątana,
- nadmierne zużycie lub korozja elementu,
- niepewne mocowanie linki, drążka lub połączenia,
- uszkodzenie prowadnicy linki,
- ograniczenie swobodnego ruchu elementów układu hamulcowego,
- nieprawidłowy ruch dźwigni/ połączeń wskazujący na złe ustawienie lub nadmierne zużycie.



Fot. 15. Uszkodzenie linki hamulcowej

W miarę możliwości organoleptycznie dokonać można również kontroli urządzeń uruchamiających hamulce (w tym hamulce sprężynowe lub cylindry hydrauliczne) podczas pracy układu hamulcowego. Kontrola polega na wizualnym sprawdzeniu, czy cylindry i tłoczki nie są poluzowane, nie mają wycieków i czy uszczelnienia i gumowe zabezpieczenia chroniące przed dostaniem się piasku, wody i innych zanieczyszczeń do układu nie są uszkodzone. Z uwagi na umiejscowienie tych elementów zdiagnozowanie uszkodzeń może być trudne lub wręcz niemożliwe. Taką sytuację można spotkać w pojazdach wyposażonych w bębny hamulcowe, gdzie cylinderki są zabudowane wewnątrz bębnow i jedynym objawem może być wyciek wewnątrz bębna i obniżenie siły hamowania. W takim przypadku po naciśnięciu pedału hamulca na załączonym silniku będzie on powoli wpadał do podłogi pojazdu ponieważ dojdzie do wycieku płynu. Jednak taki objaw towarzyszy wielu innym usterkom układu hamulcowego.

Sprawdzamy również czy osłona chroniąca przed brudem nie jest skorodowana, a w skrajnych przypadkach może posiadać wyrwy od korozji lub może jej nie być wcale.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- pęknięcie lub uszkodzenie urządzenia uruchamiającego, wpływ na działanie,
- nieszczelność urządzenia uruchamiającego, wpływ na działanie,
- niepewne lub nieprawidłowe mocowanie urządzenia uruchamiającego, wpływ na działanie,
- nadmierna korozja urządzenia uruchamiającego lub grożąca pęknięciem,
- zbyt mały lub zbyt duży skok tłoka lub mechanizmu przeponowego, wpływ na działanie hamulca,
- uszkodzenie osłony chroniącej przed brudem lub jej brak.

Kontroli podlega także korektor siły hamowania. Elementy kontrolujemy organoleptycznie w miarę możliwości podczas pracy układu hamulcowego. Z uwagi na umiejscowienie tego elementu nie zawsze będzie możliwe zdiagnozowanie jego usterek. Sprawdzamy czy nie ma widocznych uszkodzeń lub wycieków płynu hamulcowego w okolicy korektora, a także czy wszystkie połączenia są szczelne i nie ma luzów w elementach mocujących. Nieprawidłowe działanie korektora siły hamowania w szczególności może objawiać się korozją tarcz hamulcowych kół tylnych.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- uszkodzone połączenie,
- nieprawidłowe ustawienie połączenia,
- zawór zatarty lub nie działa (działa ABS),
- zawór zatarty lub nie działa,
- brak korektora jeżeli jest wymagany,
- brak tabliczki informacyjnej lub dane na tabliczce są nieczytelne.

Kolejnym elementem kontroli jest organoleptyczne sprawdzenie kompletnego układu hamulcowego, w tym celu należy sprawdzić wszystkie wspomniane wyżej elementy układu hamulcowego.

Nieprawidłowości jakie możemy ujawnić podczas wykonywania tej czynności to:

- niepewne lub nieprawidłowe mocowanie dowolnego elementu,
- niebezpieczna przeróbka dowolnego elementu układu hamulcowego, wpływ na działanie.

3.2. Skuteczność i sprawność hamulca roboczego

Hamulce pojazdu powinny zachowywać wymaganą sprawność niezależnie od drgań i wpływów atmosferycznych, na jakie są narażone w normalnych warunkach eksploatacji. Sprawdzenie sprawności hamulca roboczego wykonuje się na urządzeniu

do kontroli działania stopniowo zwiększając siłę hamowania do osiągnięcia wartości maksymalnej.

Podstawowym warunkiem technicznym jaki powinien spełnić pojazd jest prawidłowa skuteczność hamowania wyrażona wskaźnikiem, zależnym od sumy sił hamowania na kołach i dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu. Badanie skuteczności hamulca roboczego należy wykonać na urządzeniu do kontroli działania hamulców przy zadanej masie pojazdu lub jeśli jest to niemożliwe z przyczyn technicznych badanie można wykonać na drodze z użyciem opóźnieniomierza. Procentową skuteczność hamulców oblicza się dzieląc całkowitą siłę hamowania osiągniętą podczas stosowania hamulców przez wagę pojazdu mnożąc otrzymany wynik przez 100.

Wskaźnik skuteczności hamowania określony na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania przedstawia wzór:

$$Z = \frac{A}{g} \times 100$$

gdzie:

Z – wskaźnik skuteczności hamowania [%]

A – zmierzone opóźnienie hamowania [$\frac{m}{s^2}$]

g – przyspieszenie ziemskie, którego wartość do obliczenia należy przyjmować $10 [\frac{m}{s^2}]$

Nieprawidłowości, jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności:

- skuteczność mniejsza niż wartości minimalne określone w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia,
- skuteczność mniejsza niż 50% wartości minimalnych określonych w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.

Skuteczność hamowania określa się wskaźnikiem, który jest stosunkiem siły hamowania do siły wynikającej z dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu lub stosunkiem opóźnienia hamowania (uzyskanego na drodze poziomej o nawierzchni twardej, suchej i czystej) do przyspieszenia ziemskiego.

Wskaźnik skuteczności hamowania nie może być mniejszy niż podany poniżej:

Lp.	Pojazd	Hamowanie przy użyciu hamulca	Wartość wskaźnika w % dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy		
			do dnia 31 grudnia 1993 r.	od dnia 1 stycznia 1994 r. do dnia 31 grudnia 1998 r.	od dnia 1 stycznia 1999 r. do dnia 27 lipca 2010 r.
1	2	3	4	5	6
1	motocykl	koła tylnego obu kół	33 45	33 45	33 45
2	motocykl z bocznym wózkiem oraz trójkołowy pojazd samochodowy o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 1 t	wszystkich kół	40	40	40
3	samochód osobowy, pojazd sanitarny	roboczego awaryjnego	50 23	50 25	50 25
4	autobus	roboczego awaryjnego	45 19	45 22	50 25
5	samochód ciężarowy i ciągnik samochodowy o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t	roboczego awaryjnego	40 17	40 20	45 22
6	samochód ciężarowy i ciągnik samochodowy o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t	roboczego awaryjnego	40 17	40 20	43 22
7	przyczepa (naczepa) o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t	roboczego	40	40	40
8	przyczepa (naczepa) o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t	roboczego w razie awarii	40	40	40 20
9	pojazd samochodowy inny niż wymienione w lp. 1-6	roboczego awaryjnego	40 17	40 20	40 20

Lp.	Pojazd**	Hamowanie przy użyciu hamulca	Wartość wskaźnika w % dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy od dnia 28 lipca 2010 r.
1*	2	3	4
1	L1e	koła tylnego obu kół	25 42
2	L2e, L6e	koła tylnego/ kół tylnych wszystkich kół	25 40
3	L3e	koła tylnego obu kół	25 50
4	L4e	koła tylnego obu kół	25 46
5	L5e, L7e	koła tylnego/ kół tylnych wszystkich kół	25 44
6	M1	roboczego awaryjnego	58 29
7	M2, M3, N1, N2, N3,	roboczego awaryjnego	50 25
8	02, 03, 04, 03, 04,	roboczego w razie awarii	45 w przypadku naczepy, 50 w przypadku przyczepy 22 w przypadku naczepy, 25 w przypadku przyczepy

* W przypadku pojazdów kategorii L (lp. 1-5) podane w kolumnie 4 wartości wskaźników dotyczą hamulca roboczego.

** Podział na kategorie pojazdów zgodnie z Załącznikiem Nr 2 Ustawy Prawo o ruchu drogowym.

Hamulce uważa się za sprawne, jeżeli wymagana skuteczność jest uzyskiwana bez nadmiernego odchylenia prostoliniowego toru ruchu pojazdu i nadmiernych drgań.



Fot. 16. Opóźnieniomierz

3.3. Sprawność i skuteczność pomocniczego (awaryjnego) układu hamulcowego

Sprawdzenie sprawności i skuteczności pomocniczego (awaryjnego) układu hamulcowego wykonuje się w sytuacji gdy występuje oddzielny układ. Kontrolę sprawności wykonuje się na urządzeniu do kontroli działania stopniowo zwiększając siłę hamowania do osiągnięcia wartości maksymalnej. Badanie skuteczności pomocniczego układu hamulcowego należy wykonać na urządzeniu do kontroli działania hamulców przy zadanej masie pojazdu lub jeśli jest to niemożliwe z przyczyn technicznych badanie można wykonać na drodze z użyciem opóźnieniomierza. Procentową skuteczność hamulców oblicza się dzieląc całkowitą siłę hamowania osiągniętą podczas stosowania hamulców przez wagę pojazdu mnożąc otrzymany wynik przez 100.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności:

- skuteczność mniejsza niż wartości minimalne określone w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (tabela powyżej),
- osiągnięte mniej niż 50% wartości siły hamowania określonych w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (tabela powyżej).

3.4. Sprawność i skuteczność postojowego układu hamulcowego

Kontroli sprawności postojowego układu hamulcowego dokonujemy na urządzeniu do kontroli działania hamulców, natomiast skuteczność tego układu można

przeprowadzić w badaniu drogowym z użyciem opóźnieńmierza z funkcją zapisu lub ze wskazaniem.

Nieprawidłowości, jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności:

- osiągnięty wskaźnik skuteczności wynosi mniej niż określony w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia,
- podczas badania osiągnięto mniej niż 50% powyższych sił hamowania w odniesieniu do masy pojazdu.

3.5. Układ przeciwblokujący ABS

Sprawdzenie tego układu polega na kontroli organoleptycznej oraz na sprawdzeniu kontrolki samodiagnostyki. Aby wykonać kontrolę organoleptyczną układu ABS, warto zwrócić uwagę na kilka kluczowych aspektów. Kontrola ta polega na ocenie stanu technicznego elementów układu hamulcowego poprzez obserwację i dotyk.

Należy sprawdzić czy elementy układu, takie jak czujniki prędkości (przy kołach) są podpięte, prawidłowo zamocowane i nie mają widocznych uszkodzeń. W przypadku awarii układu ABS kontrolka samodiagnostyki układu na desce rozdzielczej wyświetli błąd. Dodatkowo celem sprawdzenia działania układu przeciwblokującego jest można wykonać jazdę próbną z gwałtownym hamowaniem podczas którego powinno się wyczuć pulsowanie (bicie) pedału hamulca.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności:

- kontrolka systemu samodiagnostyki nie działa,
- kontrolka systemu samodiagnostyki wskazuje uszkodzenie układu,
- brak lub uszkodzenie czujników prędkości obrotowej kół,
- uszkodzenie przewodów instalacji elektrycznej,
- brak lub uszkodzenie innych elementów (np. czujnika, sterownika, modulatora).



Fot. 17. Kontrolka czujnika ABS

3.6. Płyn hamulcowy

Sprawdzeniu podlega również jakość płynu hamulcowego znajdującego się w zbiorniczku.

Nieprawidłowości jakie można ujawnić podczas wykonywania tej czynności:

- płyn hamulcowy zanieczyszczony lub z osadami,
- bezpośrednie ryzyko awarii.

Bibliografia

- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (t.j.: Dz.U. z 2024 r. poz. 1251 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (t.j.: Dz.U. z 2016 r. poz. 2022 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 listopada 2019 r. w sprawie kontroli ruchu drogowego (t.j.: Dz.U. z 2019 r. poz. 2141 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach (t.j.: Dz.U. z 2024 r. poz. 141 z późn. zm.).
- Zarządzenie nr 30 Komendanta Głównego Policji w sprawie pełnienia służby na drogach z dnia 22 września 2017 r. (Dz.Urz.KGP z 2017 r. poz. 64 z późn. zm.).
- P. Wróblewski, J. Kupiec, *Diagnozowanie podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2015.

Zakład Prewencji i Ruchu Drogowego

kom. Robert Czyżycki
podkom. Piotr Kuśka
podkom. Dorota Dziubek
podkom. Elżbieta Sęktas
asp. szt. Dariusz Napierała

Szkoła Policji w Katowicach
ul. gen. Jankego 276
40-684 Katowice-Piotrowice
www.katowice.szkolapolicji.gov.pl

