ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Diagnostika a servis silničních vozidel

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Diagnostické metody určení závad na brzdovém systému vozidla

Autor: **Jiří VRBA**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2013/2014**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jiří VRBA**
Osobní číslo:	**S11B0521P**
Studijní program:	**B2341 Strojírenství**
Studijní obor:	**Diagnostika a servis silničních vozidel**
Název tématu:	**Diagnostické metody určení závad na brzdovém systému vozidla**
Zadávající katedra:	**Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování:

Základní požadavky:
Cílem je provést zjištění hodnot pro správnou funkci brzdového systému u silničního vozidla a následné porovnání těchto parametrů s technickými předpisy. Výsledné řešení je ve zhodnocení a správném určení parametrů pro bezpečný provoz vozidla.

Základní technické údaje:
Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Vypracování rešerše včetně systematické specifikace požadavků.
2. Vypracování rozboru diagnostikovatelných parametrů.
3. Porovnání parametrů s technickými předpisy.
4. Zhodnocení zjištěných technických parametrů.

Rozsah grafických prací:	**dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy:	**30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ŘAŠA, J., ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky.* **Praha: Scientia, 2004**

ČUPERA, J., ŠTĚRBA, P. *Automobily - Diagnostika motorových vozidel I.* **Brno: Avid s.r.o, 2007**

JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., ČUPERA, J. *Automobily - Podvozky.* **Brno: Avid s.r.o, 2007**

Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce:	**Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.** Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce:	**Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.** Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce:	**23. září 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**27. června 2014**

Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan

L.S.

Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: ……. .....

podpis autora

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu a zároveň konzultantovi bakalářské práce doc. Ing. Josefu Formánkovi, Ph.D. za cenné rady v průběhu psaní práce a za jeho čas věnovaný konzultacím.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	**Příjmení** Vrba	**Jméno** Jiří	
STUDIJNÍ OBOR	B2341 - Diagnostika a servis silničních vozidel		
VEDOUCÍ PRÁCE	**Příjmení (včetně titulů)** Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	**Jméno** Josef	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	~~**DIPLOMOVÁ**~~	**BAKALÁŘSKÁ**	**Nehodící se škrtněte**
NÁZEV PRÁCE	Diagnostické metody určení závad na brzdovém systému vozidla		

FAKULTA	strojní		**KATEDRA**	KKS		**ROK ODEVZD.**	2014

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	53		**TEXTOVÁ ČÁST**	44		**GRAFICKÁ ČÁST**	9

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) **ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY**	Tato bakalářská práce se zabývá brzdovým systémem osobních vozidel. Hlavní náplní je rozdělení brzdových soustav a následně bližší rozbor hydraulické brzdové soustavy, která je u osobních vozidel nejrozšířenějším brzdovým systémem. Druhá část se zabývá diagnostickými metodami zjišťování závad na brzdách a přehledem možných závad brzdového systému vozidla.
KLÍČOVÁ SLOVA **ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE**	Brzdová soustava, hydraulická brzdová soustava, diagnostika, zkušebna brzd, závady brzdového systému

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	**Surname** Vrba	**Name** Jiří	
FIELD OF STUDY	B2341 - Road Vehicles Diagnostics and Service		
SUPERVISOR	**Surname (Inclusive of Degrees)** Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	**Name** Josef	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	~~**DIPLOMA**~~	**BACHELOR**	**Delete when not applicable**
TITLE OF THE WORK	Diagnostic methods for detecting faults in the braking system of the vehicle		

FACULTY	Mechanical Engineering		**DEPARTMENT**	Machine Design		**SUBMITTED IN**	2014

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	53		**TEXT PART**	44		**GRAPHICAL PART**	9

BRIEF DESCRIPTION **TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS**	This thesis is concerned with braking system of cars. The main focus is the distribution of braking systems and then further analysis of hydraulic brake system which is the most widely used brake system in passenger vehicles. The second part deals with the diagnostic methods of fault detection on the brakes, and an overview of possible problems in the brake system of the vehicle.
KEY WORDS	The brake system, hydraulic brake system, diagnostics, brake testing, failures of the braking system

Obsah

Obsah 7
Seznam použitých obrázků 8
ÚVOD 9
1 Brzdové soustavy 10
1.1 Dělení brzdových soustav dle účelu použití 10
1.2 Dělení brzdových soustav dle převodu 11
2 Hydraulická brzdová soustava 13
2.1 Způsoby zapojení okruhů 14
2.2 Hlavní brzdový válec 15
2.3 Posilovač brzdění 17
2.4 Regulace brzdné síly 20
2.5 Třecí brzda 21
2.6 Brzdové obložení 29
2.7 Brzdová kapalina 29
2.8 Vedení brzdové kapaliny 30
3 Diagnostika brzdových systémů osobních vozidel 32
3.1 Průběh brzdění 32
3.2 Jízdní zkoušky 33
3.3 Plošinové zkušebny 35
3.4 Válcové zkušebny 36
3.5 Závady brzdového systému 40
3.6 Přehled vybraných nejčastějších poruch brzd 47
ZÁVĚR 49
Seznam použitých zdrojů 50
Příloha č.1: Fotografie poruch brzd 51
Příloha č.2: Výňatek z přílohy č.1 k vyhlášce č. 103/1995 Sb. 60

Seznam použitých obrázků

Obr.1.1: Elektrohydraulická brzdová soustava [13]
Obr. 1.2: Elektronická klínová brzda [1]
Obr. 2.1: Schéma diagonálně propojené dvouokruhové hydraulické brzdové soustavy se statickou regulací tlaku v brzdách zadní nápravy [13]
Obr. 2.2: Schémata zapojení dvouokruhových brzdových soustav [13]
Obr. 2.3: Tandemový hlavní brzdový válec [5]
Obr. 2.4: Tandemový hlavní brzdový válec během brzdění [5]
Obr. 2.5: Porucha prvního okruhu tandemového hlavního brzdového válce [5]
Obr. 2.6: Porucha druhého okruhu tandemového hlavního brzdového válce [5]
Obr. 2.7: Hydraulický posilovač brzdného účinku [5]
Obr. 2.8: Podtlakový posilovač brzdného účinku v klidovém stavu [5]
Obr. 2.9: Posilovač brzdného účinku ve stavu částečného brzdění [5]
Obr. 2.10: Posilovač brzdného účinku ve stavu plného brzdění [5]
Obr. 2.11: Regulace brzdné síly [13]
Obr. 2.12: Zátěžový regulátor brzdné síly: a)uspořádání, b)umístění [13]
Obr. 2.13: Brzdový třmen: a)pevný, b)plovoucí [13]
Obr. 2.14: Uspořádání přední brzdy s plovoucím třmenem VW II [7]
Obr. 2.15: Třmen kotoučové brzdy předního kola (Škoda Felicia) [13]
Obr. 2.16: Vrtaný vnitřně chlazený kotouč Zimmermann [8]
Obr. 2.17: Řešení parkovací brzdy třmenem s rozpěrným mechanismem (vlevo) a integrovanou bubnovou parkovací brzdou do brzdového kotouče (vpravo) [13]
Obr. 2.18: Schéma bubnové brzdy [13]
Obr. 2.19: Typy bubnových brzd z hlediska uložení čelistí a jejich ovládání [5]
Obr.2.20: Kolový válec [7]
Obr. 2.21: Schéma pákového mechanismu ruční brzdy [13]
Obr. 2.22: Rozpěrný klín pro vymezení vůle bubnové brzdy [13]
Obr. 2.23: Bubnová brzda používaná koncernem VAG [13]
Obr. 2.24: Průběh bodu varu brzdové kapaliny DOT 3 [2]
Obr. 2.25: Zakončení brzdové trubky [3]
Obr. 2.26: Brzdová hadice [13]
Obr. 3.1: Průběh brzdění [6]
Obr. 3.2: Pedometr [14]
Obr. 3.3: Vlečené kolo [14]
Obr. 3.4: Plošinová zkušebna brzd [14]
Obr. 3.5: Válcová zkušebna brzd [14]
Obr. 3.6: Určení brzdné síly F_{Br} měřením reakčního momentu M_R [14]
Obr. 3.7: Hodnocení odstupňovatelnosti brzdného účinku [6]
Obr. 3.8: Pulzace brzdné síly způsobená ovalitou brzd [6]
Obr. 3.9: Srovnání souměrnosti působení brzd na kolech jedné nápravy [6]
Obr. 3.10: Konstrukce setrvačníkové zkušebny [14]
Obr. 3.11: Nadměrně opotřebované brzdové destičky
Obr. 3.12: Extrémně opotřebovaný kotouč [15]
Obr. 3.13: Netěsnící kolový válec
Obr. 3.14: Zkorodovaný pístek zátěžového regulátoru

ÚVOD

V dnešním uspěchaném světě hraje doprava stále důležitější roli a vozidel pohybujících se po dopravních cestách tedy každým rokem značně přibývá. Ruku v ruce s tímto faktem jde i narůstající počet dopravních nehod. Příčinou většiny nehod je nepřiměřený způsob jízdy, vysoká rychlost a další selhání lidského faktoru. Takové příčiny lze v globálním měřítku jen stěží eliminovat. Nezanedbatelné procento nehod je však zaviněno špatným technickým stavem vozidla, čemuž už lze do jisté míry předcházet. Bezpečnosti silničního provozu je věnována značná pozornost nejen při výrobě nových vozidel, ale i při schvalování technické způsobilosti těch stávajících. Za takovým účelem musí každé silniční vozidlo absolvovat technické kontroly v zákonem stanovených pravidelných intervalech.

Každé osobní vozidlo starší čtyř let musí absolvovat technickou kontrolu pravidelně ve dvouletých intervalech. Cílem takovýchto pravidelných technických kontrol je právě odhalení všech technických závad na vozidle, jejich rozdělení na lehké (A), vážné (B) a nebezpečné (C) závady a rozhodnutí o technické způsobilosti. Pokud na vozidle nejsou žádné, případně pouze lehké závady, je vozidlo technicky způsobilé k provozu na další dva roky, v případě vážné závady na 30 dní a poté se musí konat opakovaná prohlídka, v případě zjištění nebezpečné závady je vozidlo nezpůsobilé a nesmí být nadále provozováno po pozemních komunikacích.

Jednou z nejstěžejnějších činností při technické kontrole je zkouška brzdového systému, jelikož brzdový systém má také zcela zásadní vliv na bezpečnost provozu. Proto musí být zaručena bezvadná funkčnost brzd, přesně podle platných předpisů a údajů od výrobců vozidel. V EU se schvalováním vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění zabývá předpis EHK/OSN č. 13, pro vozidla kategorií M1 a N1 je pak specifikován jako EHK/OSN č. 13-H. Jak technická kontrola brzdového systému probíhá a jaké parametry jsou vyhodnocovány bude popsáno dále.

V práci budou popsány jednotlivé typy brzdových soustav a následně bude věnována hydraulické brzdové soustavě osobních vozidel. Další část bude popisovat diagnostická zařízení k zjišťování závad na brzdovém systému a bude proveden rozbor možných závad s některými konkrétními příklady. Doplňkovým systémům brzdových systémů, jako například ABS (protiblokovací brzdový systém) a podobným, nebude v práci věnována pozornost.

1 Brzdové soustavy

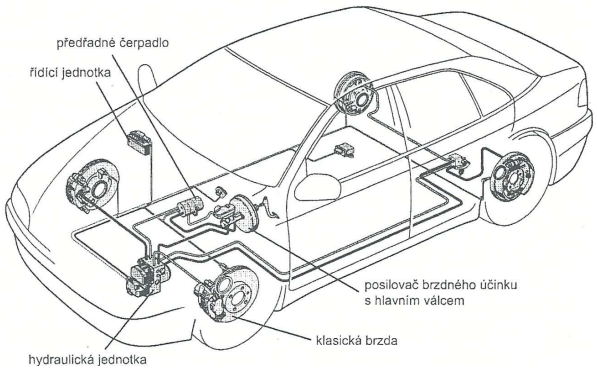
Za brzdovou soustavu se označuje soubor všech prvků na vozidle, které mají obecně za úkol snižovat rychlost jedoucího vozidla, případně udržovat konstantní rychlost při jízdě z kopce nebo udržet zaparkované vozidlo v klidu. Brzdová soustava se skládá z ovládacího orgánu, tzv. převodu brzdy a z brzdy v užším slova smyslu. **Ovládací orgán** je ta část brzdového systému, prostřednictvím které je dodávána síla do převodu brzdy. Je jím tedy např. brzdový pedál nebo páka ruční brzdy. **Převod** brzdy jsou veškeré prvky systému mezi ovládacím orgánem a samotnou brzdou. Z hlediska převodu lze rozlišit několik typů brzdových soustav (viz. dále). **Brzda** jako taková, v užším slova smyslu, je část brzdové soustavy, kde se vytvářejí síly, které vozidlo brzdí. Nejběžnější je tzv. třecí brzda, kde se mění pohybová energie rotačních částí vozidla na tepelnou prostřednictvím tření rotujících částí o nehybně uložené brzdové obložení.

1.1 Dělení brzdových soustav dle účelu použití

- **provozní brzda** - slouží k běžnému provoznímu snižování rychlosti a zastavení vozidla, velikost brzdné síly musí být plynule regulovatelná a tuto brzdovou soustavu musí mít možnost řidič ovládat ze svého místa, aniž by musel pustit volant
- **nouzová brzda** - slouží k zastavení vozidla v případě poruchy provozní brzdové soustavy. Velikost brzdné síly musí být taktéž regulovatelná a musí být ovladatelná z místa řidiče bez puštění volantu. Nouzovou brzdovou soustavou může být u osobních vozidel nepoškozený okruh dvouokruhového hydraulického systému.
- **parkovací brzda** - má za úkol udržet zaparkované vozidlo v klidu, a to i na prudkém svahu a bez přítomnosti řidiče. Musí být ovladatelná ze sedadla řidiče a brzdění musí být zprostředkováno čistě mechanickým způsobem, aby bylo brzdění zajištěno i v případě poruchy elektroniky.
- **odlehčovací brzda** - pomáhá s brzděním, zejména na dlouhém klesání, aby nedošlo k přehřátí provozní brzdy
- **samočinná brzda** - brzdí přípojné vozidlo v případě náhodného odpojení
- **nájezdová brzda** - brzdí přípojné vozidlo, když se přiblíží k vlečnému vlivem jeho brzdění

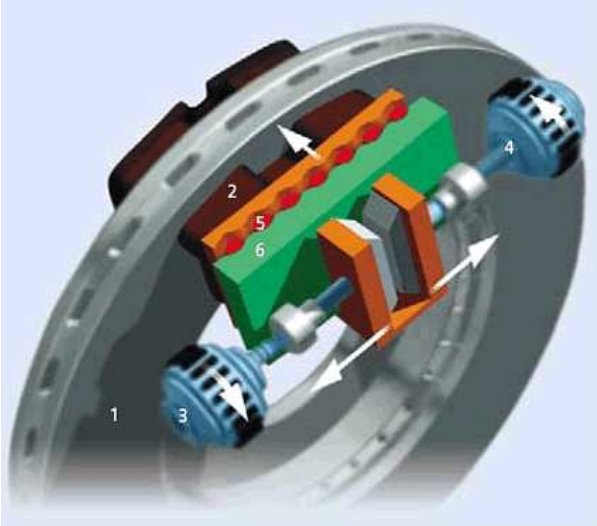
1.2 Dělení brzdových soustav dle převodu

- **mechanická -** v současnosti se používá vesměs pouze pro ruční brzdu. Ta se skládá z ovládací páky a mechanického převodu, který zajistí zabrzdění dvou kol, zpravidla zadních. Mechanický převod je zprostředkován zpravidla ocelovými lanky, které jsou na jedné straně uchyceny přes vahadlo, sloužící k rovnoměrnému rozložení brzdného účinku na obě kola, k ovládací páce ruční brzdy a na druhé straně přímo k brzdě, tedy k rozpěrnému zařízení v bubnech nebo brzdových třmenech apod.. Součástí této brzdové soustavy je zpravidla ozubený segment s protilehlou západkou, ten spolehlivě zajišťuje páku v zabrzděné poloze.
- **elektromechanická** - používaná pro parkovací brzdu moderních automobilů. Funkce i zákonné požadavky jsou shodné jako u konvenční mechanické ruční brzdy. jediný rozdíl tkví ve zvýšení komfortu řidiče. Ovládací síla zde totiž pochází z elektromotoru, ke kterému jsou připojena lana parkovací brzdy, řidič tedy nemusí vynakládat žádnou svalovou sílu na ovládání páky jako je tomu u klasické ruční brzdy.
- **hydraulická** - převod energie pro brzdění je zprostředkován brzdovou kapalinou a jejím vedením k jednotlivým brzdám. Tento systém je v osobních automobilech nejběžnější, proto bude podrobně popsán v následující kapitole.
- **elektrohydraulická** - na rozdíl od hydraulické soustavy je zde snímána síla, jakou působí řidič na brzdový pedál. Řídící jednotka signál vyhodnotí a na jeho základě vypočítá potřebný tlak pro každé kolo, ten je následně pomocí elektrického čerpadla vyslán k brzdám. ŘJ bere při vypočítávání tlaku v potaz i další dostupné veličiny o aktuálním stavu vozidla (rychlost, natočení kol, signál o otáčení jednotlivých kol z ABS apod.). V případě poruchy na elektronických prvcích se tato soustava chová stejně jako běžný hydraulický systém.



Obr.1.1: Elektrohydraulická brzdová soustava [13]

- **elektrická -** firma Siemens VDO Automotive vyvinula plně elektronickou klínovou



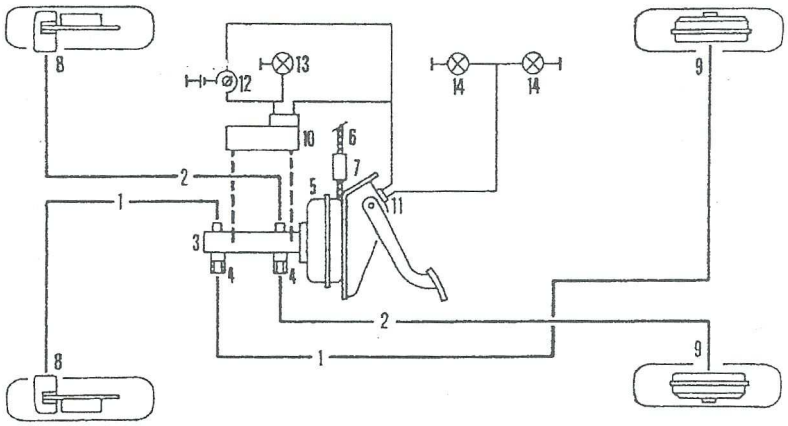
Obr. 1.2: Elektronická klínová brzda [1]

brzdu (EWB - Electronic Wedge Brake). Konstrukční řešení je patrné z obr. 1.2. Elektromotory (3,4) pohybují vnější plochou s klínovitými segmenty (6), ta prostřednictvím valivých elementů působí na vnitřní plochu s brzdovou destičkou (2) a ta je tak přitlačována na brzdový kotouč (1). Výhodou tohoto systému je, že brzdová destička je v momentě dotyku s kotoučem sama vtahována do záběru díky rotaci kotouče a stačí tedy minimální ovládací síla. Tento fakt zároveň skrývá největší nevýhodu - nutnost zabezpečit, aby destička nebyla vtažena do záběru příliš a nezablokovala tak brzděné kolo, z toho důvodu je systém opatřen mnoha snímači a řídící jednotkou, která zároveň dokáže nahradit funkci ABS i dalších elektronických bezpečnostních systémů, čímž by celý systém výrazně přispěl ke snížení hmotnosti vozidel a k uvolnění místa v motorovém prostoru. Zároveň je tento systém brzd mnohem efektivnější než klasická hydraulická soustava a má rychlejší reakce. Podle pracovníků firmy Siemens by mohla tato technologie v blízké budoucnosti zcela ovládnout nejen trh s osobními automobily, ale nalezla by uplatnění i v užitkových a nákladních vozidlech.

- **pneumatická** - používá se v těžkých nákladních vozidlech a autobusech, kde by svalová síla řidiče k ovládání brzd nebyla dostatečná. Energii zde vytváří kompresor, který stlačuje vzduch a ten je pak rozváděn do brzd jednotlivých kol přes tzv. hlavní brzdič, který ovládá řidič.

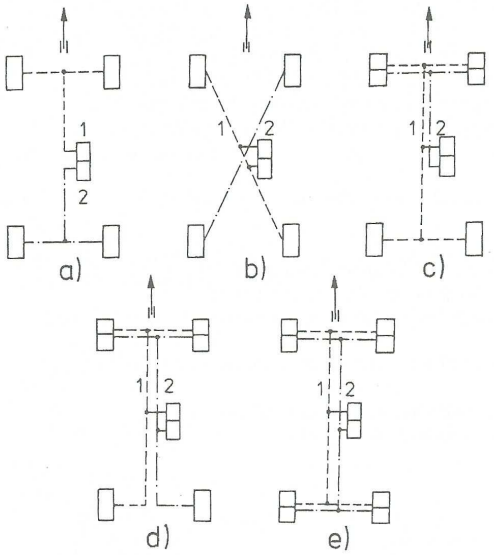
2 Hydraulická brzdová soustava

Hydraulická, respektive elektrohydraulická brzdová soustava je stále nejrozšířenějším typem brzdové soustavy pro osobní automobily. Energie potřebná pro brzdění je zde přenášena brzdovou kapalinou z hlavního brzdového válce směrem k brzdám jednotlivých kol. V současnosti musí být každé vozidlo vybaveno dvouokruhovým systémem. Jednookruhový systém se používal v minulosti, dnes smí být použit pouze pro vozidla, jejichž konstrukční rychlost nepřesahuje 25 km/h. Dvouokruhový systém plní při správné funkci úlohu provozního brzdění, kdy brzdí všechna kola, a v případě poruchy jednoho z okruhů zůstane zachována funkce druhého okruhu, který v tu chvíli zastává úkol nouzového brzdění. Schématické znázornění běžné dvouokruhové hydraulické soustavy je na obr. 2.1.



Obr. 2.1: Schéma diagonálně propojené dvouokruhové hydraulické brzdové soustavy se statickou regulací tlaku v brzdách zadní nápravy: 1 - první okruh s 50% účinkem; působící na levé přední a pravé zadní kolo; 2 - druhý okruh s 50% účinkem; působícím na pravé přední a levé zadní kolo; 3 - hlavní brzdový válec; 4 - omezovací ventily, regulující tlak v brzdách zadní nápravy; 5 - podtlakový posilovač; 6 - podtlakové potrubí vedoucí k sacímu potrubí motoru; 7 - zpětný ventil; 8 - plovoucí třmen přední kotoučové brzdy; 9 - zadní bubnová brzda; 10 . nádržka s plovákovou signalizací úbytku brzdové kapaliny; 11 - spínač signalizace brzdění; 12 - spínací skříňka s propojením kontrolky stavu brzdové kapaliny při spuštění; 13 - kontrolka stavu hladiny brzdové kapaliny; 14 - brzdová světla [13]

2.1 Způsoby zapojení okruhů



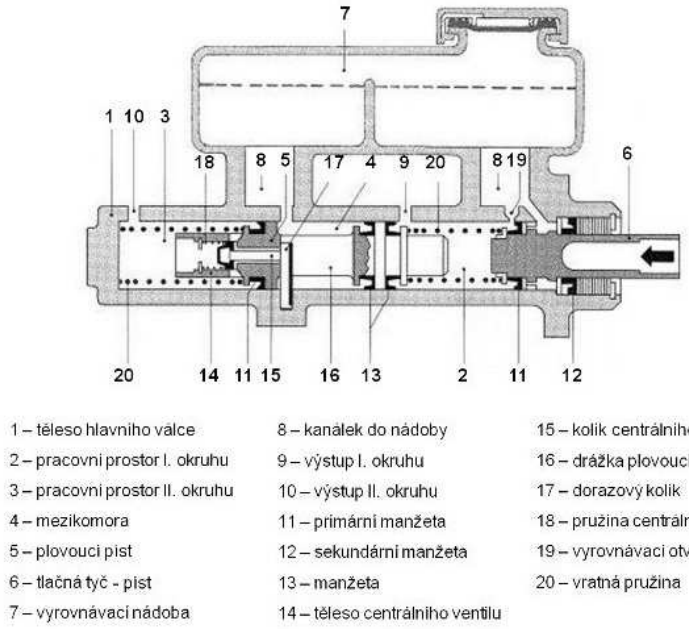
Obr. 2.2: Schémata zapojení dvouokruhových brzdových soustav [13]

Na obr. 2.2 jsou běžně používané způsoby zapojení okruhů dvouokruhových brzdových soustav:

a) **"TT"** - Jeden okruh ovládá přední nápravu, druhý okruh zadní nápravu. Nevýhodou tohoto zapojení je, že při poruše jednoho z okruhů, zejména předního, se výrazně ovlivní řiditelnost vozidla.
b) **"X"** - Každý okruh brzdí jedno přední kolo a diagonálně ležící zadní kolo. Tento způsob je běžně používán pro svojí jednoduchost a ekonomickou nenáročnost. Při poruše jednoho z okruhů vzniká stáčivý moment. Vozidlo má tendenci se natáčet kolem svislé osy.
c) **"HT"** - Jeden okruh brzdí všechna kola, druhý okruh jistí přední nápravu.
d) **"LL"** - Každý okruh brzdí přední nápravu a jedno zadní kolo. Při poruše kteréhokoliv okruhu zůstanou funkční obě přední brzdy.
e) **"HH"** - Technicky nejsprávnější, ale ekonomicky nejnáročnější řešení, kdy oba okruhy ovládají všechna kola. I při poruše některého z okruhů tak brzdí všechna kola.

2.2 Hlavní brzdový válec

Hlavní brzdový válec je zdrojem přetlaku v brzdovém systému. Pro dvouokruhový systém se používá tzv. tandemový hlavní válec. Jeho konstrukční řešení je patrné z obr. 2.3.



Obr. 2.3: Tandemový hlavní brzdový válec [5]

Hlavními součástmi válce jsou písty. Primární (nebo také tlačný) píst a plovoucí píst, oba jsou utěsněny manžetami, aby byly odděleny jednotlivé okruhy.

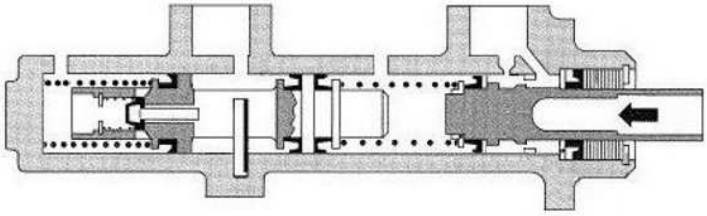
Klidový stav

Hlavní válec v klidovém stavu (bez působení síly na brzdový pedál) je na obr. 2.3. Pracovní prostory obou okruhů jsou v klidovém stavu propojeny s vyrovnávací nádobkou, poloha obou pístů je vymezena pružinami, přičemž krajní poloha plovoucího pístu je pojištěna dorazovým kolíkem, který zároveň podpírá kolík centrálního ventilu, čímž zajišťuje propojení druhého okruhu s vyrovnávací nádobkou.

Brzdění

Stav během brzdění je znázorněn na obr. 2.4. Při brzdění je tlačný píst posouván působící silou, jeho manžeta tak uzavře vyrovnávací otvor, čímž se v pracovním prostoru prvního okruhu začne zvyšovat tlak. Vlivem zvýšení tlaku v prvním okruhu se začne posouvat i plovoucí píst. Dojde k uzavření centrálního ventilu a tlak se začne zvyšovat i v druhém okruhu. Po odlehčení se vrátí písty do výchozí pozice a pracovní prostory obou okruhů se

opět propojí s vyrovnávací nádobkou. Do okruhů se tak může doplnit brzdová kapalina v případě netěsností systému a tím se zamezí zavzdušnění brzdového systému.



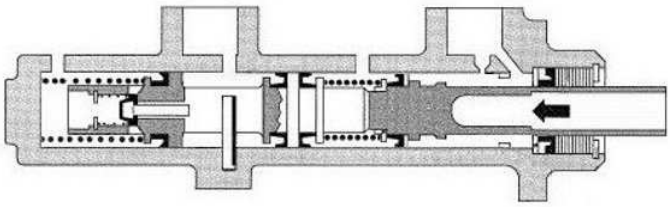
Obr. 2.4: Tandemový hlavní brzdový válec během brzdění [5]

Centrální ventil

Centrální ventil je důležitou součástí hlavního brzdového válce. Jak je psáno výše, slouží k propojení pracovního prostoru okruhů s vyrovnávací nádobkou. Také v případě, že by v brzdovém okruhu po uvolnění síly působící na pedál vznikl podtlak, ventil se otevře a tlak vyrovná, čímž rovněž zamezuje zavzdušnění systému. Další velice podstatnou výhodou je absence vyrovnávacího otvoru, což je důležité zejména u vozidel se systémem ABS. Při uvedení ABS do funkce vznikají v celém brzdovém systému tlakové špičky, které by mohly primární manžetu pístu vtlačit do vyrovnávacího otvoru a tím jí poškodit. U vozidel s ABS se proto používá centrální ventil v místech obou pístů.

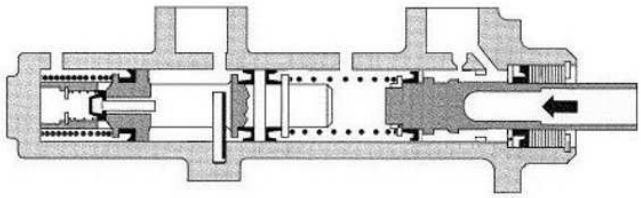
Porucha na jednom z okruhů

Při poruše jednoho z okruhů dvouokruhového systému zůstává v činnosti nepoškozený okruh, který plní funkci nouzového brzdění, vozidlo je tedy možno bezpečně zastavit, ačkoliv brzdná dráha se prodlouží. Závadu je nutno neprodleně odstranit. Poruchu na některém z okruhů znázorňují obr. 2.5 a 2.6.



Obr. 2.5: Porucha prvního okruhu tandemového hlavního brzdového válce [5]

Při poruše prvního okruhu se při sešlápnutí brzdového pedálu tlačný píst posouvá bez odporu až dokud se pevně neopře o plovoucí píst, pak se zapojí do funkce druhý okruh.

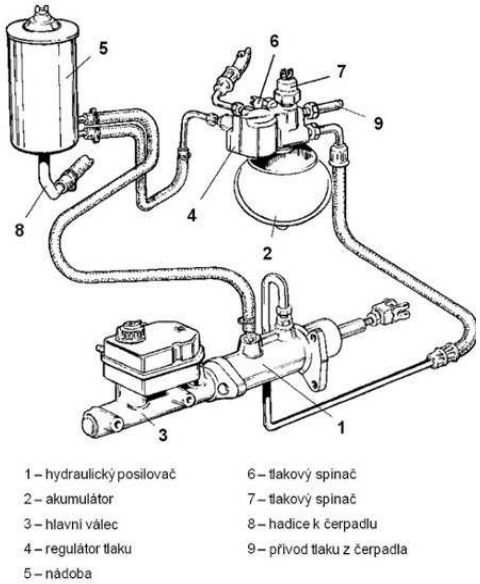


Obr. 2.6: Porucha druhého okruhu tandemového hlavního brzdového válce [5]

Při poruše druhého okruhu se tlačný píst posouvá aniž by se zvyšoval tlak v prvním okruhu až dokud se plovoucí píst neopře na konci válce, pak se začne zvyšovat tlak v prvním okruhu.
V obou případech je vidět, že zhruba polovinu celkového zdvihu je brzdový systém neúčinný, na brzdovém pedálu se projeví tzv. mrtvý chod, kdy nedochází ke zpomalování vozidla, ale pouze k vymezování vůlí v hlavním brzdovém válci.

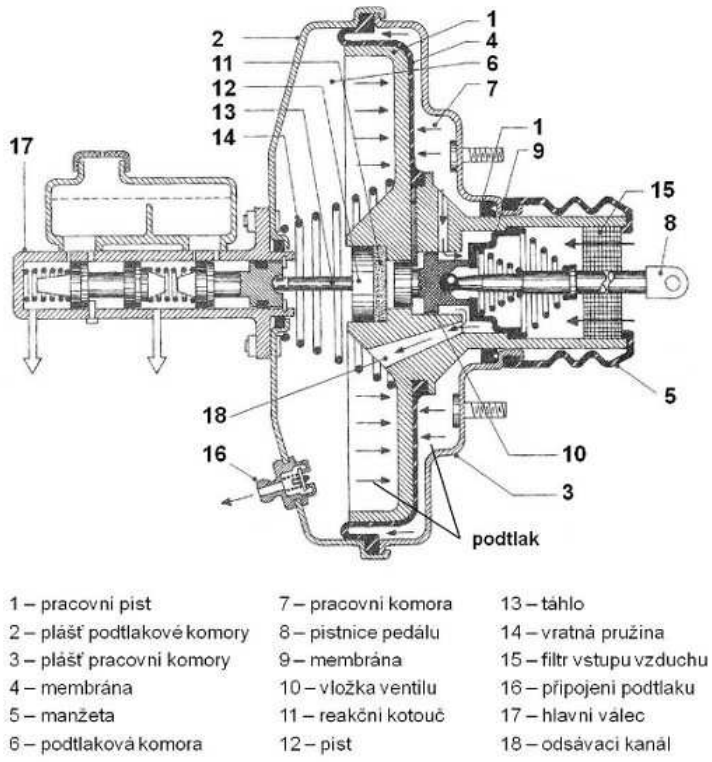
2.3 Posilovač brzdění

Pro zvýšení komfortu řidiče se používá posilovač brzdného účinku. Jeho účelem je zvýšení pracovní síly na píst hlavního brzdového válce a tím snížení nutně vynaložené svalové síly řidiče pro brzdění. Existuje několik konstrukčních řešení, z nichž nejběžnějším typem je podtlakový posilovač. Ten využívá jako pomocnou sílu podtlak, který se u zážehových motorů přivádí ze sacího potrubí motoru, u vznětových motorů je vytvářen vakuovou pumpou poháněnou motorem. U motorů, které nevytváří dostatečný podtlak se používá hydraulický posilovač. Jeho schématické znázornění je na obr. 2.7.



Obr. 2.7: Hydraulický posilovač brzdného účinku [5]

Podtlakový posilovač - klidový stav



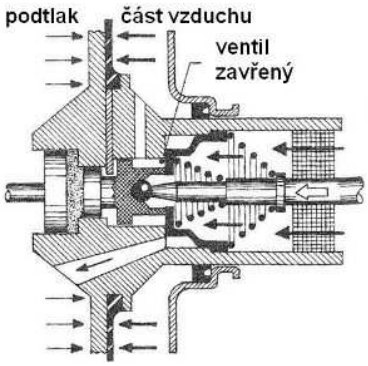
1 – pracovní píst	7 – pracovní komora	13 – táhlo
2 – plášť podtlakové komory	8 – pístnice pedálu	14 – vratná pružina
3 – plášť pracovní komory	9 – membrána	15 – filtr vstupu vzduchu
4 – membrána	10 – vložka ventilu	16 – připojení podtlaku
5 – manžeta	11 – reakční kotouč	17 – hlavní válec
6 – podtlaková komora	12 – píst	18 – odsávací kanál

Obr. 2.8: Podtlakový posilovač brzdného účinku v klidovém stavu [5]

Na obr. 2.8 je znázorněna konstrukce běžného podtlakového brzdového posilovače. Posilovač je v tomto případě v klidovém stavu, tedy řidič nepůsobí silou na brzdový pedál. Jak je z obrázku patrné, v klidovém stavu je pracovní komora propojena odsávacím kanálem s podtlakovou komorou. Po obou stranách pracovního pístu je tedy stejný podtlak.

Částečné brzdění

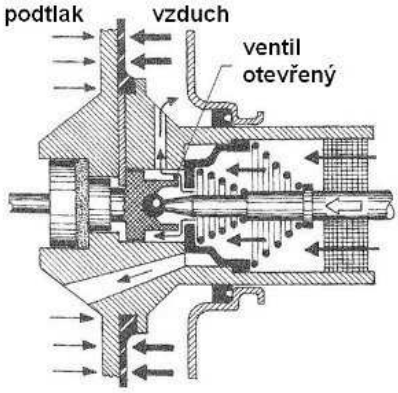
Stav, kdy řidič působí na pedál malou silou popisuje obr. 2.9. Pístnice pedálu posune vložku ventilu na reakční člen a ten prostřednictvím táhla působí na píst hlavního brzdového válce. Zároveň v dojde k dosednutí membrány na pracovní píst, čímž se uzavře propojení mezi pracovní a podtlakovou komorou, přitom do pracovní komory vnikne štěrbinou mezi membránou a vložkou ventilu část vzduchu z vnějšího prostředí. Štěrbina je následně uzavřena tlakem vratné pružiny. Výsledkem je, že v pracovní komoře je vzduch o určitém tlaku a v podtlakové komoře je stále udržován podtlak. Tím je pracovní píst posouván směrem k hlavnímu brzdovému válci a vzniká potřebný posilující účinek. Po odlehčení se za pomoci pružin vrátí vše do původního stavu.



Obr. 2.9: Posilovač brzdného účinku ve stavu částečného brzdění [5]

Plné brzdění

Při plném brzdění se na rozdíl od částečného posune vložka ventilu až na doraz do krajní polohy, čímž dojde k tomu, že štěrbina mezi vložkou ventilu a membránou je trvale otevřená. Dojde tedy k vyrovnání tlaků mezi pracovní komorou a okolní atmosférou, rozdíl tlaků mezi pracovní komorou a odsávanou podtlakovou komorou je pak maximální a tudíž i posilující účinek je maximální. Stav plného brzdění je znázorněn na obr. 2.10.



Obr. 2.10: Posilovač brzdného účinku ve stavu plného brzdění [5]

Jak vyplývá ze samotné podstaty funkce posilovače, k dodávce podtlaku dochází pouze za chodu motoru. Pokud se motor zastaví, určitou dobu je ještě posilovač funkční, ale po cca dvou sešlápnutích brzdy se podtlak ztratí a posilovač je vyřazen z funkce. V takovém případě je veškerá svalová síla působící na pedál přenášena rovnou na píst hlavního brzdového válce. Brzdová soustava tedy zůstává funkční, ale její funkce bez posilovače by se dala považovat spíše za nouzové brzdění. Svalová síla řidiče potřebná k zastavení vozidla bez posilovače je totiž násobně vyšší.

2.4 Regulace brzdné síly

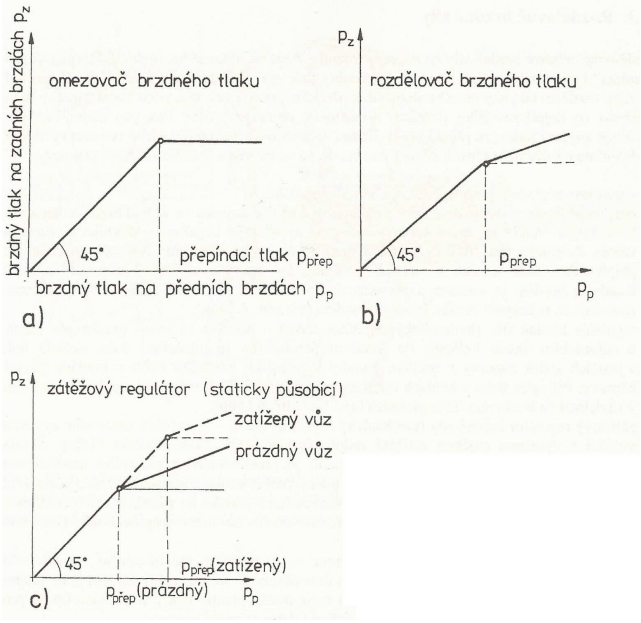
Regulace brzdné síly se používá za účelem zvýšení stability vozidla během brzdění díky co nejoptimálnějšímu rozdělení brzdné síly mezi nápravy. Obecně lze říci, že síla na zadní nápravě se oproti síle na přední nápravě snižuje, aby nedošlo k blokování zadních kol. Existuje několik používaných řešení, hlavní z nich jsou:

Omezovač brzdné síly

Jedná se o malý válcový prvek umístěný přímo jako součást vedení brzdové kapaliny, zpravidla hned u výstupu z hlavního brzdového válce. Do určité hodnoty tlaku v zadních brzdách (tzv. přepínací tlak) je v brzdách obou náprav stejný tlak, po dosažení hodnoty přepínacího tlaku se v zadních brzdách úplně přestává tlak zvyšovat a zvyšuje se pouze v brzdách přední nápravy. (viz obr. 2.11a)

Regulátor brzdné síly

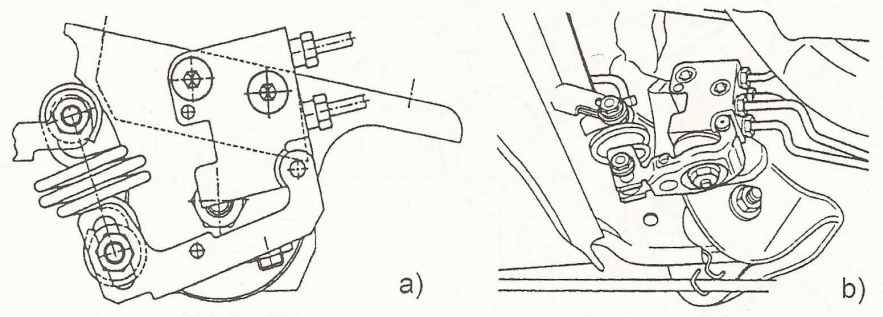
Na rozdíl od omezovače umožňuje zvyšovat tlak zadních brzd i po překročení přepínacího tlaku. Přírůstek tlaku v zadních brzdách je ale pomalejší než přírůstek tlaku v předních brzdách. (viz obr. 2.11b)



Obr. 2.11: Regulace brzdné síly [13]

Zátěžový regulátor brzdné síly

Bývá umístěn jako součást vedení brzdové kapaliny, pevně spojen s karoserií vozidla v blízkosti zadní nápravy a pákovým mechanismem propojen se zadní nápravou. Používá se zejména u vozidel s vysokým rozmezím zatěžování zadní nápravy, kde se pak pomocí pákového mechanismu mění hodnota přepínacího tlaku. Při prázdném vozidle (odlehčená zadní náprava) je přepínací tlak nižší, zadní brzdy proto brzdí slaběji, naopak při naloženém vozidle (zadní náprava zatížená) je hodnota přepínacího tlaku vyšší a zadní brzdy pak brzdí silněji. Tím je dosaženo optimálního poměru mezi brzdnými silami obou náprav v každém provozním stavu vozidla. (viz obr. 2.11c)



Obr. 2.12: Zátěžový regulátor brzdné síly: a)uspořádání, b)umístění [13]

2.5 Třecí brzda

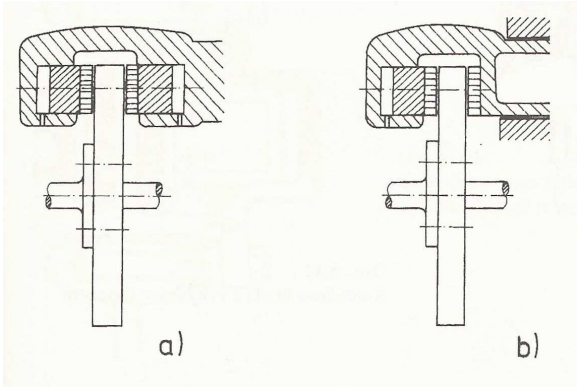
Třecí brzda je právě tou částí brzdového systému, kde se vytvářejí síly působící proti pohybu vozidla. Rotační energie kol se zde přeměňuje na energii tepelnou a tím dochází ke zpomalování vozidla. Uspořádání bývá zpravidla takové, že rotační části třecích brzd jsou pevně spojené s nábojem kola a ostatní části s karoserií vozidla. Pro snížení hmotnosti neodpružené hmoty lze umístit rotační části na hnací hřídel blízko rozvodovky, tato možnost se ale u běžných osobních vozidel nepoužívá. U osobních vozidel jsou brzděna všechna čtyři kola. Přední kola jsou v dnešní době brzděna výhradně kotoučovou brzdou, zadní kola mohou používat také kotouč a nebo bubnovou brzdu.

Výhodami kotoučové brzdy je vyšší účinnost, jednoduchost kontroly stavu brzdového obložení, lepší odvod tepla než u bubnové brzdy a menší hmotnost. Nevýhodou pak může být větší náchylnost k poruchám, zejména z důvodu vniknutí nečistot mezi stykové plochy (tomu do jisté míry zabraňují krycí plechy kotouče) a nebezpečí vytvoření vodního povlaku na

kotouči za jízdy v dešti a tím značné prodloužení doby nástupu brzdného účinku. Bubnová brzda je dokonale kryta brzdovým bubnem, proto vniknutí vlhkosti nebo nečistot do prostoru brzdy je prakticky nemožné. Bubnová brzda je oproti kotoučové méně náchylná na poruchy a méně náročná na údržbu. Hlavní nevýhodou je ale malá účinnost oproti kotoučové brzdě srovnatelné velikosti, špatný odvod tepla a dále prakticky nemožná bezdemontážní kontrola stavu brzdového obložení. V dnešní době už se bubnová brzda používá pouze u zadních brzd lehčích a méně výkonných vozidel, kde je její účinek naprosto dostačující.

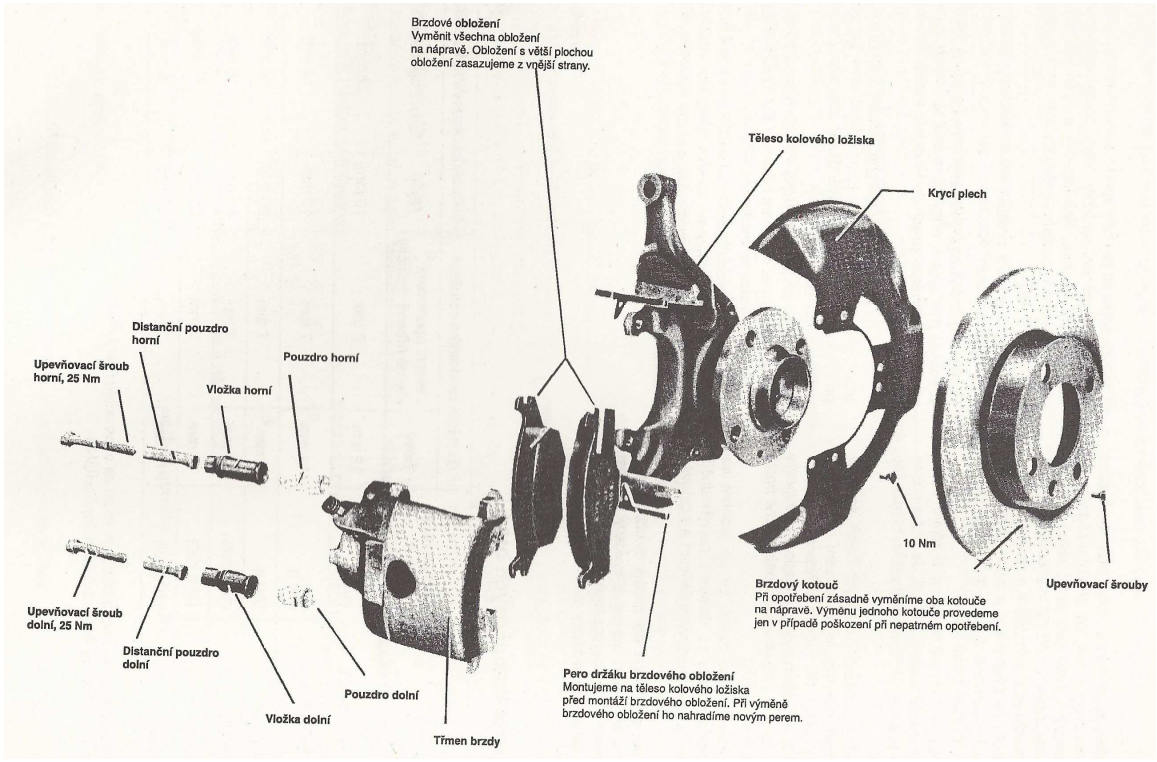
Kotoučová brzda

Na přední nápravě osobních vozidel je až na ojedinělé výjimky vždy používána kotoučová brzda. Brzdový kotouč je pevně spojen s kolem vozidla, zatímco brzdový třmen je připevněn ke karoserii vozidla, a to buď pevně a nebo posuvně ve směru osy pohybu pístku (kolmo na funkční plochu kotouče). Při použití pevného třmenu se používá většinou třmen se dvěma nebo čtyřmi písty. Dvoupístkový třmen má písty uloženy naproti sobě ve společné ose. Verze se čtyřmi písty se používá na větší průměr kotouče, zajišťuje se tím rovnoměrné přitlačení brzdové destičky ke kotouči, čtyřpístkové provedení lze také využít pro jištění funkčnosti předních brzd, pokud dojde k poruše jednoho z okruhů předních brzd (při zapojení okruhů HT, LL nebo HH). V takovém případě totiž každý okruh ovládá jeden pár protilehlých pístků. V případě posuvného (tzv. plovoucího) třmenu se brzdový třmen může volně pohybovat ve směru osy pohybu pístku, tudíž pístek (případně dva písty) jsou pouze na jedné straně třmenu a protilehlá destička je přitlačena na kotouč díky pohybu celého třmenu. Schématicky znázorňuje plovoucí a pevný třmen obr. 2.13.



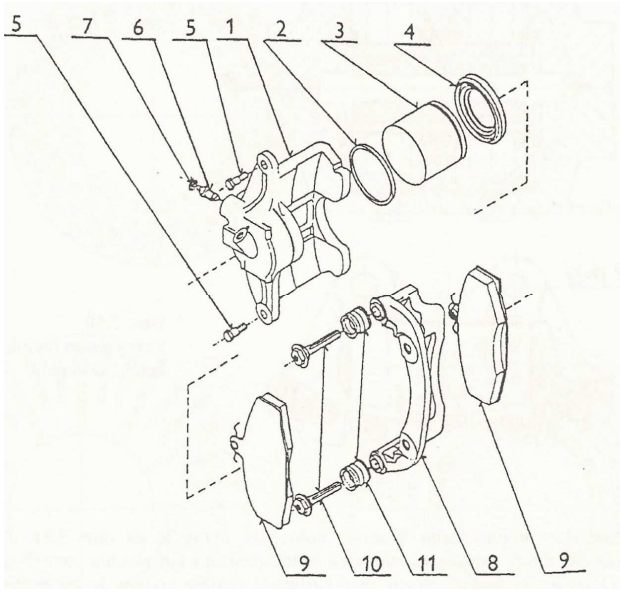
Obr. 2.13: Brzdový třmen: a)pevný, b)plovoucí [13]

Obr. 2.14 ukazuje jednu z mnoha skutečných variant uspořádání přední kotoučové brzdy při použití plovoucího třmenu. Konkrétně se jedná o přední brzdu s brzdovým třmenem VW II na vozidle VW Golf druhé generace, který byl používán ve verzích s výkonem do 66 kW. Brzdový třmen je zde uchycen přímo k těhlici a posuvný pohyb je tu zajištěn pomocí distančních pouzder a vložek.



Obr. 2.14: Uspořádání přední brzdy s plovoucím třmenem VW II [7]

Brzdový třmen má dutinu, která je vyplněna brzdovou kapalinou. K jejímu odvzdušnění slouží odvzdušňovací šroub, který musí být umístěn v nejvyšší části dutiny. Při sešlápnutí brzdového pedálu se do brzdového třmenu tlačí další brzdová kapalina, čímž je pístek vysouván ven a přitlačuje tak destičku ke kotouči. Při odlehčení se pístek nepatrně vrátí dovnitř, což je umožněno předepjatým gumovým těsněním, a tím je vytvořena nutná provozní vůle. Funkční plocha pístku spolu s těsnícím kroužkem je chráněna proti vniku nečistot gumovou manžetou. Třmen také pomáhá udržovat brzdové destičky na svém místě. Nákres brzdového třmenu a jeho součástí zachycuje obr. 2.15.

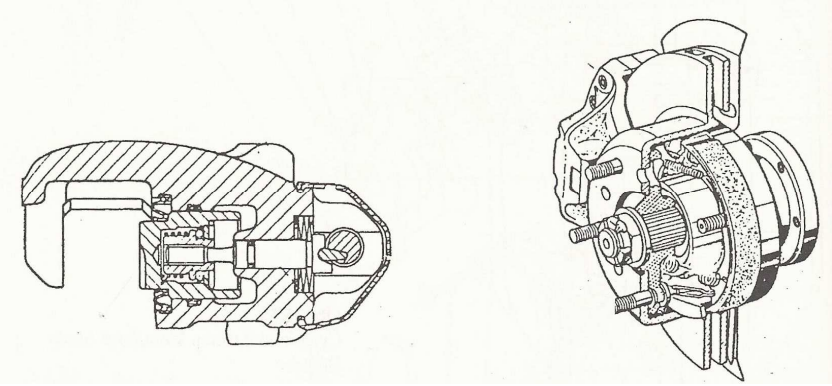


Obr. 2.15: Třmen kotoučové brzdy předního kola (Škoda Felicia): 1-třmen brzdy; 2-těsnící kroužek; 3-píst; 4-manžeta; 5-šroub; 6-odvzdušňovací šroub; 7-krytka odvzdušňovacího šroubu; 8-držák třmenu; 9-třecí segment; 10-vodící čep; 11-krycí manžeta [13]

Brzdový kotouč bývá vyroben z litiny (u sportovních vozidel z keramických a uhlíkových vláken). Během delšího brzdění je vystaven extrémním teplotám, je tedy nutný dostatečný přívod vzduchu pro chlazení. Z toho důvodu se v současnosti (dříve pouze na výkonnějších a těžkých vozidlech) používají vnitřně větrané kotouče. To znamená, že kotouč se skládá ze dvou plných částí, které jsou propojeny určitým typem žebrování. Mezi žebry proudí vzduch a pomáhá chladit kotouč. Pro ještě větší efekt se na sportovních vozidlech používají kotouče vnitřně větrané a navíc vrtané. Vrtání ještě zlepší chlazení, ale dochází k rychlejšímu opotřebení brzdových destiček.

Obr. 2.16: Vrtaný vnitřně chlazený kotouč Zimmermann [8]

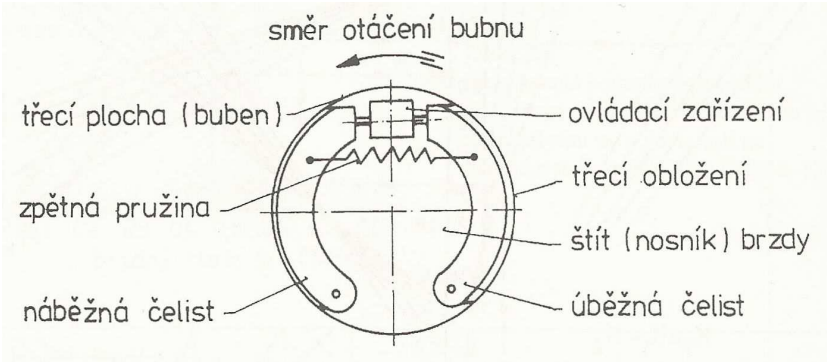
Parkovací brzda ve spojení s kotoučovou brzdou je poněkud složitější konstrukce než u bubnové brzdy. Hydraulická soustava pro parkovací brzdu nelze využít, proto se používá speciální brzdový třmen s rozpěrným mechanismem, který funguje čistě mechanicky, nezávisle na hydraulickém systému, ten zde pomáhá pouze k vymezení vůlí způsobených opotřebením obložení a kotoučů. U některých vozidle se lze setkat s parkovací brzdou v podobě bubnové brzdy integrované v brzdovém kotouči. Tyto případy znázorňuje obr. 2.17.



Obr. 2.17: Řešení parkovací brzdy třmenem s rozpěrným mechanismem (vlevo) a integrovanou bubnovou parkovací brzdou do brzdového kotouče (vpravo) [13]

Bubnová brzda

Jak už bylo řečeno výše, bubnová brzda je konstrukčně starší než kotoučová a dnes už se používá pouze pro zadní brzdy lehčích, levnějších a méně výkonných vozidel. Používá se především pro svojí jednoduchost a bezúdržbovost. Brzdové obložení je přitlačováno na vnitřní válcový povrch brzdového bubnu a celý mechanismus je brzdovým bubnem krytý. Do vnitřního prostoru tedy nemohou pronikat nečistoty a za běžného provozu ani vlhkost, což se pozitivně projevuje na životnosti bubnových brzd. Základní schéma bubnových brzd je na obr. 2.18.



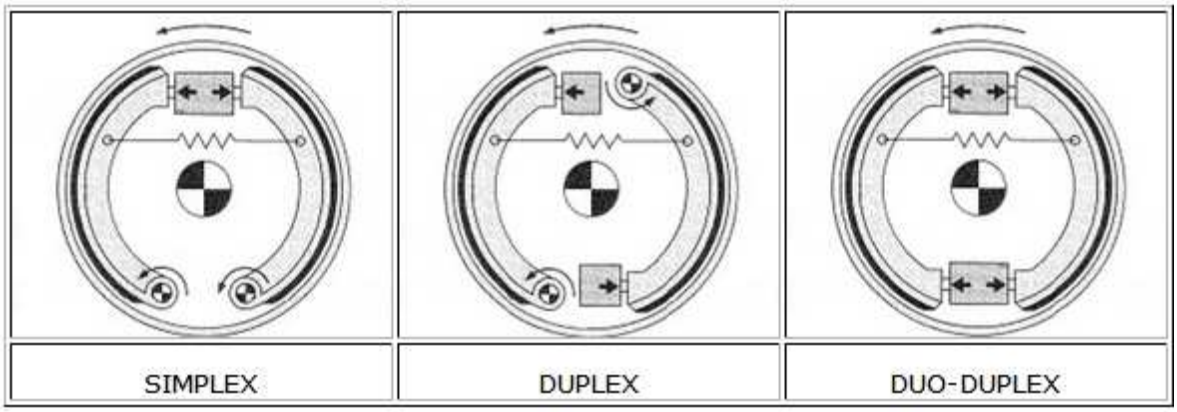
Obr. 2.18: Schéma bubnové brzdy [13]

Brzdový buben je pevně spojen s kolem, často sám slouží zároveň jako náboj kola. Vyrábí se běžně ze šedé litiny nebo z lehkých slitin s nalisovaným litinovým třecím segmentem. Hlavním problémem u bubnových brzd je odvod tepla z bubnu, to se dá zlepšit vhodným výběrem slitiny bubnu, případně přídavnými prvky v podobě žebrování. Žebrování zároveň zvyšuje tuhost a zabraňuje tepelnému poškození bubnu. Buben zároveň spolu se štítem uzavírá celý prostor bubnové brzdy a chrání celý mechanismus před vnikem nečistot a vlhkosti z okolního prostředí.

Brzdové čelisti jsou hlavním třecím prvkem bubnové brzdy. Mají průřez T a většinou jsou svařovány z ocelových plechů. Na stykové ploše je nanýtováno, případně nalepeno brzdové obložení. Při uspořádání bubnové brzdy jako na obr. 2.18 lze rozlišovat tzv. **náběžnou čelist**, jejíž přítlak na třecí plochu bubnu je třecí silou posilován (tzv. samozesilující účinek), a tzv. **úběžnou čelist**, jejíž přítlak na buben je třecí silou snižován. Náběžná čelist je více opotřebovávána.

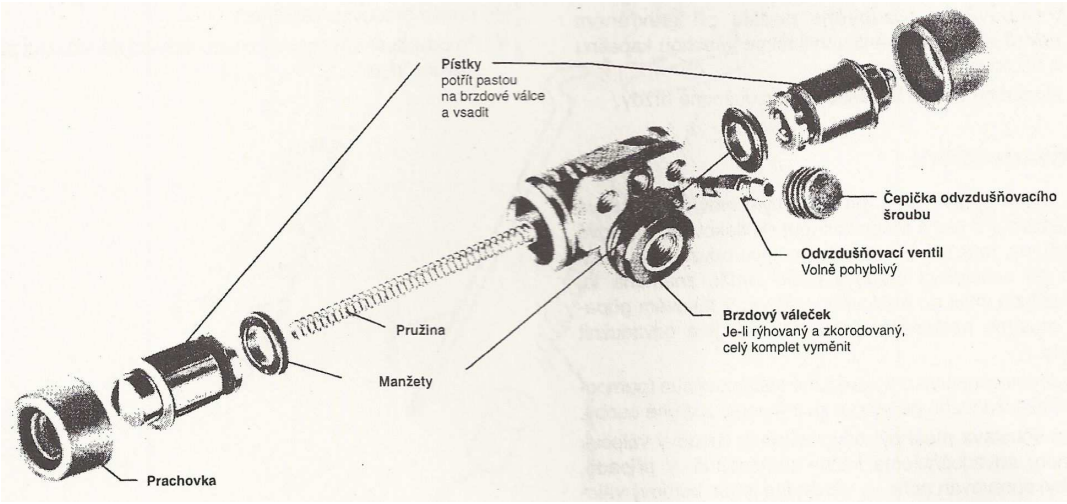
Podle uložení čelistí rozlišujeme **otočnou čelist**, jež je na jednom konci otočně uložena na čepu, případně **plovoucí čelist**, která je jedním koncem opřená o opěrnou plochu.

Podle uložení čelistí a způsobu jejich ovládání lze rozlišit několik typů bubnových brzd. Nejběžněji používané znázorňuje obr. 2.19. SIMPLEX je konstrukčně nejjednodušší, bývá proto nejčastěji používána. Obě čelisti mají společný ovládací prvek, nevýhodou ale je oslabovaný účinek úběžné čelisti a tím i nerovnoměrné opotřebovávání čelistí. Z toho důvodu byl vyvinut typ DUPLEX, kde každá čelist má svůj ovládací prvek, obě čelisti jsou tedy náběžné a účinek takových brzd je vyšší. Nevýhodou je poněkud složitější konstrukce, zahrnující dva ovládací prvky. Konstrukčně nejsložitější je typ DUO-DUPLEX, který však umožňuje nejoptimálnější přítlak obou čelistí na třecí plochu bubnu.



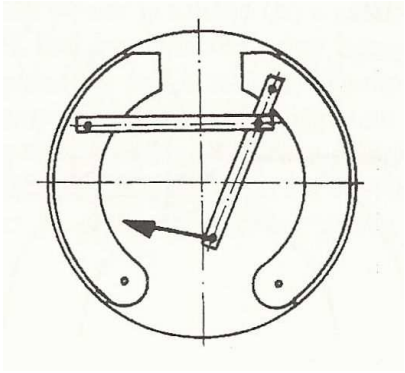
Obr. 2.19: Typy bubnových brzd z hlediska uložení čelistí a jejich ovládání [5]

Ovládací zařízení u osobních vozidel reprezentuje tzv. kolový válec. Ten může být jednočinný (duplex) nebo dvojčinný (simplex, duo-duplex). Dvojčinný kolový válec může být řešen i jako stupňovitý, čímž lze do jisté míry eliminovat rozdíl v opotřebení úběžné a náběžné čelisti. U brzdy typu simplex je dvojčinný kolový válec, to znamená, že obsahuje dva pístky, v tělese válce utěsněné manžetou a kryté prachovkou, které se při brzdění rozpínají do stran a tak přitlačují čelisti k bubnu. Po odlehčení brzdového pedálu se čelisti vrací na původní místo vlivem vratných pružin. Mezi oběma pístky je pružina, která v klidovém stavu zajišťuje kontakt pístků s čelistmi. Běžně používaný kolový válec a jeho součásti zobrazuje obr. 2.20.



Obr.2.20: Kolový válec [7]

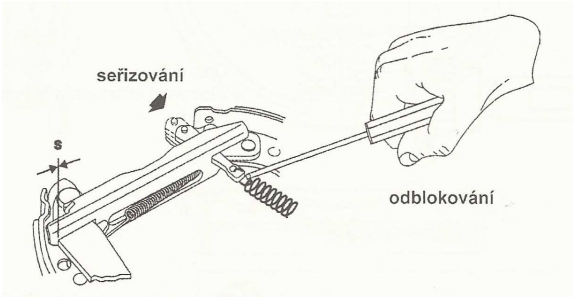
Ruční brzda je u bubnových brzd konstruována velice jednoduchým pákovým mechanismem. Lanovody ruční brzdy tahají za páku, obvykle umístěnou na zadní čelisti, ta pak přes rozpěrku přitlačuje přední (a následně po opření přední čelisti o buben i zadní) čelist k bubnu. Jednoduché schéma vystihující funkci ruční brzdy zobrazuje obr. 2.21.



Obr. 2.21: Schéma pákového mechanismu ruční brzdy [13]

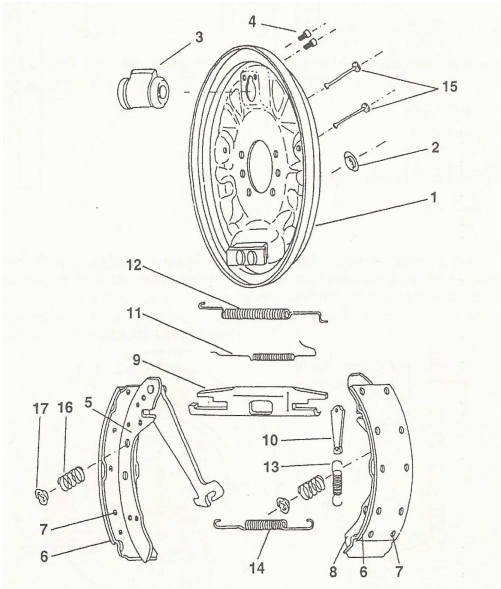
Nastavení vůle

Vlivem opotřebování brzdového obložení vzniká mezi čelistmi a bubnem vůle, která prodlužuje dobu nástupu brzdného účinku a taky tzv. mrtvý chod brzdového pedálu. V dřívějších dobách se musela vůle nastavovat ručně, ale dnes existuje několik variant automatického nastavení vůle. Nejběžněji používaný způsob je na obr. 2.22. Jedná se o rozpěrný klín, umístěný mezi rozpěrku a jednu z čelistí. Na boku rozpěrného klínu je vroubkování, které zamezuje samovolnému pohybu klínu. Klín je tažen pružinou směrem dolů a tedy pokud se vůle po roztažení čelistí kolovým válcem zvětší, klín je vtažen níže a tím je vůle vymezena na optimální hodnotu.



Obr. 2.22: Rozpěrný klín pro vymezení vůle bubnové brzdy [13]

Na obr. 2.23 je nákres běžně používaného typu bubnové brzdy koncernem VAG.



Obr. 2.23: Bubnová brzda používaná koncernem VAG: 1-štít; 2-záslepka; 3-kolový válec; 4-šrouby upevnění válce; 5-zadní čelist s pákou ruční brzdy; 6-obložení; 7-nýt; 8-přední čelist; 9-rozpěrka; 10-rozpěrný klín; 11,12,13,14-pružiny; 15-hřeby upevnění čelistí ke štítu; 16-pružina; 17-upevňovací miska pružiny [13]

2.6 Brzdové obložení

Brzdovým obložením jsou myšleny třecí segmenty, které přicházejí do kontaktu s brzdovými kotouči a bubny, tzn. třecí část brzdových destiček a brzdových čelistí. Tato součást je vystavena extrémním teplotám až kolem 1000°C, z toho důvodu se dříve používaly azbestové přísady. Dnes už brzdové obložení nesmí obsahovat azbest, takže byl nahrazen aramidovými vlákny. Dalšími přísadami pro výrobu mohou být oxidy hliníku a železa, měď, grafit a pryskyřice. Složení je navrženo tak, aby vyvolané tření bylo co největší při zachování co nejdelší životnosti stykových částí. Existuje nespočetné množství variant, obecně platí, že pro sportovní vozidla se vyrábí obložení měkčí, které má lepší vlastnosti, ale kratší životnost. Pro běžná osobní vozidla se volí optimální poměr mezi životností obložení a jeho účinností.

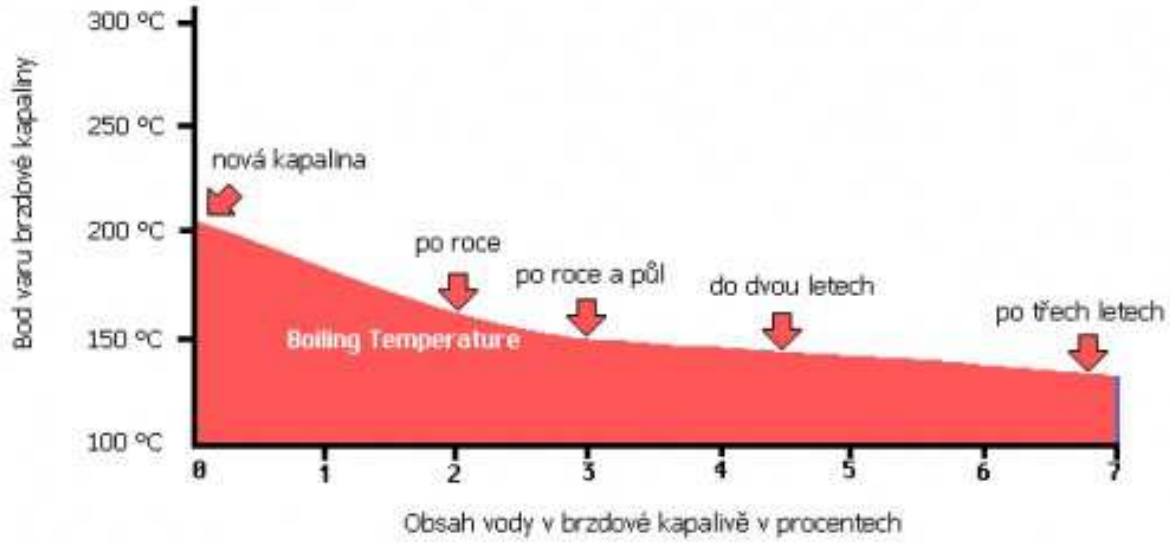
Výrobci obložení a vozidel stanovují doporučené intervaly kontroly brzdového obložení a rovněž i minimální přípustné hodnoty tloušťky brzdového obložení a brzdových kotoučů. Pokud hodnota naměřená na vozidle dosáhne této minimální hodnoty, je potřeba obložení, případně kotouče, vyměnit. Při výměně kotoučů, destiček, bubnů nebo brzdových čelistí se musí vždy dané součásti vyměnit za nové a to na celé nápravě.

Modernější vozidla jsou vybavena senzorem opotřebení brzdových destiček (případně čelistí), který v případě dosažení minimální hranice upozorní řidiče. To je zajištěno dvěma vodiči zalitými v obložení na úrovni minimální tloušťky. Při dosažení této hranice se vodiče propojí přes kotouč, případně buben a uzavře se tak obvod pro signalizaci. Druhá možnost je naopak přerušení uzavřené smyčky po dosažení minimální hranice.

2.7 Brzdová kapalina

Brzdová kapalina je prakticky nestlačitelná hydraulická kapalina, která tvoří náplň celého brzdového systému. Hlavními požadavky na brzdovou kapalinu jsou vysoký bod varu a stálá viskozita. Brzdová kapalina je klasifikována do tříd jako např. DOT 3 nebo DOT 4. Hlavním rozdílem je teplota varu, kterou má DOT 4 vyšší. Z toho důvodu už se dnes DOT 3 příliš nepoužívá. Brzdová kapalina je hygroskopická, tzn. váže na sebe vodu, z toho plyne že brzdová kapalina "stárne" a je třeba ji pravidelně kontrolovat a případně měnit. Obecně platí, že čím starší kapalina v systému je, tím více obsahuje vody, která se může odpařit a vytvořit tak bublinky páry, čímž se náplň brzdového systému stává stlačitelnou a brzdový systém

přestává plnit správnou funkci. Přibližnou závislost teploty varu brzdové kapaliny na obsahu vody a tedy na čase zobrazuje obr. 2.24.



Obr. 2.24: Průběh bodu varu brzdové kapaliny DOT 3 [2]

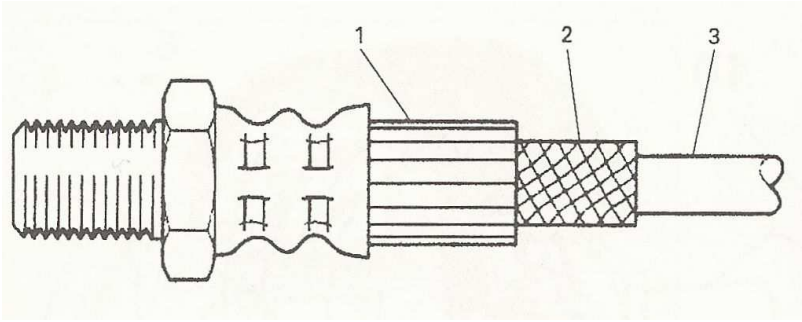
2.8 Vedení brzdové kapaliny

Vedením brzdové kapaliny se rozumí soubor všech prvků, které propojují jednotlivá místa brzdového systému a dodávají do nich brzdovou kapalinu. Vedení je zprostředkováno kovovým brzdovým potrubím a v místech, kde je nutno zaručit určitou flexibilitu, tj. v přechodech mezi karoserií a nápravami a na ostatních pohyblivých místech, se používají speciální gumové hadice.

Brzdové trubky jsou kovové trubky o vnějším průměru v řádech jednotek milimetrů, speciálně vyráběné pro svůj účel. Mívají dvě nebo i více vrstev. Hlavními požadavky na brzdové potrubí je odolnost vůči tlaku na vnitřní stěnu, ale především odolnost vůči korozi, otěru a ohybu. Konce jsou opatřeny speciální koncovkou a převlečnou maticí, viz obr. 2.25. Je důležité zajistit dokonalou těsnost spoje.

Obr. 2.25: Zakončení brzdové trubky [3]

Brzdové hadice jsou pružné prvky vedení brzdové kapaliny. Jsou na ni kladeny vysoké nároky ve smyslu odolnosti vůči brzdové kapalině, tlaku na vnitřní stěnu, pružnosti a odolnosti vůči mechanickému poškození vnější vrstvy. Zpravidla se vyrábí jako třívrstvé. Vnitřní vrstva musí být odolná vůči brzdové kapalině, vnější vrstva pak proti mechanickému poškození a povětrnostním vlivům. Střední vrstva bývá tvořena ocelovým pletivem, případně textilními vlákny. Cílem této vrstvy je zvýšit celkovou pevnost hadice, zejména zamezení vyboulení vlivem tlaku na vnitřní stěnu. Nákres složení brzdové hadice je na obr. 2.26.



Obr. 2.26: Brzdová hadice: 1-oplášťování; 2-střední vrstva; 3-vnitřní hadice [13]

3 Diagnostika brzdových systémů osobních vozidel

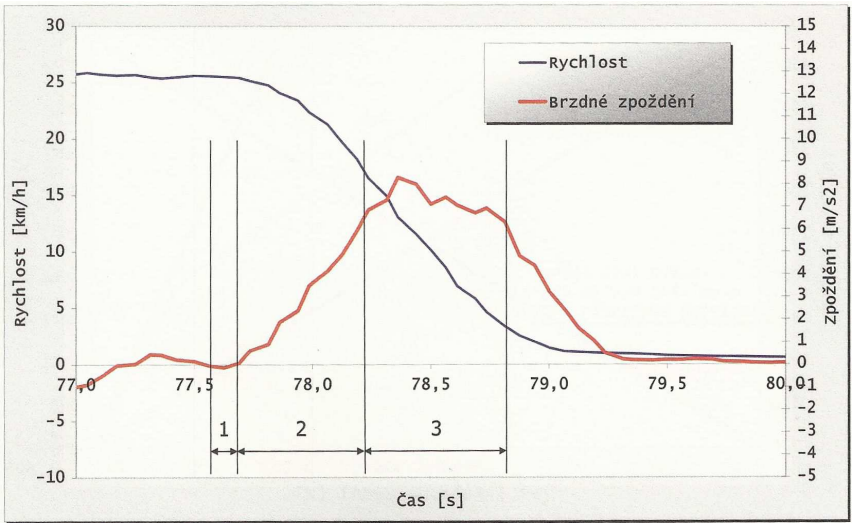
Tato kapitola bude věnována praktickým metodám zjišťování závad na brzdovém systému osobních vozidel. Bude zde přiblížen průběh brzdění a následně různé používané metody ke zjištění závad. Tyto metody lze obecně rozdělit na jízdní zkoušky, diagnostiku pomocí válcových zkušeben a diagnostiku na plošinových zkušebnách. V závěrečné části této kapitoly budou probrány možné závady na brzdovém systému, jejich příznaky, možné příčiny a možnosti odstranění závad včetně ekonomické stránky oprav.

Diagnostika brzdových soustav je nutnou součástí pravidelných technických kontrol vozidel a vztahuje se na ni řada zákonných předpisů. Každé nově schvalované vozidlo musí absolvovat velmi rozsáhlou zkoušku, předepsanou předpisem EHK 13, který předepisuje nejen veškeré limitní hodnoty pro různé zkoušky brzd, ale předepisuje i metodiku provádění zkoušek. Tyto zkoušky jsou velmi časově náročné, pro zkoušení již provozovaných vozidel se proto nepoužívají. Pro osobní vozidla platila v ČR vyhláška 103/1995 Sb. Ministerstva dopravy o pravidelných technických prohlídkách a měření emisí silničních vozidel. Tato původní vyhláška už dnes neplatní, byla nahrazena vyhláškou 302/2001 Sb. Ministerstva dopravy a spojů ze dne 7.srpna 2001 o technických prohlídkách a měření emisí vozidel s několika pozdějšími novelizacemi. Pokud jde o zkoušení brzd, tato vyhláška předepisuje stanicím technické kontroly provádění zkoušek na válcové stolici (viz dále). Z původní vyhlášky 103/1995 Sb. zůstala v platnosti pouze příloha č.1, která předepisuje kontrolní úkony během technických kontrol a rovněž stanovuje způsob provedení jednotlivých úkonů a mezní hodnoty přípustnosti závad. Výňatek z ní, týkající se brzd je v příloze č.2 této práce.

3.1 Průběh brzdění

Průběh brzdění lze nejlépe popsat grafem na obr. 3.1. Modrou barvou je zde znázorněna rychlost vozidla, červenou pak brzdné zpoždění, které je měřítkem účinnosti brzdové soustavy. Ve spodní části grafu jsou vyznačeny tři hlavní úseky. V části 1 již řidič působí na brzdový pedál, ale brzdné zpoždění se nijak výrazně nezvyšuje. Tato část je označována jako tzv. **mechanická prodleva brzd**, brzdový systém není účinný, dochází pouze k vymezení pracovních vůlí. Část 2 se nazývá **náběh brzd**, kdy už došlo k vymezení

všech vůlí a brzdné zpoždění se začíná zvyšovat. Část 3 je tzv. **ustálený stav brzdění**, kdy už brzdová soustava dosahuje maximálního brzdného zpoždění a tedy rychlost vozidla se snižuje nejrychleji.



Obr. 3.1: Průběh brzdění [6]

3.2 Jízdní zkoušky

Jízdní zkoušky se pro zjišťování závad na brzdovém systému osobních vozidel používají pouze výjimečně, proto zde bude uveden pouze přehled hlavních metod a jejich velmi stručný popis.

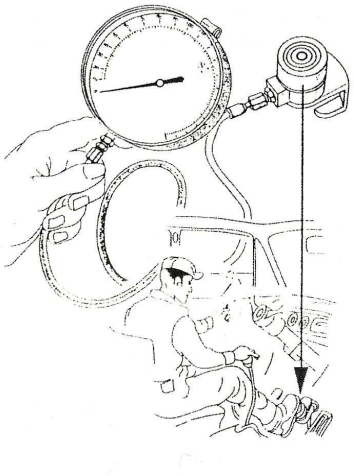
Provádí se zejména pro ověření zákonem stanovených brzdných drah a pro zjištění směrové stability vozidla.

Decelerometry a decelerografy

Tuto metodu lze použít pouze pokud testované vozidlo během brzdění nevykazuje známky směrové nestability. Metoda spočívá přímo v měření brzdného zpomalení měrným členem (decelerometrem), který je pevně spojen s karoserií vozidla. Většinou se současně používá pedometr k měření síly působící na pedál. Decelerografy navíc obsahují i záznamové zařízení. Dříve se používaly kapalinové decelerometry, případně decelerografy s mechanickým záznamovým zařízením, v dnešní době se používají piezoelektrické snímače a digitální záznam hodnot. Výsledkem zkoušky je dopočítaná střední hodnota brzdného zpomalení, případně ještě střední hodnota ovládací síly.

Značkovací zařízení

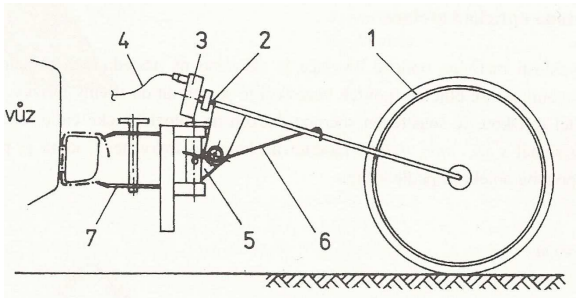
Metoda spočívá ve vystřelování barevných značek na vozovku. Značkovací zařízení je umístěno pevně na vozidlo a na brzdový pedál je umístěn tzv. pedometr, tj. zařízení k měření síly působící na pedál (viz obr. 3.2). Zkouška se vyhodnocuje na základě měření času a vzdálenosti mezi jednotlivými značkami.



Obr. 3.2: Pedometr [14]

Vlečené kolo

K vozidlu je připevněno tzv. páté kolo, jehož otáčky jsou snímány. Z otáček a známého obvodu kola se dopočítává skutečná okamžitá rychlost vozidla a délka brzdné dráhy (dnes již počítačově). Vlečené kolo je znázorněno na obr. 3.3.



Obr. 3.3: Vlečené kolo: 1-kolo; 2-ohebný hřídel; 3-snímač impulsů; 4-el.vodič; 5-závěs; 6-přítlačná pružina; 7-upevnění k vozidlu [14]

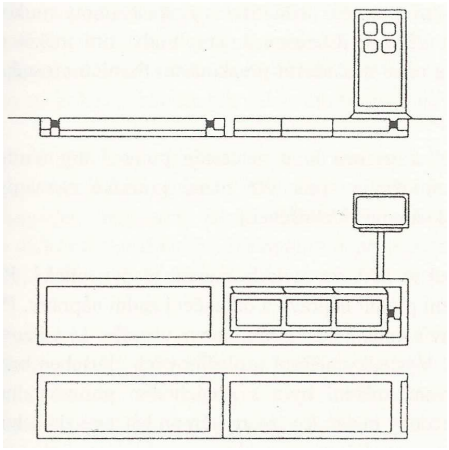
Optické metody

Jsou založeny na měření okamžité vzdálenosti vozidla od měřícího bodu optickými metodami a následném dopočítávání rychlosti a tedy i brzdné dráhy.

3.3 Plošinové zkušebny

Plošinová zkušebna brzd je tvořena speciálními deskami, které jsou do jisté míry posuvné ve směru pohybu vozidla. Dělají se v provedení se dvěma nebo čtyřmi plošinami. Při provedení se dvěma plošinami se na zkušebnu najíždí nejprve jednou, pak druhou nápravou. Aby bylo možno výsledky srovnávat, je nutno zajistit stejnou ovládací sílu při obou měřeních, to znamená nutnost použít pedometr. Při použití zkušebny se čtyřmi plošinami tento problém odpadá a během jednoho měření lze měřit všechna čtyři kola najednou. Měření probíhá tak, že se s vozidlem najede na zkušební dráhu (obvykle rychlostí 10-15 km/h) a po najetí na plošiny se zabrzdí, přičemž pro vyšší přesnost měření je výhodné využít celé délky zkušebních plošin. Jelikož jsou plošiny pohyblivé, dojde k posuvu ve směru jízdy a tento posuv je zaznamenán pomocí tenzometrických snímačů. Signály jsou následně vyhodnoceny počítačem a graficky zobrazeny.

Plošinové zkušebny lze umístit přímo na podlahu nebo je lze zabudovat do podlahy, kdy jsou desky v úrovni podlahy. Výška zkušebních plošin bývá v řádech několika centimetrů, takže zástavba není nijak náročná. Délka běžných čtyřplošinových zkušeben bývá kolem pěti metrů. Schématické znázornění plošinové zkušebny je na obr. 3.4. Plošinové zkušebny jsou velice variabilní a kromě testu brzd se dají rozšířit o funkce měření hmotností na jednotlivé nápravy, měření sbíhavosti, případně i orientační test tlumení podvozku.



Obr. 3.4: Plošinová zkušebna brzd [14]

Hlavní výhodou plošinových zkušeben je dynamické rozložení hmotnosti, na rozdíl od válcových zkušeben (během brzdění se přitěžuje přední náprava a zadní se odlehčuje). Z toho plyne možnost vyhodnocování poměru brzdných sil mezi přední a zadní nápravou a tedy i vyhodnocování stavu prvků pro regulaci brzdné síly na zadní nápravu. Dále lze jednoduše

určit směrovou stabilitu vozidla při brzdění porovnáním hodnot pro pravou a levou stranu vozidla. S výhodou lze na plošinových zkušebnách měřit brzdné vlastnosti vozidel s pohonem všech kol, což může být na válcových zkušebnách obtížné. Další výhodou je jednoduchost a rychlost celé zkoušky. Plošinová zkušebna je vynikajícím diagnostickým nástrojem, pro stanice technické kontroly je však její použití pro testování brzdového systému nedostačující. Chybí například možnost měření ovality brzdových bubnů, případně házivosti brzdových kotoučů nebo měření celé charakteristiky brzd, tedy měření brzdné síly v závislosti na ovládací síle.

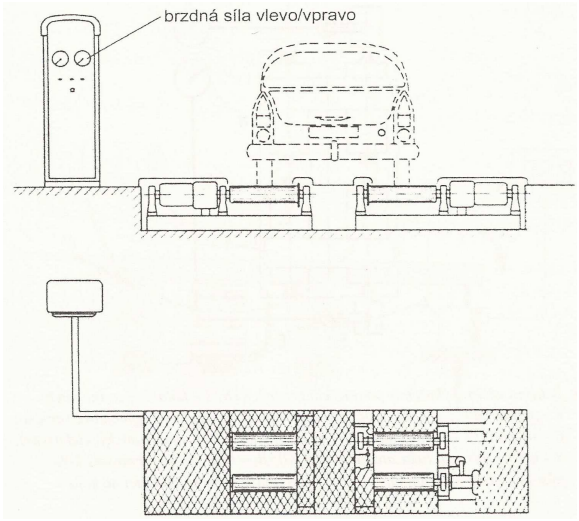
3.4 Válcové zkušebny

Válcové zkušebny jsou nejrozšířenější metodou diagnostiky brzdových systémů. Nabízejí nejširší škálu diagnostikovatelných parametrů. Na základě konstrukce lze rozlišovat válcové zkušebny rychloběžné a pomaloběžné. Pomaloběžné jsou konstruovány na rychlost zhruba 0,5 až 5 km/h a slouží k měření brzdných sil. Rychloběžné (setrvačníkové) jsou konstruovány na vysoké rychlosti přesahující i 100 km/h a měří se na nich především brzdná dráha.

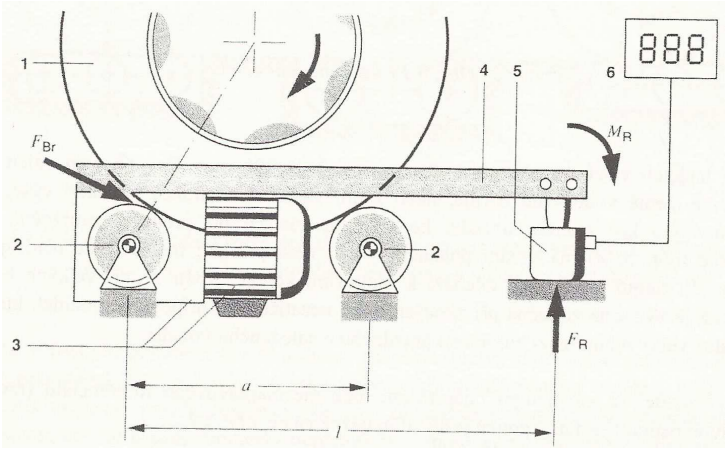
Pomaloběžné válcové zkušebny

Pomaloběžné zkušebny slouží k měření brzdných sil na obvodu kol vozidla. Na válcových zkušebnách se neprojevují účinky dynamických sil, proto se nehodí pro vývoj nových brzd, nicméně zjišťování stavu a správné funkce brzdového systému je na nich jednoduché a relativně rychlé. Stanice technických kontrol musí být ze zákona vybaveny právě takovou válcovou zkušebnou. Většinou se skládají ze dvou párů zkušebních válců se speciální povrchovou úpravou, která zajišťuje co nejlepší přilnavost pneumatik k válcům. Ty bývají zabudovány do pevného rámu v podlaze diagnostického pracoviště a vozidlem se na ně najíždí, viz obr. 3.5. Obr. 3.6 popisuje konstrukční uspořádání válcové zkušebny s mechanickým způsobem měření. Každý z párů zkušebních válců je poháněn svým elektromotorem. Většinou tak, že jeden z válců je s ním pevně spojen prostřednictvím převodovky s redukčním převodem a druhý je poháněn pomocí řetězu. Převodovka s motorem je otočná kolem osy poháněného válce a je na ní připevněno momentové rameno.

To se svým volným koncem opírá o snímač síly. Brzdná síla měřeného kola vozidla vyvolá odpovídající reakční moment, který působí prostřednictvím momentového ramena na snímač. Ten je spojen s ukazatelem brzdných sil, ze kterého lze odečítat hodnoty brzdných sil pro levé a pravé kolo.



Obr. 3.5: Válcová zkušebna brzd [14]



Obr. 3.6: Určení brzdné síly F_{Br} měřením reakčního momentu M_R: 1-vozidlové kolo; 2-dvojice válců; 3-motor s převodovkou; 4-momentová páka; 5-snímač síly; 6-ukazatel [14]

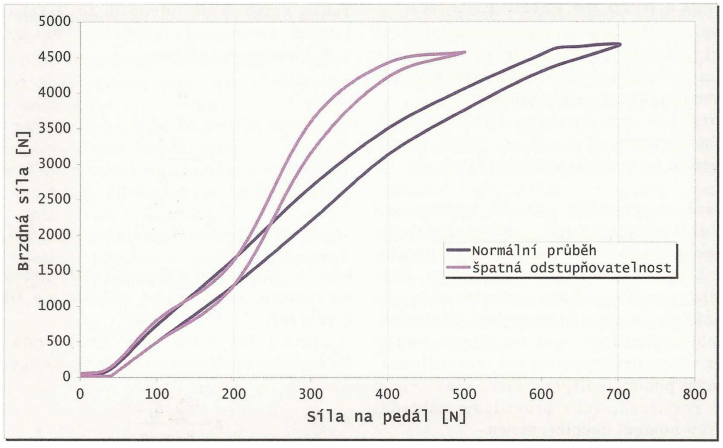
Mimo výše popsaného mechanického způsobu lze použít elektrický způsob měření, kdy je měřen příkon elektromotorů potřebný pro udržení konstantní rychlosti otáčení zkušebních válců. Z něho se pak určí brzdné síly.

Při měření na válcové stolici je důležité, aby nedošlo k zablokování kol z důvodu ochrany pneumatik. Z toho důvodu jsou válcové zkušebny vybaveny bezpečnostním zařízením. To má podobu třetího menšího válce, který je poháněn pouze kolem vozidla a jsou

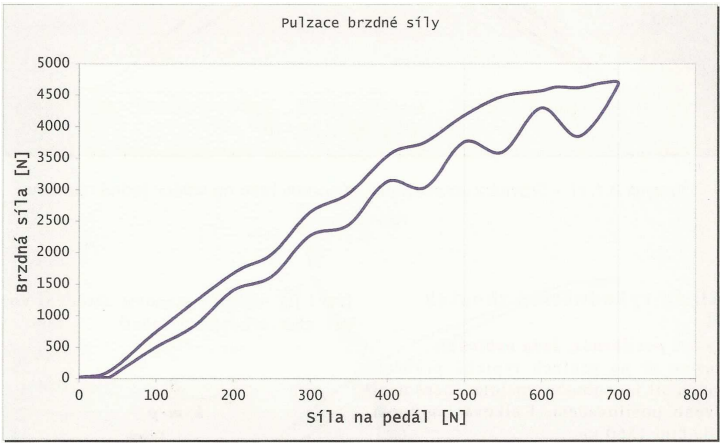
snímány jeho otáčky. V případě poklesu otáček pod určenou hodnotu je spuštěna výstražná signalizace, případně dojde k vypnutí hnacího elektromotoru.

Problém může nastat u vozidel s trvalým pohonem všech kol. Otáčky kol jedné nápravy se přenáší prostřednictvím spojovacího hřídele se přenáší na druhou a vozidlo má tendenci sjet ze zkušební stolice. V takovém případě je nutno použít válcovou zkušebnu pro více náprav se synchronizovaným pohonem náprav, ty ale nejsou příliš běžné, takže se tento problém řeší tak, že je nutno zamezit přenosu otáček mezi nápravami. Toho se dociluje tak, že se kola na pravé a levé straně pohánějí opačným směrem (ovšem při zachování stejných otáček obou kol), tedy pravé kolo se otáčí dopředu a levé dozadu nebo naopak. V takovém případě se musí měření provádět dvakrát, aby brzdné síly obou kol byly měřeny při pohybu dopředu. Aby výsledky byly porovnatelné, je nutno použít pedometr, který zaručí stejnou ovládací sílu při obou měřeních.

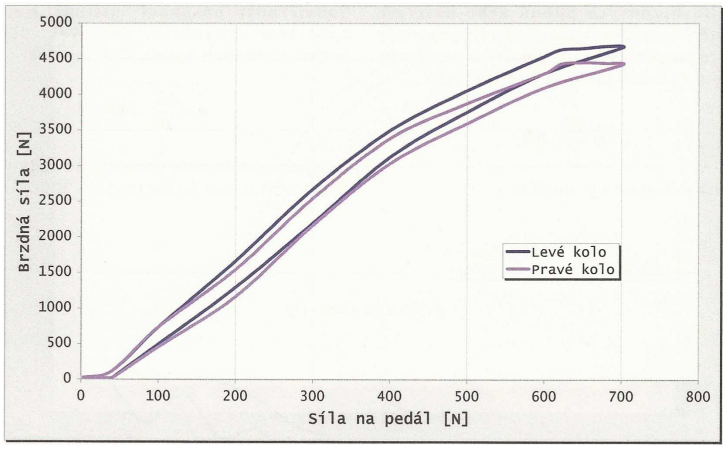
Na pomaloběžných válcových stolicích lze diagnostikovat řadu parametrů a získat tak představu o stavu brzdového systému. Některé stavy popisují grafy na obr. 3.7 až 3.9.



Obr. 3.7: Hodnocení odstupňovatelnosti brzdného účinku [6]



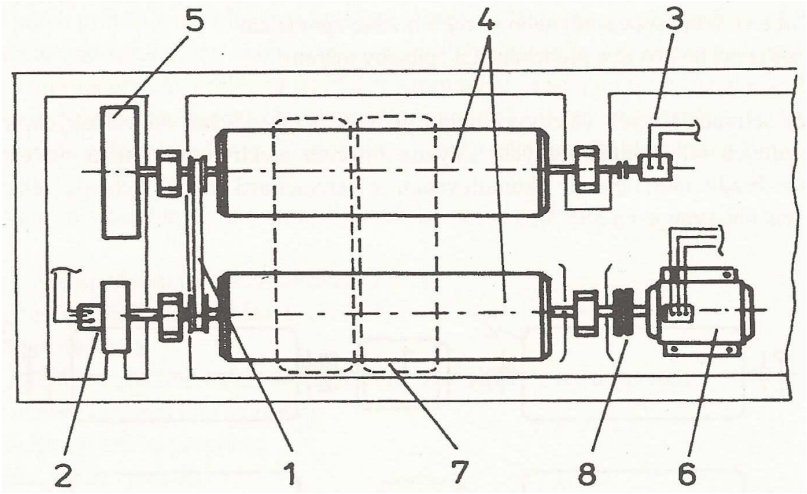
Obr. 3.8: Pulzace brzdné síly způsobená ovalitou brzd [6]



Obr. 3.9: Srovnání souměrnosti působení brzd na kolech jedné nápravy [6]

Rychloběžné válcové zkušebny

Můžou měřit podobným principem jako pomaloběžné zkušebny nebo tak, že se hnací elektromotor po dosažení určité rychlosti odpojí a měří se dráha do zastavení kol nebo čas (případně obě veličiny). Druhé variantě se říká **setrvačníková** zkušebna. Jsou konstruovány na vysoké rychlosti (až kolem 100 km/h), čímž přibližují zkušební podmínky skutečným podmínkám během provozu vozidla. Konstrukci setrvačníkové zkušební stanice popisuje obr. 3.10.



Obr. 3.10: Konstrukce setrvačníkové zkušebny: 1-klínový řemen; 2-snímač impulsů (brzdná dráha); 3-tachodynamo (rychlost); 4-válce; 5-setrvačník; 6-hnací elektromotor; 7-kolo vozidla; 8-spojka [14]

Zkoušeným vozidlem se najede na zkušební válce, kola druhé nápravy je třeba zaklínovat proti pohybu. Na pedál brzdy je umístěn pedometr. Poté, co je dosaženo požadované rychlosti sešlápne obsluhující technik brzdový pedál předem určenou silou. Pedometr automaticky vypne spojky od obou elektromotorů a následné zpomalování rotačního pohybu válců se setrvačníkem je způsobeno pouze brzdnými silami kol vozidla. Vyhodnocení brzdného účinku vozidla se provádí po naměření hodnot obou náprav na základě velikosti ovládací síly a počtu otáček válců od začátku brzdění do úplného zastavení.

3.5 Závady brzdového systému

Tato část bude věnována možným závadám na jednotlivých částech brzdového systému. Budou zde probrány závady jednotlivých částí systému, jejich možné projevy a následky a možnosti jejich odstranění včetně ekonomické stránky oprav. Cenové relace oprav budou uvažovány bez nákladů na práci a ceny náhradních dílů budou uvažovány pro jedno z nejrozšířenějších vozidel v ČR, tedy Škoda Octavia druhé generace (2004-2012) ve verzi 2,0 TDI. Budou uvažovány ceny originálních dílů a nebo díly od výrobců kvalitou srovnatelných s originálem. Od méně kvalitních výrobců se dají náhradní díly pořídit zhruba za polovinu ceny originálních dílů, ale důrazně se však doporučuje používat pro brzdový systém kvalitní, nejlépe originální díly. Ještě platí zásada, že pokud je měněn jakýkoliv díl brzdového systému, měl by být vždy vyměněn na obou stranách současně, aby nedocházelo ke směrové nestabilitě v průběhu brzdění.

Jakékoliv práce na opravách a údržbě systému brzd by měl provádět výhradně odborný servis, jakákoliv neodborná práce na brzdovém systému by neměla být prováděna, jedná se totiž o zásadní prvek bezpečnosti silničního provozu. Náhlé selhání brzdového systému v silničním provozu může zavinit smrtelné nehody.

Fotografiím skutečných diagnostických nálezů závad brzd z praxe bude věnována příloha č.1 této práce.

Brzdové obložení

Brzdové obložení je přímo vystavováno tření, dochází tedy k jeho úbytku. Mělo by se pravidelně kontrolovat v intervalech, předepsaných výrobcem, nejpozději však po každých ujetých 10 000 kilometrech. V případě, že tloušťka obložení nedosahuje minimální hranice, je potřeba vyměnit obložení vždy za nové a to na celé nápravě od jednoho výrobce. Použitím neoriginálních dílů z nekvalitních materiálů může být výrazně snížena účinnost brzd. Podcenění nutnosti výměny v případě minimální hranice může mít za následek poškození dalších dílů brzdového systému, zejména kotoučů nebo bubnů, v extrémních případech, kdy je veškeré obložení opotřebováno a začíná se brzdit kovovou částí destičky je brzdění doprovázeno hlasitým skřípavým zvukem, účinnost brzd se razantně sníží a kotouč je nevratně poškozen. Cena následné opravy může násobně převýšit cenu včasné výměny obložení.

Dalším možným problémem s brzdovým obložením může být zamaštění vlivem unikající brzdové kapaliny, roztržením manžety homokinetického kloubu a podobně. V takovém případě se výrazně sníží účinnost brzdy. V případě mastné brzdy pouze na jedné straně se vozidlo stává při brzdění směrově nestabilním.

Při výměně destiček je nutno věnovat pozornost dosedacím plochám, po kterých se destičky pohybují. Tyto plochy musí být hladké a destička se po nich musí volně pohybovat, někdy se tyto stykové plochy mohou namazat speciální mazací pastou. Pokud by se destička nepohybovala volně, mohlo by docházet k jejímu zadrhávání a následnému přibrzďování kola, vlivem čehož dochází ke zvýšení jízdních odporů, ale hlavně k rychlejšímu opotřebení destičky a nebezpečí přehřívání kotouče.

Cena sady brzdových destiček pro přední nápravu se pohybuje od cca 1400 Kč, originální destičky se dají pořídit kolem 2000 Kč. Zadní destičky jsou menší, jejich cena se pohybuje kolem 1500 Kč.

Obr. 3.11: Nadměrně opotřebované brzdové destičky (další fotografie v příloze č.1)

Brzdové kotouče a bubny

Brzdové kotouče a bubny rovněž podléhají opotřebení a jejich úbytek je nutno sledovat spolu s úbytkem brzdového obložení. Řádově však kotouče a bubny vydrží mnohem déle než brzdové obložení. Pomineme-li běžné opotřebení, kotouče (bubny) se mohou poškodit zejména dlouhodobým přetěžováním, kdy jsou vystaveny extrémní teplotě. Následkem toho může dojít ke zvlnění nebo dokonce k popraskání funkční plochy. Zvlněné kotouče nebo bubny pak během brzdění způsobují vibrace vozidla, zejména citelné na brzdovém pedálu, který pak pulzuje, rovněž volant vozidla může při brzdění vibrovat. Ignorací tohoto problému se výrazně snižuje životnost ostatních podvozkových dílů. V důsledku silného dynamického zatěžování se poškozují zejména čepy náprav, ale i veškerá ložiska, silentbloky a ostatní prvky zavěšení kol. Pokud dojde k překročení minimální hranice tloušťky kotouče, zvlnění vlivem vysoké teploty je mnohem pravděpodobnější. Běžným jevem je u brzdových kotoučů i bubnů vytvoření obvodové hrany vlivem probrzdění funkční plochy, takové hrany by se měly při každé výměně destiček opracovat, jejich vlivem by totiž mohlo docházet ke špatnému vracení destičky po odbrzdění a následně k přibrzďování kola a rychlejšímu opotřebení destičky.

V extrémních případech zanedbání včasné výměny a při současném opotřebení brzdových destiček může dojít až k vypadnutí destičky, pokud se s vozidlem nadále jezdí, dojde k poškození brzdového třmenu nebo dokonce k vypadnutí pístku ze třmenu. V takovém případě okamžitě vyteče z dotyčného okruhu brzd veškerá brzdová kapalina a funkce provozního brzdění je okamžitě vyřazena z provozu.

Kvalitnější přední brzdový kotouč se dá pořídit v cenách od 1500 do 2000 Kč za kus, zadní kotouč stojí o něco méně.

Obr. 3.12: Extrémně opotřebovaný kotouč [15] (další fotografie v příloze č.1)

Brzdová kapalina

Jak bylo uvedeno v části 2.7, brzdová kapalina na sebe váže vodu a tím dochází k její degradaci, měla by se pravidelně kontrolovat. Kontrola probíhá buď měřením elektrického odporu, který se s přibývajícím obsahem vody mění a nebo častěji zahříváním vzorku kapaliny a měřením bodu varu. Kapalinu, která nevyhovuje je nutno ze systému vypustit a systém naplnit novou kapalinou a důkladně celý brzdový systém odvzdušnit. Používáním staré degradované kapaliny může dojít ke snížení účinku brzd. Voda v kapalině se může odpařit, čímž vzniknou vzduchové bublinky, pedál brzdy pak může pružit, případně se na pedálu projevuje mrtvý chod. Při již vysokém podílu vody v kapalině může v zimním období docházet k houstnutí kapaliny a špatnému brzdnému účinku.

Cena brzdové kapaliny DOT 4 se pohybuje kolem 120 Kč za litr, přičemž v brzdovém systému bývá necelý litr.

Brzdové třmeny

Brzdové třmeny jsou dá se říct bezúdržbové. To však platí pouze při správné údržbě brzdového systému. U starších vozidel se však může vyskytnout řada závad. Největším problémem u brzdových třmenů bývá poškození některé z prachovek vlivem vniknutí nečistot do brzd nebo neodbornou výměnou destiček. Pokud dojde k poškození prachovky pístu, do prostoru pístu se mohou dostávat nečistoty, následkem čehož může být poškozena i těsnící manžeta. Následkem toho je únik brzdové kapaliny. Pokud není prachovka neprodleně vyměněna, může dojít k poškození povrchu pístu a jeho následné korozi. Výsledkem tohoto může píst zcela zatuhnout a ztratit pohyblivost, následkem čehož je dotyčné kolo neustále přibrzděno, dochází tak ke zvýšení jízdního odporu a ke zvýšenému teplotnímu zatěžování brzdy.

Další potíží může být poškození prachovky vodícího čepu třmenu, následnému vniknutí nečistot, korozi a znehybnění. Následkem je opět stále přibrzděné kolo.

Neméně častým problémem, zejména u starších vozidel nebo při zanedbávání pravidelné výměny brzdové kapaliny, je zalomení odvzdušňovacího šroubu v těle třmenu.

Cenové relace oprav třmenu závisí na rozsahu prací. Cena sady vodících pouzder se pohybuje v řádech několika stovek korun, podobně stojí opravná sada pro brzdový třmen, obsahující nové prachovky a těsnění pro repasi brzdového třmenu. V případě, že je brzdový třmen více poškozen a je nutno ho kompletně vyměnit, cena opravy dramaticky narůstá. Jeden

pár předních brzdových třmenů vychází na zhruba 8000 Kč, pár zadních brzdových třmenů pak stojí kolem 9000 Kč.

Kolové válce

V případě bubnových brzd je nejčastějším problémem netěsnost kolového válce, následné prolínání brzdové kapaliny a zamaštění brzdového obložení, což vede ke snížení účinnosti brzdy.

Cena jednoho páru kolových válců se pohybuje kolem 1000 Kč.

Obr. 3.13: Netěsnící kolový válec (další fotografie v příloze č.1)

Parkovací brzda

Nejběžnějším problémem s parkovací brzdou, pomineme-li běžné opotřebení a nutnost seřízení, bývá, že brzda takzvaně zůstává viset. V případě bubnových brzd je nejpravděpodobnější příčinou zatuhlý lanovod, případně oba lanovody. Lanko ruční brzdy se v něm pak přestává pohybovat a po odjištění ruční brzdy zůstane brzda v zabrzděné pozici. U kotoučových brzd se může problém navíc vyskytnout i v brzdovém třmenu, kde může zatuhnout rozpěrný mechanismus ruční brzdy a přestává plnit svou funkci.

Oprava brzdových třmenů spočívá v repasi pomocí opravné sady. Taková oprava vychází na několik stokorun na každý třmen. V případě zatuhlých lanovodů je možno lanovody rozebrat a promazat, pokud to není možné, lanovody vyměnit. Cena nových lanovodů je do 1000 Kč.

Vedení brzdové kapaliny

Co se týká brzdového potrubí, může dojít k mechanickému poškození, kdy buď dojde k proražení a úniku kapaliny nebo ke zmenšení průřezu a špatnému vedení kapaliny. V obou případech je nutno dotyčnou část potrubí vyměnit. Dalším problémem může být poškození vlivem stáří, tedy koroze potrubí. Pokud je koroze v pokročilém stádiu, je nutno potrubí vyměnit.

U brzdových hadic se jedná v podstatě o stejné problémy. Buď mechanické poškození nebo zpuchření gumových částí vlivem stáří. Opět se řeší výměnou hadic za nové.

Cena brzdových hadic je v řádu stokorun za kus, brzdové trubky se obvykle zhotovují na míru a cena se pohybuje také v řádech několika stovek korun.

Regulátor brzdného tlaku

Správná funkce se zjišťuje velice obtížně, lze ji měřit pomocí zjištění tlaků na vstupu a na výstupu. Nejčastějším problémem je zatuhlý zátěžový regulátor, který buď tlak neomezuje a nebo ho omezuje příliš a na zadní kola jde minimální tlak. Tak či tak se musí zátěžový regulátor repasovat, případně vyměnit za nový. Moderní vozidla používají regulaci brzdné síly pomocí elektronických systémů, tato část brzdového systému tedy odpadá.

Obr. 3.14: Zkorodovaný pístek zátěžového regulátoru

Posilovač brzdného účinku

Hlavním příznakem špatné funkce brzdového posilovače je pocit tvrdého nášlapu na pedál a současně špatného účinku brzd. Dá se ověřit například sešlápnutím brzdového pedálu při vypnutém motoru a následném nastartování, na pedálu by mělo být znatelné posílení, tj. změknutí pedálu a zvýšení brzdného účinku. Závady brzdového posilovače nebývají časté,

když už se vyskytne problém, častěji bývá chyba v přívodu podtlaku od motoru, např. prasklá podtlaková hadice a podobně.

Nový posilovač není levnou záležitostí, cena posilovače pro vůz Škoda Octavia začíná na 6000 Kč.

Hlavní brzdový válec

Závady hlavního válce nebývají příliš časté. V podstatě jediným, ale o to závažnějším problémem, může být poškození některého těsnění uvnitř válce. Na normální funkci brzd by to nemělo příliš dramatický vliv, problém by nastal v případě poruchy jednoho z okruhů, kdy by skrze hlavní válec mohla prolínat kapalina ze zdravého okruhu do poškozeného a tím by byla ohrožena funkce nouzového brzdění.

Hlavní brzdový válec je možno repasovat pomocí opravné sady s novými těsněními, ta stojí několik stokorun. Nový hlavní válec stojí od cca 3500 Kč výš.

3.6 Přehled vybraných nejčastějších poruch brzd

Tato poslední část této práce bude pouze jakýmsi přehledem nejčastějších projevů závad brzdového systému, ke kterým bude vždy přiřazen seznam možných příčin a jejich řešení. Cílem je poskytnout čtenáři představu o rozsahu konkrétního problému a náročnosti jeho vyřešení.

Porucha: *Brzdy pískají*

Příčiny: Pokud pískání brzd po několikerém zabrzdění přestane, byl problém zaviněn vlhkostí. Použití nevhodného nebo nekvalitního brzdového obložení. Ochablé vratné pružiny bubnových brzd. Destičky se nevrací do původní polohy.

Řešení: Vyměnit brzdové obložení. Vyměnit vratné pružiny. Zkontrolovat dosedací plochy destiček.

Porucha: *Pískavý zvuk při odbrzdění*

Příčiny: Nečistoty na dosedacích plochách mezi čelistmi bubnových brzd a štítem.

Řešení: Dosedací plochy očistit, případně namazat vhodným mazacím tukem.

Porucha: *Brzdový pedál při sešlápnutí pruží*

Příčiny: Zavzdušnění systému. Nedostatek kapaliny ve vyrovnávací nádržce. Tvorba bublin páry v kapalině.

Řešení: Odvzdušnit systém, případně doplnit kapalinu. Vyměnit kapalinu za novou.

Porucha: *Brzdový pedál se při sešlápnutí propadá a brzdný účinek slábne*

Příčiny: Únik brzdové kapaliny

Řešení: Zkontrolovat soustavu na únik kapaliny (spoje, vedení, těsnění hlavního válce, kolových válců a třmenů)

Porucha: *Brzdový pedál pulzuje, vibrace do volantu*

Příčiny: Příliš velká házivost kotouče nebo ovalita bubnu. Kotouč je místy zkorodován.

Řešení: Zkontrolovat házivost nebo ovalitu, přesoustružit, případně vyměnit kotouče nebo bubny.

Porucha: *Brzdový pedál má velký mrtvý chod*

Příčiny: Házivost kotouče, ovalita bubnu (zatlačování pístu do třmenu, případně kolového válce). Špatná funkce samostavu bubnových brzd. Použití kolových válců nebo třmenů s nesprávným průměrem pístku. Porucha jednoho z okruhů.

Řešení: Překontrolovat házivost a ovalitu. Překontrolovat nastavení bubnových brzd. Vyměnit kolové válce a třmeny za správné. Zkontrolovat únik kapaliny z okruhu.

Porucha: *Zadní kola přibrzďují (zimní období)*

Příčiny: Vlhkost v zadních brzdách nebo v lanovodech.

Řešení: Rozebrat, vysušit, případně promazat či vyměnit lanovody.

Porucha: *Malá účinnost brzd*

Příčiny: Nesprávné brzdové obložení. Mastné obložení. Nefunkční posilovač brzd.

Řešení: Vyměnit obložení. Zkontrolovat posilovač.

Porucha: *Brzdy táhnou vůz do strany*

Příčiny: Použití nestejného obložení na nápravě. Mastné obložení.

Řešení: Vyměnit obložení, použít obložení od jednoho výrobce na celou nápravu.

Porucha: *Brzdy hlučí*

Příčiny: Opotřebené obložení (styk nosné kovové plochy destičky s kotoučem, vyčnívající nýty čelistí). Použití nevhodného obložení.

Řešení: Vyměnit obložení za nové, správné.

Porucha: *Tvrdý pedál*

Příčiny: Problém s posilovačem.

Řešení: Zkontrolovat podtlakové vedení k posilovači. Vyměnit posilovač.

Porucha: *Některá brzda přibrzďuje*

Příčiny: Zadřené pístky. Málo účinné vratné pružiny čelistí. Špatně nastavená ruční brzda. Destičky se nevrací do původní polohy.

Řešení: Opravit nebo vyměnit třmeny, případně kolové válce. Vyměnit vratné pružiny. Zkontrolovat nastavení ruční brzdy. Zkontrolovat a vyčistit vodící plochy destiček.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se věnovala rozdělení brzdových systémů, dále se věnovala hydraulické brzdové soustavě, jakožto nejrozšířenější brzdové soustavě v osobních vozidlech. Bylo zde popsáno složení hydraulické soustavy, konstrukční uspořádání a funkce jednotlivých členů. Druhá část práce byla věnována diagnostice závad na hydraulické brzdové soustavě, tedy různým typům diagnostických metod a jejich použití. V závěru práce jsou popsány možné vybrané poruchy brzdového systému osobního vozidla spolu s jejich příčinami, možnými následky a s možnostmi odstranění závad včetně nástinu ekonomické náročnosti oprav. V práci je pojednáváno o hydraulické brzdové soustavě bez doplňkových systémů jako například ABS a podobně.

Jak je patrné z části 3.5, většina opravných prací na brzdovém systému není příliš ekonomicky náročná. Podmínkou ale je řešit problémy včas a provádět kontroly a pravidelnou údržbu v předepsaných lhůtách. V takovém případě lze uchovat dlouholetou bezchybnou funkci brzdového systému s minimálními finančními náklady. Při zanedbávání údržby se ceny oprav šplhají k několikanásobně vyšším hodnotám nehledě na fakt, že při pokročilém problému s brzdovou soustavou je zvýšené riziko poškození i dalších částí vozidla, ale především úplného selhání brzdového systému, což může mít fatální následky.

Pravidelné technické prohlídky mají za cíl odhalit veškeré závažné závady na vozidlech, zejména pak na brzdové soustavě a zabránit nebezpečným vozidlům, aby byla legálně provozována po našich silnicích, hlavní odpovědnost však zůstává na každém řidiči.

Závěrem je nutno podotknout, že ne každá závada, kterou by bylo možno připsat brzdovému systému, musí skutečně být závadou brzdového systému. Například táhne-li vozidlo při brzdění do strany, problém může být například ve špatném nahuštění pneumatik nebo v opotřebovaném zavěšení kol. Dobrý technický stav celého vozidla je tedy podmínkou správné funkce všech jeho částí.

Brzdový systém je jedním z nejzásadnějších bezpečnostních prvků vozidla, jakékoliv práce na brzdovém systému vozidla by měly být prováděny v odborném servisu s vyškolenými pracovníky, nikdy ne v domácích podmínkách a bez potřebného vybavení.

Seznam použitých zdrojů

[1] Braking Systems. Siemens Global Website [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.siemens.com/innovation/en/publikationen/publications_pof/pof_fall_2005/auto_electronics/braking_systems.htm

[2] Brzdová kapalina. www.autolexicon.net [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/articles/brzdova-kapalina/

[3] Brzdové trubky. Bernert - BeKaS s.r.o. [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.bekas.cz/brzdove-trubky

[4] Brzdy I. AutoZnalosti.cz [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.autoznalosti.cz/index.php/podvozek-a-kola/33-brzdyi.html

[5] Brzdy II. AutoZnalosti.cz [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.autoznalosti.cz/index.php/podvozek-a-kola/39-brzdyii.html

[6] ČUPERA, Jiří a Pavel ŠTĚRBA. Automobily (7): Diagnostika motorových vozidel I. 1. vydání. Brno: Avid, s.r.o., 2007.

[7] ETZOLD, Hans-Rüdiger. Jak na to?: Údržba a opravy automobilů VW Golf II/VW Jetta/benzin - 9/83 - 6/92. 1. vydání. České Budějovice: Kopp, 1994.

[8] Formula Z Brake Discs. Otto Zimmermann Bremsscheiben GmbH [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.otto-zimmermann.de/en/produkte/formula-z-bremsscheiben.html

[9] Náhradní díly - osobní auta. Náhradní díly, autodíly - Auto Kelly E-Shop [online]. [cit. 2014-06-15]. Dostupné z: http://www.autokelly.cz/Catalog.aspx

[10] Předpis č. 103/1995 Sb.,Vyhláška Ministerstva dopravy o pravidelných technických prohlídkách a měření emisí silničních vozidel. In: Sbírka zákonů České republiky. 31. 5. 1995.

[11] Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č . 13-H: Jednotná ustanovení pro schvalování osobních automobilů z hlediska brzdění. In: Úřední věstník Evropské unie L230. 31.8.2010.

[12] VLK, František. Automobilová technická příručka. 1. vydání. Brno: Vlastním nákladem, 2003.

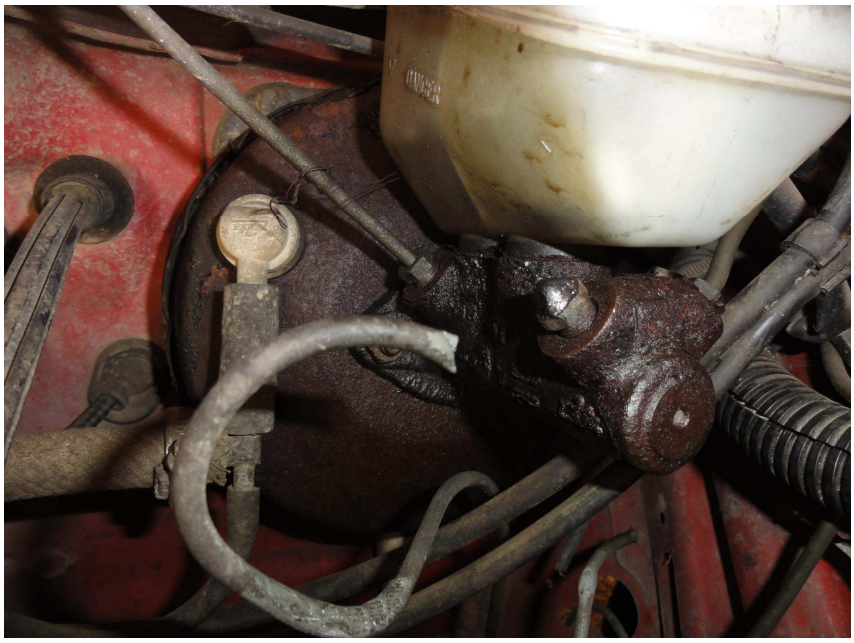
[13] VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3. aktualizované vydání. Brno: Vlastním nákladem, 2006.

[14] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. 1. vydání. Brno: Vlastním nákladem, 2001.

[15] *VW club Czech republic* [online]. Dostupné z: http://www.vw-club.cz/

Příloha č.1: Fotografie poruch brzd

V této příloze jsou ke shlédnutí fotografie skutečných poruch brzd. Jedná se o skutečné diagnostické nálezy. Někdy je porucha zaviněna například vadou materiálu, většinou však jde o extrémní případy zanedbání pravidelné údržby. Poděkování patří členům VW clubu Česká republika, viz zdroj [15], kteří poskytli některé z fotografií.

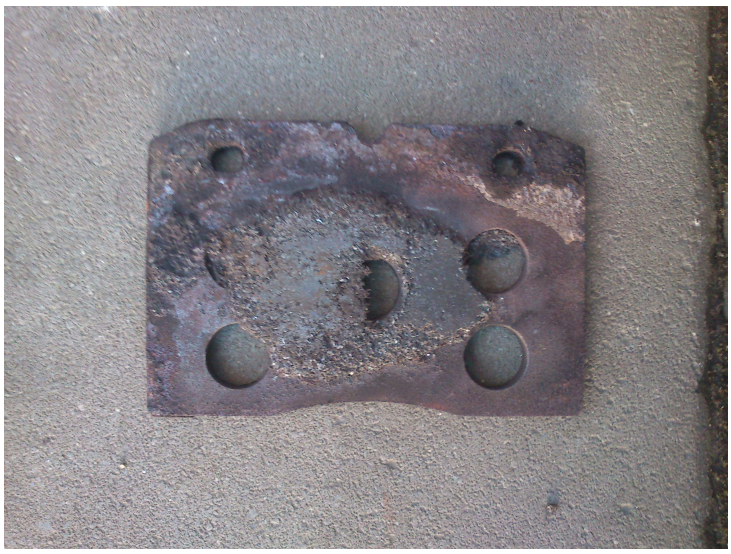


Obr.1: Velice neodborná oprava - zaslepení netěsnícího vedení kapaliny [15]

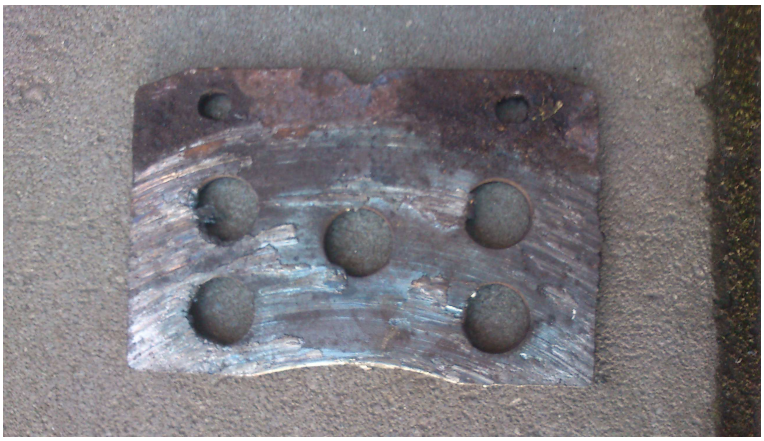
Obr.2: Netěsnící kolový válec, poškozená vratná pružina

Obr.3: Netěsnící kolový válec, nadměrně opotřebené brzdové čelisti [15]

Obr.4: Opotřebené brzdové destičky s prasklým obložením



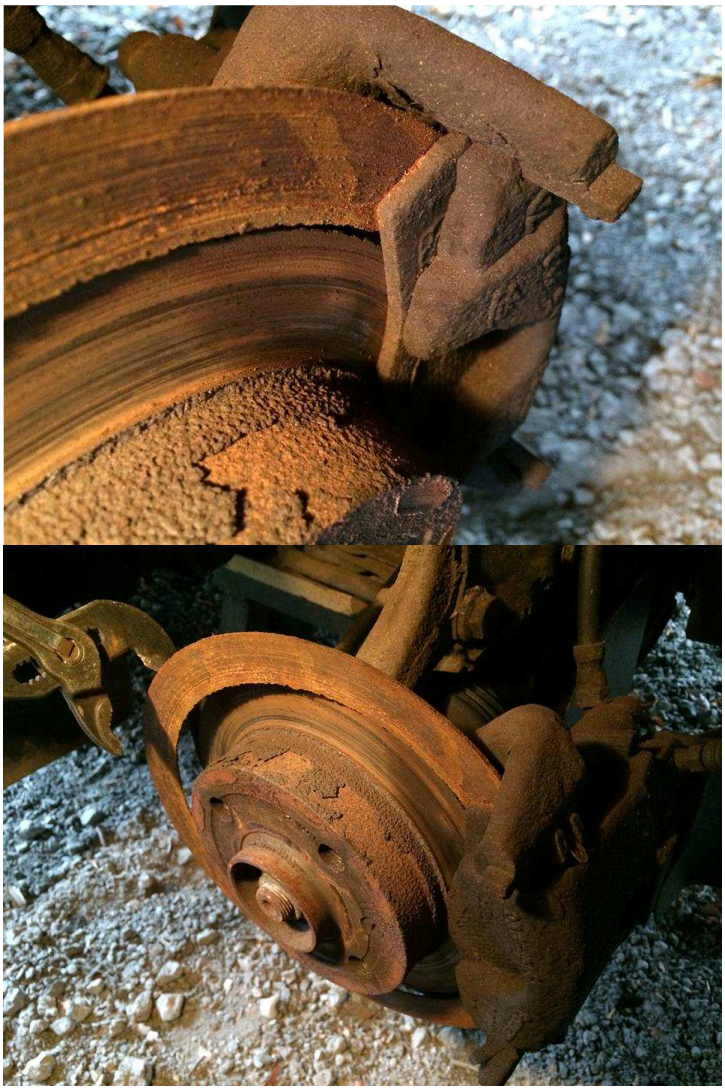
Obr.5: Brzdová destička s posledními pozůstatky obložení



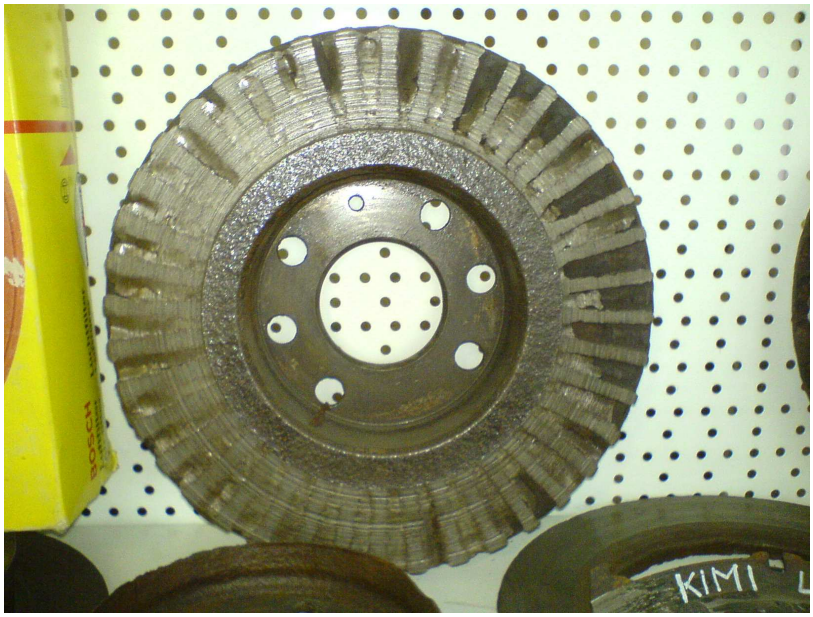
Obr.6: Brzdová destička s chybějícím obložením, kdy již brzdila kovovou nosnou částí

Obr.7: Další případ extrémního opotřebení brzdové destičky

Obr.8: Nadměrně opotřebený brzdový kotouč



Obr.9 a 10: Extrémně opotřebený brzdový kotouč, kdy už došlo k odtržení jeho části [15]



Obr.11: Vnitřně větraný kotouč, opotřebený až k žebrování [15]

Obr.12: Další případ extrémně opotřebeného kotouče [15]

Obr.13: Odlomení věnce kotouče, pravděpodobně vlivem nekvalitního materiálu [15]

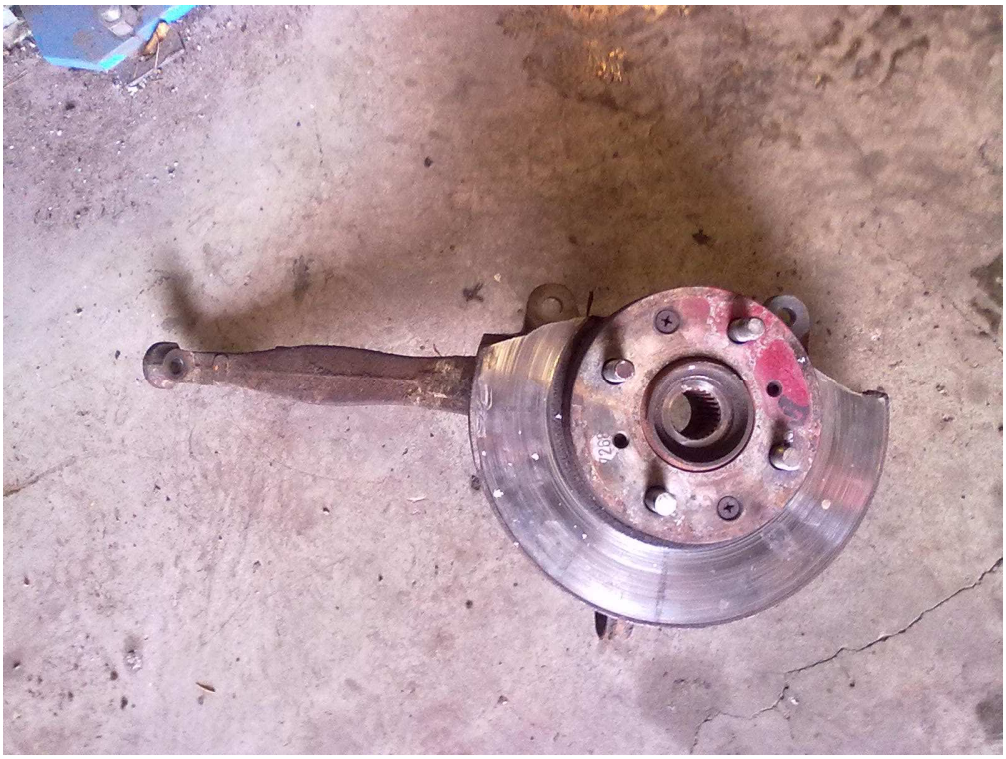
Obr.14: Přehřátí kotouče - nebezpečí zdeformování, případně degradace materiálu [15]

Obr.15: Koroze kotouče - špatná účinnost brzdy

Obr.16: Další případ příliš zkorodovaného kotouče

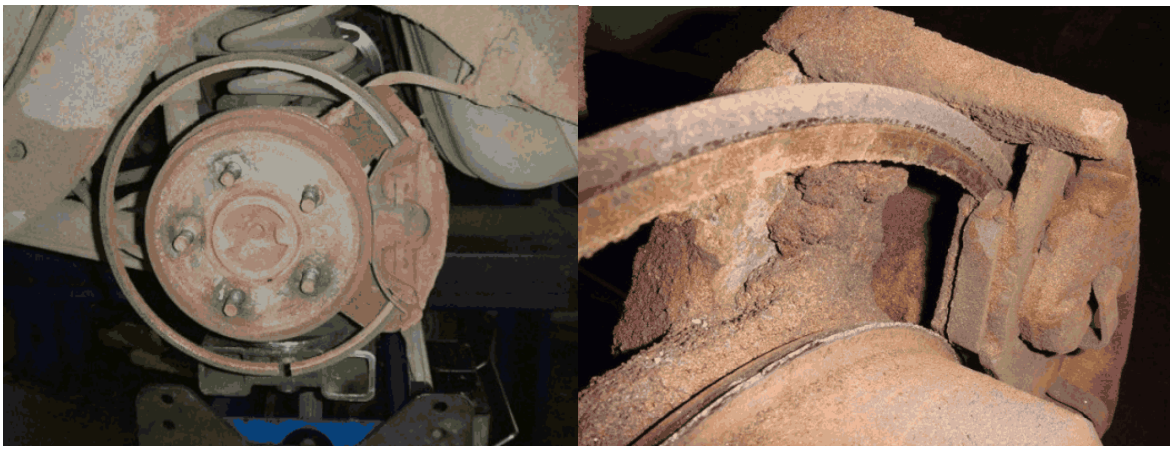
Obr.17: Nadměrně zkorodovaný a opotřebený kotouč s destičkami - porovnání s novým

Obr.18 a 19: Zkorodované kotouče, kdy destička zabírala jen částečně [15]

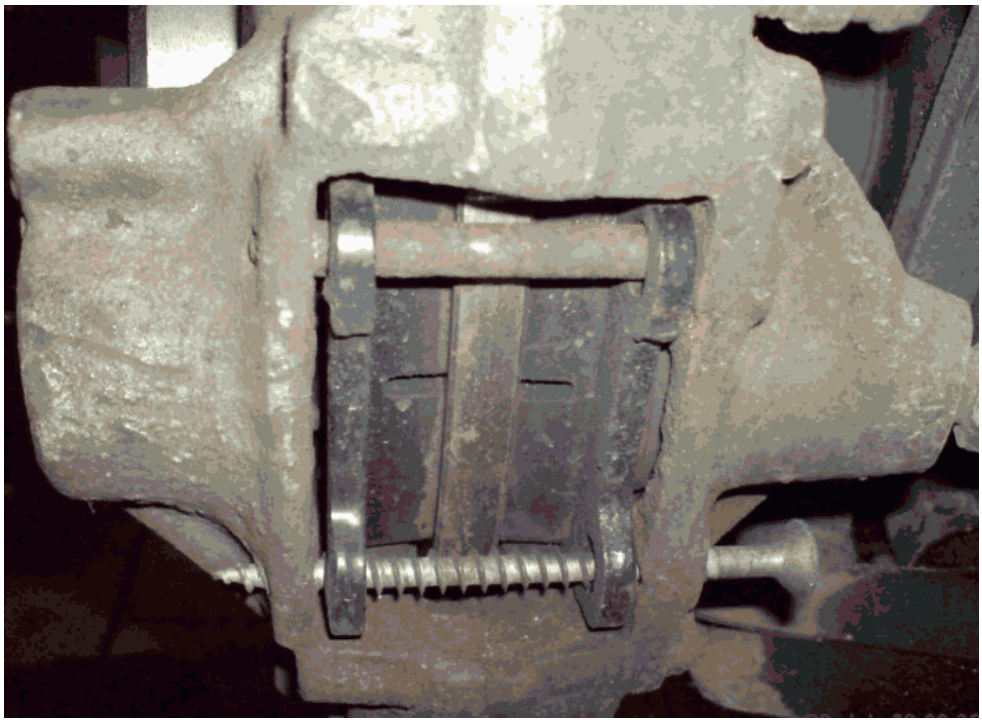


Obr.20: Částečně odlomený věnec kotouče [15]

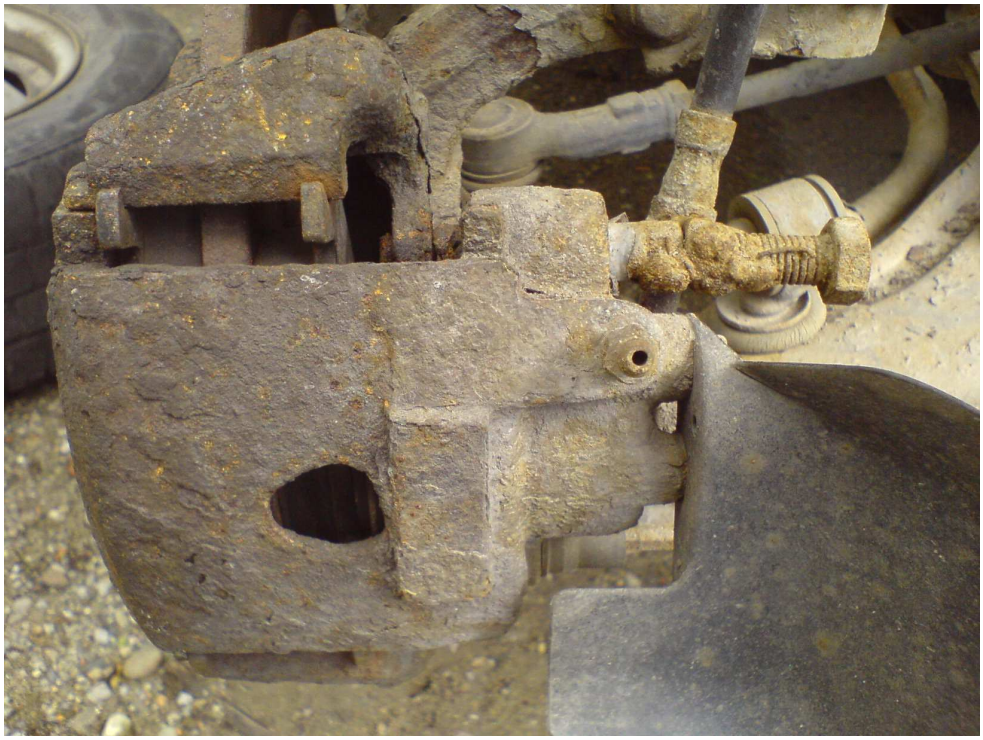
Obr.21: Prasklý brzdový kotouč [15]



Obr.22 a 23: Extrémní opotřebení kotouče, kdy byl věnec zcela probrzděn [15]



Obr.24: Velice špatná náhrada vodícího čepu destiček - špatná pohyblivost destiček [15]



Obr.25: Velice špatný příklad opravy vodícího čepu brzdového třmenu [15]

Příloha č.2: Výňatek z přílohy č.1 k vyhlášce č. 103/1995 Sb.

BRZDOVÁ SOUSTAVA	200

201	Provozní brzda - účinek
202	Provozní brzda - souměrnost působení
203	Provozní brzda - doba náběhu tlaku vzduchu
204	Provozní brzda - výstražné zařízení
205	Provozní brzda - odstupňovatelnost účinku
206	Posilovač brzd - činnost
207	Provozní brzda - zdvih pedálu
208	Parkovací brzda - účinek
209	Parkovací brzda - zdvih páky
210	Odlehčovací brzda - činnost
211	Samočinná brzda přípojného vozidla
212	Nájezdová brzda přívěsu - účinek
213	Převod provozní brzdy
214	Převod parkovací brzdy
215	Brzdové hadice a potrubí
216	Těsnost brzdové soustavy
217	Klíče brzd - zdvih pák
218	Brzdové válce
219	Brzdové obložení
220	Kotouče, bubny brzd
221	Spojkové hlavice
222	Kontrolní přípojky
223	Brzdová kapalina - stav
224	Tlak vzduchu - provozní, ovládací, brzdový
225	Protiblokovací systémy (ABS)
226	Zátěžové regulátory a omezovače tlaku v brzdových soustavách

Provozní brzda - účinek	201

Předepsané podmínky

Vozidlo musí být schopno dosáhnout minimálně brzdného účinku vyjádřeného zbrzděním (Z), uvedeného v následující tabulce, aniž by byla překročena přípustná ovládací síla.

Datum schválení typu	Kategorie vozidla	Nejmenší brzdění Z(%)	Přípustná ovládací síla (N) Fp
od 1.1.1953	do 100 $km.h^{-1}$	45	685
do 1.1.1972	nad 100 $km.h^{-1}$	59	590
po 1.1.1972	M_1	59	490
	M_2, M_3	51	685
	N, O	45	685

Způsob kontroly

Účinek provozní brzdy se zjišťuje pomocí válcové zkušebny brzd. Při kontrole a vyhodnocení výsledků měření se postupuje podle metodiky stanovené výrobcem přístrojů a zařízení používaných k technickým prohlídkám (dále jen "stanovená metodika").

Závady

Vozidlo nedosáhne předepsaného brzdného účinku, aniž by byla překročena nejvyšší přípustná ovládací síla . . . . . (C)

Poznámka: Definice zbrzdění a odvození nejmenších přípustných hodnot zbrzdění jsou uvedeny v metodice.

Provozní brzda - souměrnost působení	202

Předepsané podmínky

1. Účinek provozního brzdění musí působit na kola téže nápravy souměrně k podélné střední rovině vozidla.

2. Brzdné síly na obvodu levého a pravého kola téže nápravy se mohou lišit maximálně o 30 % (počítáno z větší hodnoty).

3. Brzdné síly při odbrzdění na obvodu levého a pravého kola téže nápravy se mohou lišit maximálně o 30 % (počítáno z větší hodnoty).

Způsob kontroly

Pro ověření souměrnosti působení brzd se použijí výsledky měření brzdných sil na válcové zkušebně (pro úkon č. 201). Velikost nesouměrnosti se určí podle stanovené metodiky. Průběh odbrzdění se zpravidla posuzuje z grafického záznamu brzdných sil.

Závady

1. Účinek brzd na protilehlých kolech téže nápravy (kterékoli) není souměrný; rozdíl brzdných sil na obvodu těchto kol je větší než 30%. . . . . (C)

Provozní brzda - doba náběhu tlaku vzduchu	203

Předepsané podmínky

1. U motorových vozidel pro dobu zdvihu brzdového pedálu 0,2 s:

- doba mezi počátkem ovládání pedálu a okamžikem, kdy tlak vzduchu v brzdovém válci dosáhne 75 % své asymptotické hodnoty, nesmí být delší než 0,6 s.

- doba, která uplyne mezi začátkem působení na brzdový pedál a okamžikem, kdy tlak měřený ve spojkové hlavici ovládací větve spojovacího potrubí dosáhne 10 % své asymptotické hodnoty, nesmí být delší než 0,2 s a 75 % své asymptotické hodnoty delší než 0,4 s.

2. U přípojných vozidel při brzdění simulátorem:

- doba, která uplyne mezi okamžikem, kdy tlak vyvozený simulátorem v ovládací větvi spojovacího potrubí dosáhne 0,65 MPa a okamžikem, kdy tlak v brzdovém válci přípojného vozidla dosáhne 75 % své asymptotické hodnoty, nesmí překročit 0,4 s.

3. Limitní hodnoty jsou předepsány pouze pro vozidla schválená po 1.7.1972.

Způsob kontroly

Doba náběhu tlaku se kontroluje jen u vozidel s přetlakovými vzduchovými brzdami (popřípadě u vozidel se smíšenými brzdovými soustavami), vybavených kontrolními přípojkami. Přitom se postupuje podle stanovené metodiky.

Závady

Doba náběhu tlaku v brzdových válcích,nebo spojkové hlavici je delší než stanovený limit (C)

Provozní brzda - výstražné zařízení	204

Předepsané podmínky

1. Motorová vozidla s brzdami s kapalinovým převodem a motorová vozidla s brzdovými soustavami uváděnými do činnosti energií ze zásobníku, musí být vybavena výstražným zařízením.

2. Porucha některé části kapalinového převodu musí být signalizována opticky - červeným světlem - jež se rozsvítí nejpozději při působení na ovládací orgán. Je přípustné, aby toto výstražné zařízení signalizovalo, že hladina v nádržce brzdové kapaliny poklesla pod předepsanou hodnotu.

3. U soustav, uváděných v činnost energií ze zásobníku musí optické nebo akustické výstražné zařízení signalizovat, že hladina energie v kterékoliv části soustavy poklesla pod předepsanou hodnotu, a to i v případě, že vozidlo je vybaveno tlakoměrem.

4. Akustická signalizace musí být dobře slyšitelná, musí výrazně změnit spektrum vnitřního hluku vozidla.

5. U motorových vozidel vybavených pružinovými brzdami, musí být opticky nebo akusticky signalizován samovolný pokles tlaku vzduchu v komoře pružinové brzdy na výrobcem předepsanou hodnotu tlaku.

Způsob kontroly

U vozidel s kapalinovými brzdami se kontroluje postupem, udaným výrobcem daného typu vozidla. U vozidla s přetlakovými vzduchovými brzdami se opakovaným sešlapováním pedálu brzdy (při zastaveném motoru) snižuje tlak vzduchu v brzdové soustavě a ověřuje se, zdali správně pracuje předepsaná signalizace. Tlak vzduchu se měří tlakoměrem zapojeným na přípojku vzduchojemu kontrolovaného okruhu.

Závady

1.	Signalizace u kapalinových brzd je vadná	(B)
2.	Signalizace ztráty energie je vadná	(C)
3.	Signalizace je v činnosti při tlaku nižším než předepsaném o hodnotu - do 5 %	(A)
	- od 5,1 % do 20 %	(B)
	- nad 20 %	(C)
4.	Akustická signalizace není dobře slyšitelná	(B)
5.	Signalizace hladiny brzdové kapaliny při nedostatku brzdové kapaliny nesvítí	(B)

Provozní brzda - odstupňovatelnost účinku	205

Předepsané podmínky

Provozní brzdění musí být odstupňovatelné. Brzdění se pokládá za odstupňovatelné, pokud v normálním rozsahu činnosti zařízení, a to jak při brzdění, tak i při odbrzďování:

- řidič může v každém okamžiku zvětšit nebo zmenšit brzdnou sílu působením na ovládací orgán,

- brzdná síla se mění ve stejném smyslu jako působení na ovládací orgán,

- je možno snadno regulovat dostatečně jemně brzdnou sílu.

Způsob kontroly

Při zkouškách účinku brzd na válcové zkušebně (úkon č. 201) se zároveň ověřuje, je-li provozní brzdění odstupňovatelné.

Závady

Účinek brzd není jemně odstupňovatelný	(B)

Poznámka: U mechanických a přímočinných kapalinových brzd musí být brzdná síla přibližně úměrná ovládací síle, u přetlakových vzduchových brzd ovládacímu brzdovému tlaku.

Posilovač brzd - činnost	206

Předepsané podmínky

1. Posilovač musí svou funkcí snižovat velikost síly na ovládací orgán brzdy v míře, odpovídající předpisu výrobce.

2. Funkce posilovače nesmí narušovat odstupňovatelnost brzdného účinku (výklad pojmu viz úkon č. 205).

Způsob kontroly

Činnost posilovače se ověřuje zkouškou na válcové zkušebně (úkon č. 201) tak, že se porovnají výsledky měření brzdných sil v závislosti na ovládací síle s posilovačem v činnosti a s posilovačem vyřazeným.

Závady

1.	Posilovač neplní svou funkci (jeho činnost se neprojevuje)	(B)
2.	Posilovač narušuje odstupňovatelnost brzdného účinku . .	(B)

Poznámka: S rostoucí ovládací silou musí úměrně růst i posilovací účinek do plného využití energie pro posílení a naopak.

Provozní brzda - zdvih pedálu	207

Předepsané podmínky

1. Mrtvý chod pedálu brzdy musí být v mezích předepsaných výrobcem příslušného vozidla.

2. Předepsaného brzdného účinku se musí dosáhnout při prvním sešlápnutí pedálu. U kapalinové brzdy musí zůstat od podlahy (dorazu) určitá rezerva zdvihu pedálu.

3. V uložení pedálu nesmějí být nadměrné vůle.

Způsob kontroly

Sešlápnutím pedálu brzdy o délku zdvihu potřebnou k vyvolání brzdného účinku se ověří mrtvý chod pedálu. Při sešlápnutí odpovídajícímu intenzívnímu brzdění se ověří reservní vůle pedálu od podlahy (dorazu). Velikost mrtvého chodu a reservní vůle pedálu se běžně posuzuje subjektivně. Využívá se poznatků ze zkoušky brzd na válcové zkušebně.

Závady

1.	Mrtvý chod pedálu brzdy je podstatně větší nebo menší než předpisuje výrobce vozidla	(A)
2.	Při prvním intenzívním sešlápnutí se pedál kapalinových brzd prošlápne až k podlaze (dorazu). . . .	(C)
3.	Rezervní vůle pedálu brzdy při úplném sešlápnutí pedálu brzdy je malá	(B)
4.	V uložení pedálu brzdy jsou nadměrné vůle, popřípadě pedál je poškozený (deformovaný)	(B)
5.	Pryžové obložení pedálu chybí	(A)

Parkovací brzda - účinek	208

Předepsané podmínky

1. Vozidla kategorie M, N a O (odpojená od tažného vozidla) musí dosáhnout pomocí parkovací brzdy brzdného účinku, vyjádřeného brzdnou silou, odpovídajícího sklonu svahu 18 %. Vztah brzdné síly a sklonu svahu je popsán v metodice.

2. Každé z kol vozidla ovládaných parkovací brzdou musí dosáhnout nejméně brzdné síly, která se rovná minimální brzdné síle pro celé vozidlo podle předchozího požadavku, dělené počtem kol ovládaných touto brzdou.

3. Minimálně požadované brzdné síly se musí dosáhnout, aniž by byla překročena nejvyšší přípustná ovládací síla podle následující tabulky:

způsob ovládání	kategorie vozidla	přípustná ovládací síla (N)
rukou	M_1	390
	ostatní	590
nohou	M_1	490
	ostatní	685

Způsob kontroly

Účinek parkovací brzdy se zjišťuje na válcové zkušebně. Ověřuje se bezprostředně po zkoušce provozní brzdy té nápravy, na kterou působí i brzda parkovací. Při zkoušce a vyhodnocení výsledků se postupuje podle stanovené metodiky.

Závady

Některé z kol vozidla ovládané parkovací brzdou nedosáhne požadovaného účinku	(C)

Parkovací brzda - zdvih páky	209

Předepsané podmínky

1. Pojistné zařízení musí spolehlivě zajistit ovládací páku v pracovní poloze proti samovolnému uvolnění. Odjištění páky musí být snadné a rychlé.

2. Parkovací brzda běžného provedení musí začít působit v první polovině celkové délky zdvihu ovládací páky; maximální brzdný účinek musí být dosažen nejvýše ve 2/3 délky zdvihu. U parkovací brzdy rohatkové nahrazuje tuto podmínku příslušný předpis výrobce; zpravidla se uvádí, že maximální brzdný účinek se má dosáhnout 2,5 zdvihy ovládací páky.

3. Motorová vozidla kategorie M, N, a T musí být vybavena sdělovačem se světlem červené barvy signalizujícím uvedení parkovací brzdy do činnosti.

Poznámka: Podmínky v odst. 2 se nevztahují na pružinové parkovací brzdy. Ustanovení odstavce 3 se nevztahuje na vozidla jejichž technická způsobilost byla schválena před 1.1.1985.

Způsob kontroly

Při manipulaci s pákou parkovací brzdy se ověří, při jakém zdvihu začíná působit parkovací brzda a zda lze páku spolehlivé zajistit v kterékoli pracovní poloze.

Závady

1.	Ovládací páku parkovací brzdy nelze spolehlivě zajistit v pracovní poloze	(C)
2.	Ovládací páka parkovací brzdy má nadměrně velký mrtvý chod	(B)
3.	Parkovací brzda se nesnadno odjišťuje	(B)
4.	Chybí signalizace činnnosti brzdy, popřípadě sdělovač není funkční	(B)

Odlehčovací brzda - činnost	210

Předepsané podmínky

Při působení na ovládací orgán odlehčovací brzdy se její účinek musí projevit na tažném i přípojném vozidle.

Způsob kontroly

Činnost odlehčovací brzdy se ověří podle výrobcem stanovené metodiky.

Závady

Odlehčovací brzda zjevně neplní svoji funkci	(B)

Samočinná brzda přípojného vozidla	211

Předepsané podmínky

Brzdové soustavy přívěsů a návěsů průběžného a poloprůběžného typu musí být vybaveny zařízením, které zajišťuje jejich samočinné zastavení, jestliže by se za jízdy odpojily od tažného vozidla.

Způsob kontroly

Po zkoušce účinku provozních brzd přípojného vozidla (úkon č. 201) se uvede do činnosti samočinná brzda přípojného vozidla. U přetlakových vzduchových brzdných soustav se samočinná brzda uvádí do činnosti zpravidla rozpojením spojkových hlavic plnicí větve spojovacího potrubí. Stačí jen ověřit funkci příslušného převodu samočinné brzdy (např. podle pohybu klíčů brzd); jen v případě pochybností se ověří i účinek brzdy na válcové zkušebně.

Závady

Samočinná brzda přípojného vozidla neplní svoji funkci . .	(C)

Nájezdová brzda přívěsu - činnost	212

Předepsané podmínky

1. Nájezdovou brzdu mohou mít jen přípojná vozidla (O_1) a (O_2), tj. přívěsy s celkovou hmotnosti do 3,5 t.

2. Nájezdová brzda přívěsu musí plnit svou funkci.

Způsob kontroly

Kola přívěsu opatřeného nájezdovou brzdou se zezadu založí klíny a brzda se uvede do činnosti mírným couvnutím tažného vozidla; ověřuje se jen funkce převodu nájezdové brzdy (nezjišťuje se dosažené zbrzdění).

Závady

Nájezdová brzda přívěsu neplní svoji funkci	(C)

Převod provozní brzdy	213

Předepsané podmínky

1. Všechny díly převodu brzdy (od ovládacího orgánu ke kolům vozidla včetně) musí být navzájem bezpečně spojeny a zajištěny a nesmějí být zjevně poškozené.

2. V převodu provozní brzdy nesmějí být nadměrné vůle. Provozní vůle však musí být tam, kde to výrobce předepisuje.

Způsob kontroly

Na vozidle s mechanickou provozní brzdou (např. na motocyklu) se prohlídkou a přezkoušením ověří stav a činnost mechanického ovládacího ústrojí (převodu) této brzdy. U vozidel s jinými druhy provozních brzd se ověří stav mechanických částí převodu brzd (držáků čelistí kotoučových brzd, štítů brzd apod.). Stav brzdových hadic a potrubí, tvořících součást převodu brzd, se posuzuje podle úkonu č. 215, popř. podle úkonu č. 216.

Závady

1.	Některé díly převodu provozní brzdy jsou deformované nebo poškozené, popřípadě	(C)
2.	V převodu provozní brzdy jsou vůle, které však ještě neohrožují jeho funkci	(A)
3.	V převodu provozní brzdy jsou nadměrné vůle	(B)
4.	Kola vozidla trvale přibrzďují	(C)

Převod parkovací brzdy	214

Předepsané podmínky

1. Na jednotlivých dílech převodu parkovací brzdy (na pákách, táhlech, lanovodech, ocelových lanech apod.) nesmějí být viditelné deformace, praskliny nebo jiná poškození.

2. Všechny díly převodu parkovací brzdy musí být řádně upevněny, spojeny a zajištěny tak, aby byl zaručen spolehlivý přenos ovládací síly.

Způsob kontroly

Prohlídkou se ověří stav jednotlivých dílů převodu parkovací brzdy a vyzkouší se činnost převodu.

Závady

1.	Některé díly převodu parkovací brzdy jsou poškozené nebo silně narušené korozí	(B)
2.	Některé díly převodu nejsou řádně upevněny,spojeny nebo zajištěny	(B)
3.	Při brzdění nebo odbrzďování parkovací brzdou se projevuje váznutí (drhnutí) některých dílů, způsobené nečistotami, korozí nebo nedostatkem maziva	(A)
4.	Kola vozidla trvale přibrzďují	(C)

Brzdové hadice a potrubí	215

Předepsané podmínky

1. Potrubí nesmí být poškozené nebo zkorodované tak, že by mohlo dojít k jeho porušení. Hadice nesmí být poškozené, prodřené, pórovité tak, že by mohlo dojít k jejich porušení.

2. Potrubí a hadice musí být bezpečně připevněné a vedené tak, aby za jízdy nemohly být odírány jinými částmi vozidla.

3. Hadice nesmějí být vedeny v ohybech malého poloměru, nesmějí být v ohybech stlačené a při propérování ani při natáčení řízených kol se nesmějí dotýkat jiných částí vozidla.

4. Spojovací hadice k přípojnému vozidlu musí být opleteny měkkým pozinkovaným drátem nebo musí být provedeny ve dvou různobarevných vrstvách; připouští se i hadice z jednobarevných plastických materiálů.

Způsob kontroly

Prohlídkou se ověří stav brzdových hadic a potrubí.

Závady

1.	Potrubí nebo hadice jsou poškozené, avšak zatím těsní	(B)
2.	Potrubí nebo hadice nejsou na některém místě dostatečně upevněné nebo správně vedené; při jízdě se dostávají do styku s jinou částí vozidla	(B)
3.	U spojovací hadice k přípojnému vozidlu je porušena souvislost opletení nebo odkryta spodní vrstva	(B)

Poznámka: Netěsnosti hadic nebo potrubí se posuzují podle úkonu č. 216.

Těsnost brzdové soustavy	216

Předepsané podmínky

Z brzdové soustavy nesmí unikat kapalina nebo vzduch.

Způsob kontroly

Prohlídkou se ověří těsnost všech přístupných dílů, spojovacích hadic a potrubí brzdové soustavy. Těsnost se ověří i při sešlápnutém pedálu provozní brzdy.

Závady

1. Ze soustavy kapalinových brzd uniká brzdová kapalina	(C)
2. Z přetlakové vzduchové brzdové soustavy uniká vzduch; únik vzduchu (u vozidla s motorem v klidu) způsobí pokles tlaku v soustavě během 5 minut	
- větší než 50 kPa a menší než 300 kPa	(B)
- větší než 300 kPa	(C)

Klíče brzd - zdvih pák	217

Předepsané podmínky

1. Zdvih pák klíčů všech brzd musí být přibližně stejný a musí být v mezích stanovených výrobcem vozidla.

2. Na vozidle s přetlakovými vzduchovými brzdami, pro něž není k dispozici příslušný předpis výrobce, nesmí být zdvih páky klíče delší než 50 % možného zdvihu.

Způsob kontroly

Na vozidle s mechanickými nebo přetlakovými vzduchovými brzdami se prohlídkou ověří délky zdvihů pák klíčů brzd. Délkou zdvihu se rozumí vzdálenost mezi oběma krajními polohami osy čepu spojujícího páku klíče brzdy s brzdovým táhlem nebo s pístnicí brzdového válce, odpovídající odbrzděnému a zabrzděnému stavu. Délka zdvihu se ověřuje u všech kolových brzd; posuzuje se jen odhadem, měří se jen ve sporných případech. Zároveň se ověří, zdali se po odbrzdění páky klíčů brzd rychle vracejí do výchozí polohy.

Závady

1.	Zdvihy pák klíčů brzd na vozidle nejsou stejně dlouhé, avšak žádný nepřesahuje přípustnou mez	(A)
2.	Zdvih páky klíče některé brzdy přesahuje stanovenou mez	(B)
3.	Po odbrzdění se páka klíče některé brzy vrací do původní polohy pomalu	(B)

Brzdové válce	218

Předepsané podmínky

1. Tělesa brzdových válců nesmějí být mechanicky poškozená (deformovaná).

2. Brzdové válce musí být řádně upevněné, spojení mezi pístnicemi brzdových válců a pákami klíčů brzd musí být spolehlivě zajištěna.

3. Pryžové ochranné manžety (prachovky) nesmějí chybět nebo být poškozené.

Způsob kontroly

Na vozidle s přetlakovými vzduchovými brzdami se prohlídkou ověří stav všech brzdových válců.

Závady

1.	Těleso brzdového válce je poškozeno	(B)
2.	Brzdový válec je uvolněný	(B)
3.	Spojení mezi pístnicí a pákou klíče brzdy není dostatečně zajištěno, popřípadě jeho díly jsou poškozeny, nebo deformovány	(B)
4.	Pryžová ochranná manžeta chybí nebo je poškozena	(B)

Poznámka: Netěsnost brzdových válců se posuzuje podle úkonu č.216.

Brzdové obložení	219

Předepsané podmínky

Tloušťka brzdového obložení nesmí být menší než připouští výrobce vozidla.

Způsob kontroly

Stav brzdového obložení se ověřuje prohlídkou jen u vozidla, u něhož je to možné bezdemontážním způsobem (např. kontrolními otvory ve štítech bubnových brzd).

Závady

Tloušťka brzdového obložení některé kolové brzdy je menší než minimálně přípustná	(B)

Kotouče, bubny brzd	220

Předepsané podmínky

1. Činné plochy kotoučů brzd a brzdových bubnů mají být hladké, nepopraskané, nesmějí mít nadměrně hluboké rýhy.

2. Tloušťka kotouče brzdy nesmí být menší než připouští výrobce vozidla.

3. Ovalita bubnů brzd, nebo nerovnoměrná tloušťka brzdových kotoučů nesmí při zkoušce na válcové zkušebně způsobovat neúměrné kolísání brzdné síly v průběhu 1 otáčky kola.

Způsob kontroly

Kontroluje se vizuálně, pokud je to možné. Na ovalitu nebo jiné nerovnosti činných ploch se usuzuje dle schválené metodiky z výsledku zkoušky brzd na válcové zkušebně (úkon č. 201).

Závady

1.	Kotouč, buben některé brzdy je nadměrně zeslabený (nebo je nadměrně popraskán či vydřen)	(C)
2.	Buben některé brzdy má nadměrnou ovalitu	(B)

Spojkové hlavice	221

Předepsané podmínky

1. Pro spojování hadic musí být použity jen schválené spojkové hlavice.

2. U přívěsové soupravy musí být spojkové hlavice pevně namontovány na tažném vozidle; pružné spojovací hadice s příslušnou spojkovou hlavicí (protikusem) musí být namontovány trvale na přívěsu.

3. U návěsové soupravy musí být spojkové hlavice pevně namontovány na návěsu; pružné hadice s příslušnými spojkovými hlavicemi musí být na tažném vozidle.

Způsob kontroly

Na vozidle s přetlakovými vzduchovými brzdami se prohlídkou ověří stav a umístění spojkových hlavic pro spojení brzdových soustav tažného a přípojného vozidla.

Závady

1.	Na vozidle je použitá jiná spojková hlavice než schválená	(A)
2.	Spojkové hlavice, pružné spojovací hadice	(A)
3.	Spojková hlavice je netěsná	(B)

Kontrolní přípojky	222

Předepsané podmínky

Přetlakové vzduchové brzdové soustavy musí být opatřeny přípojkami pro kontrolní měření tlaku v soustavě. Přípojky musí být u nejvzdálenějších válců (nebo v rozvětvení potrubí na nápravě) každého z brzdových okruhů, dále u dalších náprav opatřených zátěžovou regulací a u těch vzduchojemů, z nichž se odebírá vzduch pro brzdění.

Způsob kontroly

Kontrolní přípojky se využívají při zkouškách účinku přetlakových vzduchových brzd (podle úkonu č. 201, 203); přitom se ověří, je-li jimi vozidlo vybaveno.

Závady

1.	Vozidlo není vybaveno kontrolními přípojkami, přestože s nimi bylo schváleno	(B)
2.	Na vozidle vybaveném kontrolními přípojkami není některá schopna funkce, chybí, nebo je netěsná	(B)

Brzdová kapalina - stav	223

Předepsané podmínky

1. V brzdové kapalině nesmějí být viditelné mechanické nečistoty ani sraženiny, vzniklé nevhodným smísením dvou brzdových kapalin rozdílných vlastností.

2. Brzdová kapalina musí mít teplotu varu nejméně 155 °C.

3. Množství brzdové kapaliny v nádržce musí být dle předpisu výrobce.

Způsob kontroly

Na vozidle s kapalinovými brzdami se ověřuje speciálním přístrojem teplota varu brzdové kapaliny; přitom se postupuje podle stanovené metodiky. Vzorek kapaliny se odebírá z vyrovnávací (zásobní) nádržky. Prohlídkou vzorku se zároveň ověří, nejsou-li v kapalině mechanické nečistoty.

Závady

1.	V brzdové kapalině jsou mechanické nečistoty	(B)
2.	Teplota varu brzdové kapaliny je	
	- v mezích 140 °C až 155 °C	(A)
	- nižší než 140 °C	(B)
3.	Nedostatečné množství brzdové kapaliny	(B)
4.	Chybí uzávěr nádobky brzdové kapaliny	(B)

Poznámka: Netěsnost brzdové soustavy se posuzuje podle úkonu č. 216. Bod varu brzdové kapaliny se zatím nekontroluje.

Tlak vzduchu - provozní, ovládací, brzdový	224

Předepsané podmínky

U vozidel používajících tlakového vzduchu k ovládání provozní brzdy (strojní i polostrojní brzdy) musí:

1. Provozní tlak vzduchu v brzdové soustavě dosáhnout výrobcem předepsaných hodnot.

2. Brzdové tlaky jednotlivých brzdových okruhů provozní i odlehčovací brzdy musí dosahovat výrobcem předepsaných hodnot.

3. Tlak vzduchu ve spojkových hlavicích tažného vozidla musí dosahovat u:

a) jednohadicového převodu brzdy

- provozního tlaku vzduchu, není-li v činnosti provozní brzda;

- nulového přetlaku při plném zdvihu ovládacího orgánu brzdy;

b) dvouhadicového převodu brzdy

- u plnicí větve 0,65 až 0,80 MPa,

- u ovládací větve 0,6 až 0,75 MPa při plném zdvihu ovládacího orgánu brzdy.

4. Tlak vzduchu ve spojkové hlavici ovládací větve spojovacího potrubí musí být odstupňovatelný. (Vysvětlení pojmu viz úkon č. 205).

Způsob kontroly

Hodnoty tlaku vzduchu na kontrolních místech vzduchové přetlakové soustavy vozidla nebo na spojkových hlavicích se kontrolují tlakoměry.

Závady

1.	Provozní tlak vzduchu:	
	- je mimo předepsané meze, odchylka však nepřekračuje 15 % jmenovitého tlaku	(A)
	- se odchyluje od jmenovité hodnoty o více jak 15 %	(B)
2.	Brzdový tlak jednoho nebo více brzdových okruhů:	
	- je mimo předepsané meze, odchylka však nepřekračuje 20 % jmenovité hodnoty	(A)
	- se odchyluje od jmenovité hodnoty o více jak 20 %	(B)
3.	Tlak vzduchu ve spojkové hlavici plnicí větve nedosahuje předepsané hodnoty	(B)
4.	Brzdič přívěsu u jednohadicového ovládání brzd přívěsu neumožňuje při plném sešlápnutí pedálu provozní brzdy pokles tlaku ve spojkové hlavici pod 0,03 MPa	(B)
5.	Tlak ve spojkové hlavici ovládací větve spojovacího potrubí není odstupňovatelný	(B)

Poznámka: Není-li vozidlo vybaveno kontrolními přípojkami, hodnoty tlaku se nekontrolují.

Protiblokovací systémy (ABS)	225

Předepsané podmínky

1. Je-li vozidlo vybaveno protiblokovacím systémem, musí být systém funkční.

2. Signalizace správné činnosti protiblokovacího systému musí být funkční.

Způsob kontroly

Vizuální kontrolou se ověří funkce výstražné signalizace a mechanický stav snímačů.

Závady

1.	Výstražná signalizace protiblokovacího systému je vadná	(B)
2.	Výstražná signalizace protiblokovacího systému signalizuje závadu v systému	(B)
3.	Snímací zařízení jsou mechanicky poškozená	(B)

Zátěžové regulátory a omezovače tlaku v brzdových soustavách	226

Předepsané podmínky

1. Je-li vozidlo vybaveno regulačními prvky tlaku v brzdové soustavě, musí být tyto prvky funkční.

2. Všechny spoje musí být řádně upevněné a zajištěné.

3. Regulační prvky musí být seřízené dle předpisu výrobce

Způsob kontroly

Vizuální kontrolou se ověří mechanický stav. S využitím válcové zkušebny brzd se ověří funkce regulačních prvků.

Závady

1.	Zátěžový regulátor nebo omezovač tlaku chybí	(B)
2 .	Zátěžový regulátor je nesprávně seřízen	(B)
3 .	Mechanizmus je zadřený, nefunguje nebo není kompletní	(B)