

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

MILAN KOTÍK



Brzdové systémy motorových vozidel
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Adam Polcar, Ph.D.

Vypracoval:
Milan Kotík

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Milan Kotík**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Provoz techniky
Název tématu: **Brzdové systémy motorových vozidel**
Rozsah práce: 30 – 40

Zásady pro vypracování:

1. Konstrukce brzdového ústrojí
2. Rozdělení brzdových systémů u silničních motorových vozidel
3. Požadavky kladené na brzdovou soustavu.
4. Kontrola brzd v STK.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Brzdové systémy motorových vozidel** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne.....

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Touhle cestou bych rád poděkoval Ing. Adamu Polcarovi, Ph.D. za odborné vedení
mojí bakalářské práce, cenné rady a čas, který mi během zpracování práce věnoval.

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje konstrukci brzdových soustav a části, ze kterých se skládají. Vysvětlují princip fungování kotoučových a bubnových brzd. Podrobněji se věnuje popisu kapalinových brzd a vzduchotlakých brzd. Další část se zabývá popisem základních elektronických částí brzd, které se v dnešní době používají. Na závěr je popsána kontrola brzdových systému na stanici technické kontroly.

Klíčová slova: brzda, kapalinové brzdy, vzduchotlaké brzdy, kontrola brzd na STK

Abstract

Bachelor thesis describes the construction of brake systems, and pieces they are build from. Explains the operating principle of disc and drum brakes. Describes in more detail brake fluid, and compressed air brake systems. Next part describes the basic electronic parts of the brakes, which are in use today. In the end of this thesis the inspection of brake systems done during the STK test is described.

Keywords: brake, brake fluid, compressed air brakes, STK test

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	10
3 ROZDĚLENÍ BRZD	11
3.1 Rozdělení brzdových soustav podle účelu použití.....	11
3.1.1 Provozní brzdová soustava	11
3.1.2 Nouzové brzdová soustava	11
3.1.3 Parkovací brzdová soustava.....	11
3.1.4 Zpomalovací brzdová soustava.....	11
3.1.4.1 Výfukové brzdy	11
3.1.4.2 Motorové brzdy.....	12
3.1.4.3 Elektromagnetické vířivé brzdy.....	12
3.1.4.4 Hydrodynamické brzdy.....	12
3.2 Rozdělení brzdových soustav podle zdroje energie.....	13
3.2.1 Přímočinná brzdová soustava	13
3.2.2 Brzdová soustava s posilovačem	13
3.2.3 Nepřímočinná brzdová soustava.....	14
3.3 Rozdělení brzdových soustav podle třecí síly.....	14
3.3.1 Bubnové brzdy.....	14
3.3.1.1 Brzda jednonáběžná – Simplex.....	15
3.3.1.2 Brzda dvounáběžná – Duplex	15
3.3.1.3 Brzda obousměrná dvounáběžná – Duo-duplex	16
3.3.1.4 Brzda se spřaženými čelistmi – Servo	16
3.3.1.5 Brzda obousměrná dvounáběžná se spřaženými čelistmi – Duo-servo..	16
3.3.1.6 Brzdové čelisti	17
3.3.1.7 Brzdové bubny	17
3.3.2 Kotoučové brzdy.....	18
3.3.2.1 Kotoučová brzda s pevným třmenem	19

3.3.2.2 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem	20
3.3.2.3 Brzdové destičky.....	21
3.3.2.4 Brzdové kotouče	22
4 PŘÍMOČINNÁ BRZDOVÁ SOUSTAVA	22
4.1 Kapalinové brzdy a jejich funkční části.....	22
4.1.1 Hlavní brzdový válec	24
4.1.2 Posilovač brzd.....	25
4.1.2.1 Podtlakový posilovač brzd.....	25
4.1.2.2 Hydraulický posilovač brzd	25
4.1.2.3 Pneumatický posilovač brzd	26
4.2 Uspořádání brzdových okruhů.....	26
4.2.1 Uspořádání „přední/zadní“ („II“).....	26
4.4.2 Uspořádání „diagonální“ („X“)	27
4.4.3 Uspořádání „trojúhelníkové“ („LL“).....	27
4.4.4 Uspořádání „čtyři-dva“ („HI“).....	28
4.4.5 Uspořádání „čtyři-čtyři“ („HH“)	28
5 NEPŘÍMOČINNÁ BRZDOVÁ SOUSTAVA	29
5.1 Vzduchotlaková brzdová soustava.....	29
5.1.1 Brzdění přívěsu	31
5.1.2 Hlavní části vzduchotlaké soustavy	32
5.2 Vzduchokapalinová brzdová soustava.....	33
6 ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY BRZD.....	34
6.1 Protiblokovací systém ABS	34
6.2 Brzdový asistent BAS	34
6.3 Protiprokluzové zařízení ASR a stabilizační zařízení ESP.....	35
7 ZÁKONNÉ PŘEDPISY A POŽADAVKY	35
8 STANICE TECHNICKÉ KONTROLY	36

8.1 Kontrola brzdové soustavy	36
8.1.1 Provozní brzda - účinek	37
8.1.2 Provozní brzda – souměrnost působení	38
8.1.3 Posilovač brzd – činnost	38
8.1.4 Parkovací brzda – účinek	39
8.1.5 Brzdové hadice, potrubí a těsnost	39
8.1.6 Brzdové obložení, kotouče a bubny brzd.....	39
8.1.7 Brzdová kapalina – stav	39
ZÁVĚR	40
POUŽITÁ LITERATURA	42
SEZNAM OBRÁZKŮ	44

1 ÚVOD

Brzdový systém patří mezi důležitější systémy, který se na vozidle vyskytuje. Slouží k regulaci rychlosti vozidla a podílí se tak přímo na bezpečnosti jeho provozu. Snižování rychlosti funguje na různých principech, nejčastěji se využívá třecí síly. Pohybující se vozidlo má určitou pohybovou energii, která se důsledkem brzdění mění na teplo odvádějící se do okolí. Brzdný účinek je závislý na síle působení a rameni. Vyšší brzdný účinek vytvoříme větším průměrem nebo zvýšením brzdné síly. Jak již bylo zmíněno, brzdový systém nám slouží ke zpomalení nebo úplnému zastavení vozidla a zajištění vozidla ve svahu. Tento prvek aktivní bezpečnosti musí zajistit, aby vozidlo zastavilo za každé provozní situace. Při brzdění je vozidlo více zatíženo na přední část, proto se intenzivněji brzdí přední kola. Brzdná dráha je závislá na rychlosti jízdy a součiniteli přilnavosti pneumatik k vozovce. Aby bylo zajištěno využití největšího potenciálu brzdné soustavy, začaly se postupně objevovat elektronické systémy, které slouží např. pro zkrácení brzdné dráhy v kritických situacích, k lepšímu udržení vozidla v přímém směru jízdy. Jedním z těchto systémů je ABS, který byl prvním elektronickým systémem a zásadně zlepšil jízdní vlastnosti vozidel. Dalším systémem je ASR napomáhající řidiči při rozjezdu nebo ESP, který pomáhá řidiči předcházet vzniku dopravní nehody.

Historický vývoj brzd se datuje na konec 19. století. Prvními používanými brzdy byly brzdy pásové. Ve srovnání s brzdami čelistovými, dosahovaly pásové brzdy lepší účinnosti. Na začátku 20. století byla představena nová konstrukce bubnové brzdy s vnitřními čelistmi, která měla vyšší životnost a lepší ochranu proti nečistotám než pásová brzda. S postupným vývojem brzdových soustav se začaly objevovat brzdy kotoučové, které měly brzdné segmenty vyrobeny z azbestu. Přednost této brzdy spočívala v lepším odvodu tepla a tím i vyšší účinnosti brzdného účinku. Postupem času došlo k lepšímu zapouzdření proti vodě a prachu. Na konci 70. let minulého století byla kotoučová brzda představena automobilkou Tatra v modelu 603. V současnosti patří kotoučová brzda mezi nejrozšířenější. (Vaněk 2010; Svět motorů 2007)

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je popsat brzdové systémy motorových vozidel a jejich jednotlivé konstrukční prvky. Práce se rovněž věnuje požadavkům a kontrole brzdných soustav na stanicích technické kontroly.

3 ROZDĚLENÍ BRZD

Brzdy rozdělujeme podle různých hledisek, které jsou popsány v následujících bodech.

3.1 Rozdělení brzdových soustav podle účelu použití

3.1.1 Provozní brzdová soustava

Provozní brzdy slouží ke zpomalení, úplnému zastavení nebo k udržování konstantní rychlosti při jízdě z kopce. Brzdný účinek je přenášen na všechna kola a je ovládán nožním pedálem.

3.1.2 Nouzové brzdová soustava

Nouzová brzda je důležitá v celé brzdové soustavě. Jejím účelem je nahradit provozní brzdu při částečném nebo úplném selhání provozní brzdy. V dnešní době se používají nejméně dvouokruhové soustavy brzd v důsledku vyšší bezpečnosti.

3.1.3 Parkovací brzdová soustava

Úkolem parkovací brzdy je udržet vozidlo v klidu na vozovce a to i bez přítomnosti řidiče. Z bezpečnostního hlediska mají mechanické propojení mezi brzdou kola a ovládacím prvkem. Ovládána bývá nejčastěji ruční pákou nebo táhlem a ve výjimečných případech pedálem parkovací brzdy. Působí pouze na kola jedné nápravy.

3.1.4 Zpomalovací brzdová soustava

Používá se u nákladních vozidel a autobusů, nejčastěji při sjíždění dlouhých svahů. Snižuje rychlost vozidla podle potřeby, aniž se použije brzda provozní, nouzová nebo parkovací. Je nazývána též jako odlehčovací retardér a neslouží k úplnému zastavení vozidla. (Ždánský a kol. 2007)

3.1.4.1 Výfukové brzdy

Při přerušení dodávky paliva je motor poháněn vozidlem a působí jako brzda, zejména při vysokých otáčkách. Z tohoto důvodu by se mělo každé klesání sjíždět se zařazeným rychlostním stupněm. Brzdný účinek se může zvýšit utěsněním výfukového potrubí. K tomuto účelu se nejčastěji používá ploché šoupátko nebo klapka umístěná ve výfukovém potrubí v blízkosti motoru. U vznětových motorů je nutno současně přerušit i dodávku paliva s uzavřením výfukového potrubí.

3.1.4.2 Motorové brzdy

Používá se u vznětových motorů. Motorové brzdy (viz obr. 1) jsou založeny na principu odpouštění motorem stlačeného vzduchu při kompresním zdvihu do uzavřeného nebo otevřeného výfukového potrubí.



Obr. 1 Motorová brzda (Zdroj: Ždánský a kol. 2007)

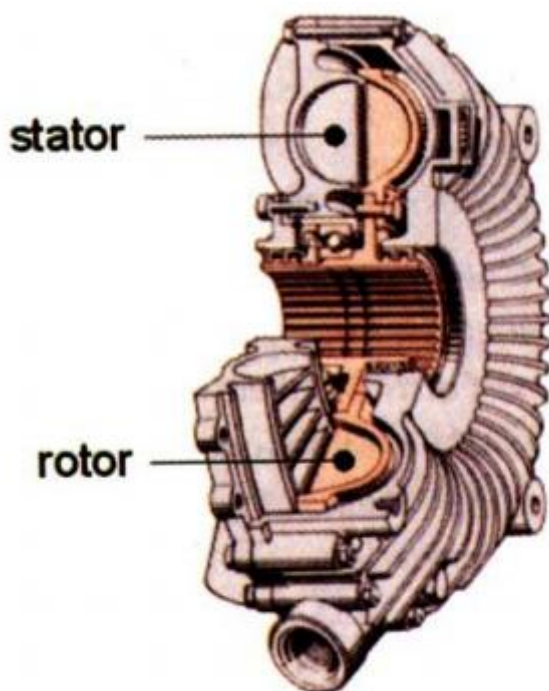
3.1.4.3 Elektromagnetické vířivé brzdy

Brzdný účinek závisí na otáčkách kotouče a intenzitě magnetického pole. Dva kotouče z magneticky měkkého materiálu se otáčejí v elektromagnetickém poli, vytvářeném cívkami, které jsou pravidelně rozmístěny na statoru mezi kotouči. Brzdný účinek se reguluje změnou velikosti elektrického proudu. Bývají umístěny na spojovacím kloubovém hřídeli a jsou ovládány páčkou na přístrojové desce. Mezi výhody patří snadná regulovatelnost a vysoký brzdný účinek. Mezi nevýhody patří vysoká cena, velká hmotnost a silné zahřívání při dlouhotrvajícím brzdění. (Gscheidle a kol. 2007; Ždánský a kol. 2007)

3.1.4.4 Hydrodynamické brzdy

Brzdná energie se přeměňuje na teplo třením v kapalině v uzavřeném prostoru. Je tvořena dvěma lopatkovými koly. Statorové kolo je pevně spojeno se skříní brzdy, rotorové kolo se otáčí. Kapalina je rotorem urychlována a vrhána na lopatky statoru, kde

je brzděna. Lopatky kol jsou skloněny o 45° proti rovině procházejícím hřídelem a stojí vzájemně proti sobě. Regulování brzdného účinku se provádí změnou tlaku kapaliny v rotoru čerpadlem a regulačními ventily. Řidič si velikost brzdného účinku nastavuje pákou na přístrojové desce. Hydrodynamické brzdy (viz obr. 2) bývají umístěny na spojovacím hřídeli vozidla nebo přímo v převodovce. (Ždánský a kol. 2009)



Obr. 2 Hydrodynamická brzda (Zdroj: Ždánský a kol. 2007)

3.2 Rozdělení brzdových soustav podle zdroje energie

3.2.1 Přímočinná brzdová soustava

Brzdnou sílu vytváří řidič silou vyvinutou na pedál. Tahle síla je dále přenášena mechanickým nebo hydraulickým převodem na kola vozidla.

3.2.2 Brzdová soustava s posilovačem

V případě nedostačující síly řidiče, může být posílena pomocí podtlakového nebo hydraulického posilovače. Posilovač je konstruován tak, že při jeho případné poruše zůstane brzdová soustava v činnosti a ovládací síla na brzdový pedál nesmí přesáhnout 800 N.

3.2.3 Nepřímá brzdová soustava

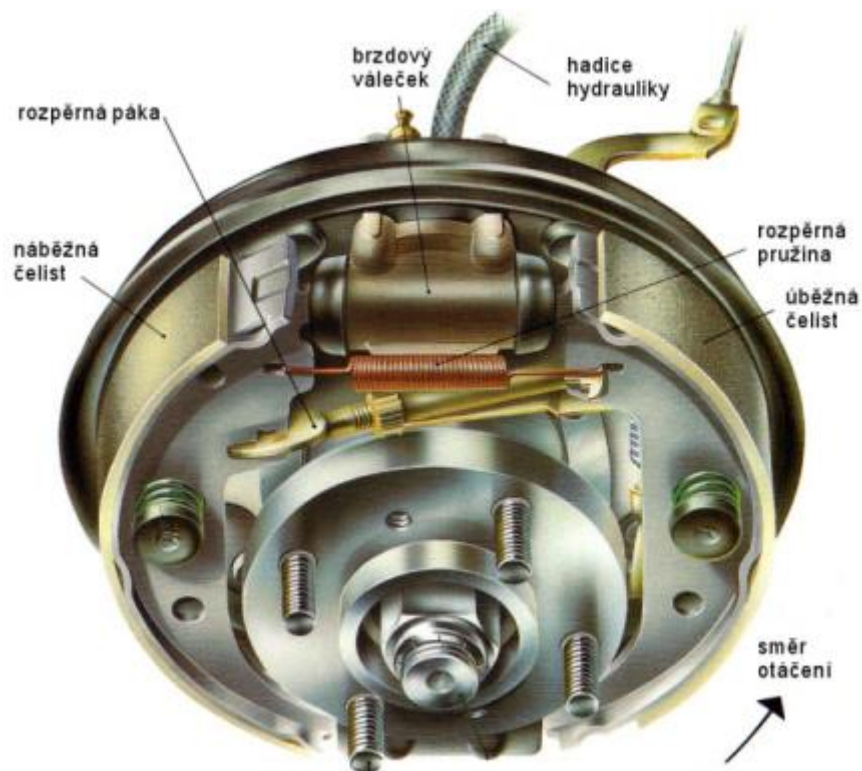
Také se nazývá jako strojní brzdová soustava. Brzdňý účinek je tvořen jiným zdrojem energie, obvykle tlakem vzduchu, který je dodáván jedním nebo několika ústrojími pro dodávku energie. Řidič změnu energie pouze ovládá. (Bosch 2015)

3.3 Rozdělení brzdových soustav podle třecí síly

V současné době se u silničních vozidel používají k provoznímu brzdění brzdy třecí, ve kterých vzniká brzdňý moment třením mezi otáčející a pevnou částí. Pohybová energie vozidla se mění v teplo. Umístění brzdy je nejčastěji v kole a otáčející se část brzdy je spojena s nábojem kola; jedná se o tzv. kolovou brzdu. Ke snížení hmotnosti neodpružených částí se někdy používá u hnacích náprav umístění brzdy na skříň rozvodovky. K brzdění vozidel používáme třecí brzdy kotoučové a bubnové. U některých nákladních automobilů tzv. brzdu převodovou, která je umístěna v převodném ústrojí a slouží pro parkovací účely. Pásové se brzdy se používají v automatických převodovkách nebo u pásových vozidel k brzdění pásů při zatáčení.

3.3.1 Bubnové brzdy

Bubnové brzdy (viz obr. 3) používané u silničních vozidel jsou brzdy třecí s vnitřními brzdovými čelistmi. Mezi nejdůležitější části patří brzdové čelisti, brzdový buben, rozpěrné zařízení, vratné pružiny a štít brzdy. Může být doplněna mechanickým rozpínacím systémem parkovací brzdy a automatickým stavěčem brzdových čelistí. Při sešlápnutí brzdového pedálu jsou brzdové čelisti přitlačovány rozpěrným ústrojím na vnitřní plochu brzdového bubnu, vzniká tření a tím se vytváří brzdňá síla. U provozních brzd bývá přitlačňá síla vytvořena hydraulicky kolovým brzdovým válečkem a u parkovacích brzd mechanicky rozpěrnou pákou nebo brzdovým klíčem. (Vlk 2006)



Obr. 3 Bubnové brzdy (Zdroj: Gscheidle a kol. 2007)

3.3.1.1 Brzda jednonáběžná – Simplex

Jedná se o nejjednodušší typ bubnové brzdy, která je tvořena náběžnou a úběžnou čelistí. Pro přitlačování obou čelistí k bubnu kola slouží společné rozpěrné zařízení. Každá čelist má svůj vlastní otočný čep nebo opěrnou plochu. Brzda má stejnosměrný, ale malý samoposilovací účinek. Opotřebením brzdového obložení bývá nerovnoměrné. Brzdny účinek je stejný a to i při jízdě vpřed i vzad. Prakticky celá brzda je umístěna uvnitř bubnu a je chráněna proti nečistotám. Brzda jednonáběžná (viz obr. 4) se může používat i jako parkovací brzda. Mezi výhody patří velká životnost brzdového obložení. Naopak při zahřátí nastává pokles brzdny účinku.

3.3.1.2 Brzda dvounáběžná – Duplex

Při jízdě vpřed má obě čelisti náběžné a dosahuje se tak vysokého využití samočinného zesilování brzdny účinku. K tomuto je potřeba pro každou čelist vlastní rozpěrné zařízení. Nejčastěji se používají dva jednopístkové brzdny válečky, které jednu brzdny čelist přitlačují a pro druhou slouží jako opěra.

Při opačném směru otáčení, tedy při couvání, se obě čelisti stávají úběžnými. Tato konstrukce je složitá.

(Gscheidle a kol. 2007; Horejš a kol. 2008; Ždánský a kol. 2009)

3.3.1.3 Brzda obousměrná dvounáběžná – Duo-duplex

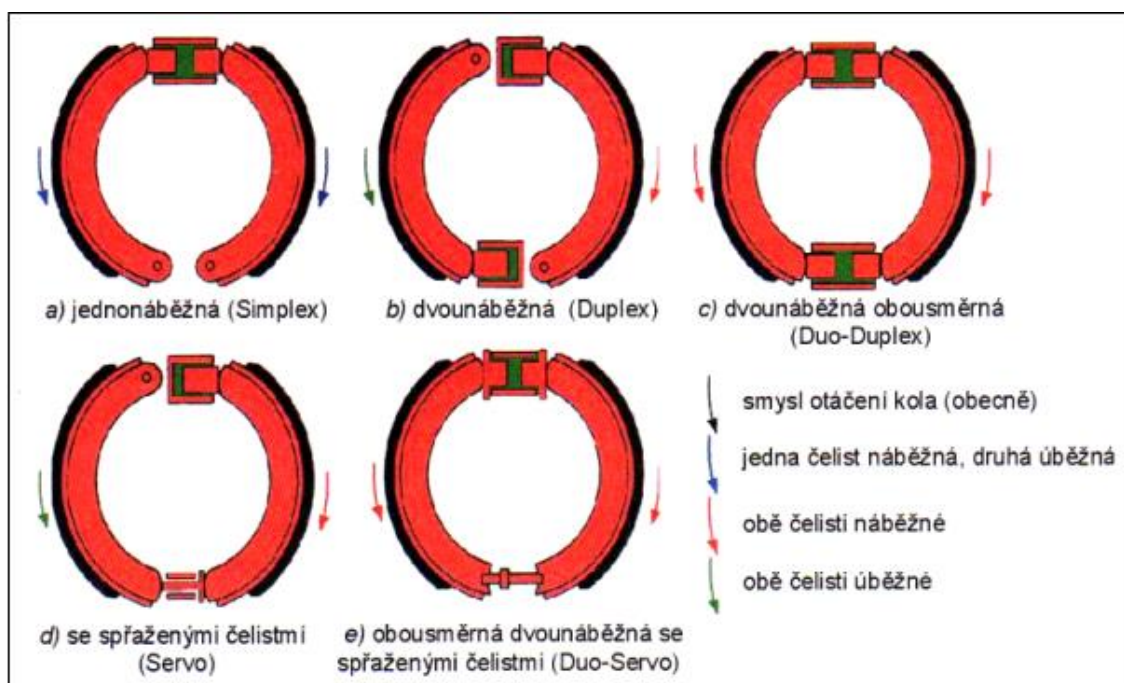
Konstrukčně je podobná jako dvounáběžná brzda (viz obr. 4), je však vybavena dvěma obousměrně působícími brzdovými válci kola. Brzdný účinek je v obou směrech jízdy stejný.

3.3.1.4 Brzda se spřaženými čelistmi – Servo

Čelisti jsou skloubeny tak, že na sebe působí navzájem. Při jízdě vpřed působí čelisti jako náběžné a při jízdě vzad jako úběžné.

3.3.1.5 Brzda obousměrná dvounáběžná se spřaženými čelistmi – Duo-servo

Čelisti pracují v obou směrech otáčení bubnu jako náběžné a jsou spojeny opěrkou. Při jízdě vpřed i vzad je brzdný účinek stejný a vyžaduje malou ovládací sílu. Nečistoty a vlhkost působí velmi nepříznivě na účinnost brzdy. Využívá se často k parkování a rozpěrné zařízení využívá brzdový klíč ovládaný lankem.



Obr. 4 Druhy bubnových brzd (Zdroj: Ždánský a kol. 2007)

3.3.1.6 Brzdové čelisti

Brzdové destičky (viz obr. 5) se vyrábějí z ocelového plechu nebo jako odlitky ze slitin lehkých kovů a mají profil písmene T. Na jednom konci mají většinou opěrnou plochu pro výřez brzdového válečku, druhý konec bývá otočně uložen na čepu nebo se opírá oválnou plochou o pevnou opěrku. Druhý případ uložení čelistí je lepší, protože se čelisti v bubnu dokážou samy vystředit a opotřebení brzdového obložení je rovnoměrnější.



Obr. 5 Brzdové čelisti

(Zdroj: http://www.starline-parts.com/data/pictures_items/AK-brzd-celisti-06.jpg)

3.3.1.7 Brzdové bubny

Brzdové bubny (viz obr. 6) musí mít vysokou odolnost proti otěru, stálost rozměrů a tvaru. Materiál musí dobře odvádět teplo. Brzdové bubny bývají vyrobeny z temperované nebo šedé litiny, ocelolitiny nebo slitiny lehkých kovů. U bubnu nesmějí vznikat vibrace a nesmí mít ani radiální nebo axiální házivost. (Brzdy 2011)



Obr. 6 Brzdový buben

(Zdroj: <http://www.starline-parts.com/brzdova-soustava/brzdove-celisti-a-brzdove-bubny>)

3.3.2 Kotoučové brzdy

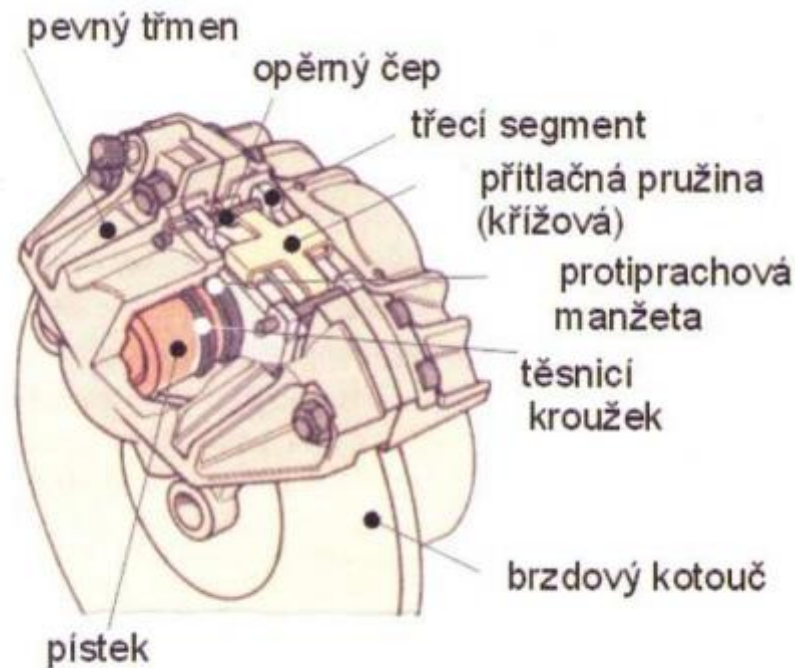
Kotoučovou brzdou tvoří brzdový kotouč (viz obr. 7) pevně spojený s nábojem kola, brzdový třmen s hydraulickými válečky, brzdové destičky a zařízení zabráňující vypadnutí brzdových destiček z třmenu. Třením brzdových destiček o kotouč dochází k vytvoření brzdového účinku. Vůle mezi obložením a kotoučem je menší než u bubnových brzd. Tato vůle je seřizena automaticky. Brzda má velmi dobrou stabilitu brzdového účinku, protože i při dlouhodobém brzdění je málo citlivá na změnu součinitele tření. Brzdové obložení se rychleji opotřebovává, ale jeho kontrola a i následná výměna je jednoduchá. Vlivem odstředivých sil vzniká dobrý samočistící účinek. Brzdy nemají samoposilující účinek, proto průměr brzdových válečků je větší než u bubnových brzd. Vzniká nebezpečí vytváření parních bublin v brzdové kapalině, protože pístky působí přímo na obložení. V případě nevybavení brzdy mechanickým rozpínáním ji nelze použít jako brzdou parkovací. (Šles 2013; Brzdy 2011)



Obr. 7 Brzdový kotouč (Zdroj: <http://www.brzdybrembo.cz/>)

3.3.2.1 Kotoučová brzda s pevným třmenem

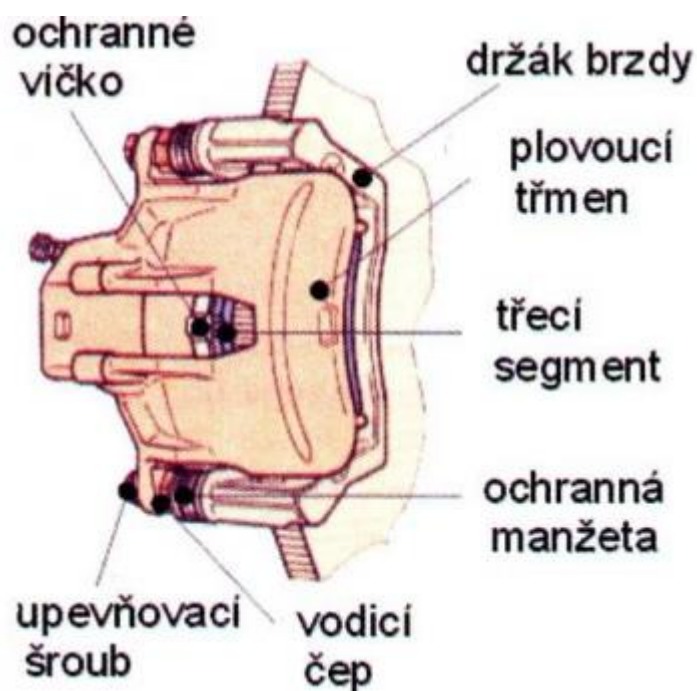
Kotoučová brzda s pevným třmenem (viz obr. 8) může být v provedení dvoupístková nebo čtyřpístková. Pevný nosník brzdy (třmen) obklopuje brzdový kotouč. Třmen je složen z přírubové skříně, které jsou vzájemně spojeny šrouby. Dvoupístková brzda obsahuje jednu a čtyřpístková dvě dutiny, které tvoří brzdový váleček. V brzdovém válečku jsou umístěny brzdové pístky s protiprachovými manžetami, těsníci a svěracími kroužky. Na horní části třmenu se nachází odvzdušňovací šroub. Při sešlápnutí brzdového pedálu tlačí brzdová kapalina pístky brzdových válečků proti brzdovému obložení a to je přitlačováno oboustranně na brzdový kotouč.



Obr. 8 Kotoučová brzda s pevným třmenem (Zdroj: Ždánský a kol. 2007)

3.3.2.2 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem

Kotoučová brzda s plovoucím třmenem má pístek (viz obr. 9) umístěn pouze na jedné straně a díky tomu se snižuje možnost vzniku parních bublin v brzdové kapalině při dlouhodobějším brzdění. Držák brzdy je pevně spojen s některou částí zavěšení kola a jsou v něm zašroubovány dva vodící čepy. V třmenu brzdy jsou dvě válcové dutiny, které obsahují teflonová vodící pouzdra. Třmen je posuvně uložen na vodících čepích držáku brzdy. Mezi nevýhody patří nebezpečí zadření posuvné části třmene v držáku a v jeho důsledku snížení brzdného účinku. (Ždánský a kol. 2009)

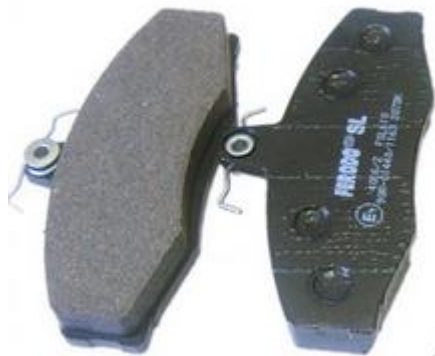


Obr. 9 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem (Zdroj: Ždánský a kol. 2007)

3.3.2.3 Brzdové destičky

Brzdové destičky (viz obr. 10) jsou tvořeny brzdovým obložením přilepeným na kovové pláty. U organických brzdových obložení se používají vláknité nebo práškové materiály kovových, minerálních, keramických nebo organických látek, které jsou vázány kaučukem nebo syntetickou pryskyřicí. Dříve se používal azbest, ale protože má karcinogenní vlastnosti, tak od něj bylo upuštěno.

V současné době je již většina brzdových destiček vybavena automatickou kontrolou tloušťky brzdového obložení. V třecím segmentu je umístěna kontaktní smyčka, která se po nadměrném opotřebení přeručí a vyvolá rozsvícení kontrolky na přístrojové desce a vydá zvukový signál.



Obr. 10 Brzdové destičky (Zdroj: <http://aa.bosch.cz/download/Brzdove-systemy/produktove-informace.pdf>)

3.3.2.4 Brzdové kotouče

Brzdové kotouče jsou pomocí šroubů přichyceny k náboji kola. Dříve byly používané ploché kotouče, které zahřívaly ložiska, snadněji se bortily a neměly vnitřní chlazení. Ploché kotouče byly nahrazeny kotouči s hrncovitým tvarem, které předchozí nedostatky odstranily. Kotouče se vyrábějí z temperované litiny nebo ocelolitiny. U závodních vozidel bývají také z vícevrstvého materiálu zesílenými keramicko-uhlíkovými vlákny. (Vlk 2006)

4 PŘÍMOČINNÁ BRZDOVÁ SOUSTAVA

Dnes se používá téměř u všech druhů osobních automobilů. U těchto brzdových soustav působí jen svalová síla řidiče. Podle druhu použitého převodu se tyto brzdy dále dělí na mechanické a kapalinové. Vyššího účinku může být dosaženo pomocí posilovače.

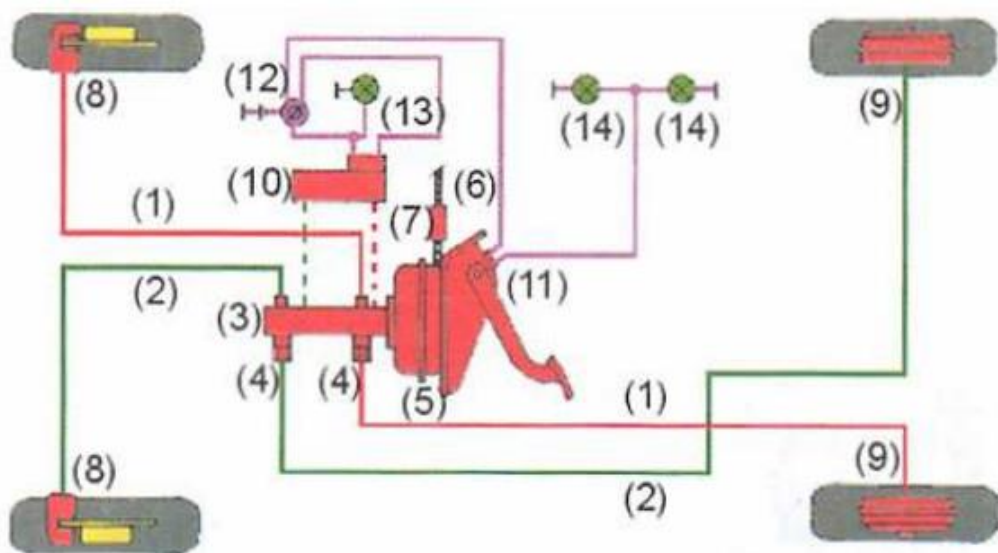
4.1 Kapalinové brzdy a jejich funkční části

Kapalinové brzdy se nejčastěji používají u osobních automobilů. Činnost hydraulické brzdové soustavy je založena na využití Pascalova zákona. Tlak kapaliny je vytvořen brzdovým pedálem, který působí silou na píst v hlavním brzdovém válci. Kapalina přenáší tlakovou sílu na písty v brzdových kolových válečkách, přičemž obvykle vytváří i příslušný převod. Kapalinová brzdová soustava je tvořena brzdovým pedálem, hlavním brzdovým válcem, brzdovým potrubím, brzdovými hadičkami, kolovými brzdovými válečky a vlastními kolovými brzdami.

Jak již bylo zmíněno, pro přenos tlakové energie se používá brzdová kapalina. Mezi nejdůležitější požadavky na brzdovou kapalinu patří nízká stlačitelnost, vysoký bod varu, nízký bod tuhnutí, odolnost proti stárnutí, nízkou a konstantní viskozitu a také mísitelnost s ostatními brzdovými kapalinami. Musí být chemicky neutrální a nepůsobit korozivně na kovové i pryžové části brzdového systému.

Brzdové kapaliny bývají obvykle vyrobeny na bázi alkoholu, nejčastěji je to glykol a glykoléterové směsi se speciálními přísadami. V mnoha případech i překračují minimální požadavky, které jsou na ně kladeny. Kvůli svým hydroskopickým vlastnostem pohlcují vzdušnou vlhkost. Vlhkost se do brzdové kapaliny dostává odvzdušňovacími otvory, které se nachází na brzdách a vyrovnávací nádržce. Pohlcováním vlhkosti se zhoršují vlastnosti kapaliny, protože již při nízké teplotě se v ní mohou tvořit bublinky vodních par, což může vést i k selhání brzd. Množství brzdové kapaliny je nutno kontrolovat, případně při poklesu pod minimální hodnotu brzdovou kapalinu doplnit. Doporučená doba pro výměnu kapaliny jsou 3 roky. (Sajdl 2015)

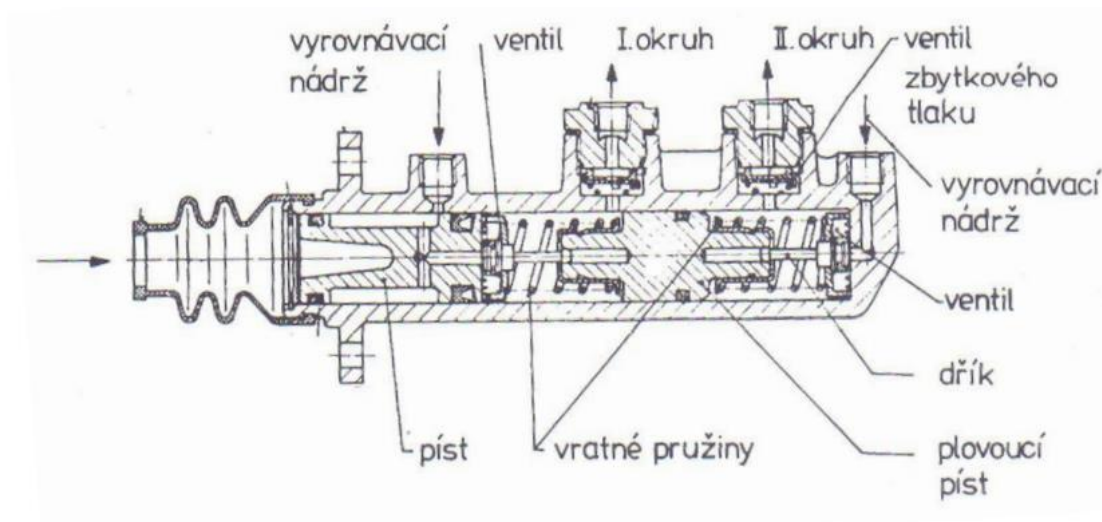
Na obr. 11 je znázorněno schéma kapalinové brzdové soustavy.



Obr. 11 Brzdová soustava (1-první okruh, 2-druhý okruh, 3-hlavní brzdový válec, 4-redukční ventil, 5-posilovač, 6-podtlakové potrubí, 7-zpětný ventil, 8-kotoučová brzda, 9-bubnová brzda, 10-nádržka brzdové kapaliny, 11-brzdový spínač, 12-spínací skříňka, 13-kontrolní svítidla brzdové soustavy, 14-brzdové světla)

4.1.1 Hlavní brzdový válec

Hlavní brzdový válec (viz obr. 12) má za úkol vytvořit tlak v každém brzdovém okruhu, umožnit změnu objemu kapaliny v závislosti na změně teploty a umožnit rychlé snížení tlaku v systému při rychlém uvolnění brzdového pedálu. Podle zákona musí mít každé vozidlo dva na sobě nezávislé brzdné okruhy, proto se nejčastěji používají tandemové brzdové válce. Má tlakové komory umístěny za sebou a v případě poruchy jedné komory nahradí její činnost druhá komora. V klidové poloze jsou vyrovnávací otvory odkryty, kapalina může volně přitékat do vyrovnávací nádrže. Toho se využívá například při změně kapaliny. Při brzdění se vyrovnávací otvory zakryjí pístkem a tím i utěsní. V pracovním prostoru prvního okruhu se začne zvyšovat tlak, který působí na plovoucí píst, posune ho a tím vzniká tlak i v pracovním prostoru druhého okruhu. Za plochou pístu je vytvořen vyrovnávací prostor, zaplavený brzdovou kapalinou. Vyrovnávací prostor vznikl kvůli nebezpečí vniku vzduchu do hydraulické kapaliny při odbrzdění. Brzdová kapalina může proudit do pracovního prostoru, kde vzniká podtlak a tak doplňovat chybějící objem kapaliny. Přebytečný objem tekoucí zpožděně z brzdové soustavy je vytlačen spojovacím otvorem do vyrovnávací nádrže. (Ždánský a kol. 2009)



Obr. 12 Brzdový válec (Zdroj: Gscheidle a kol. 2007)

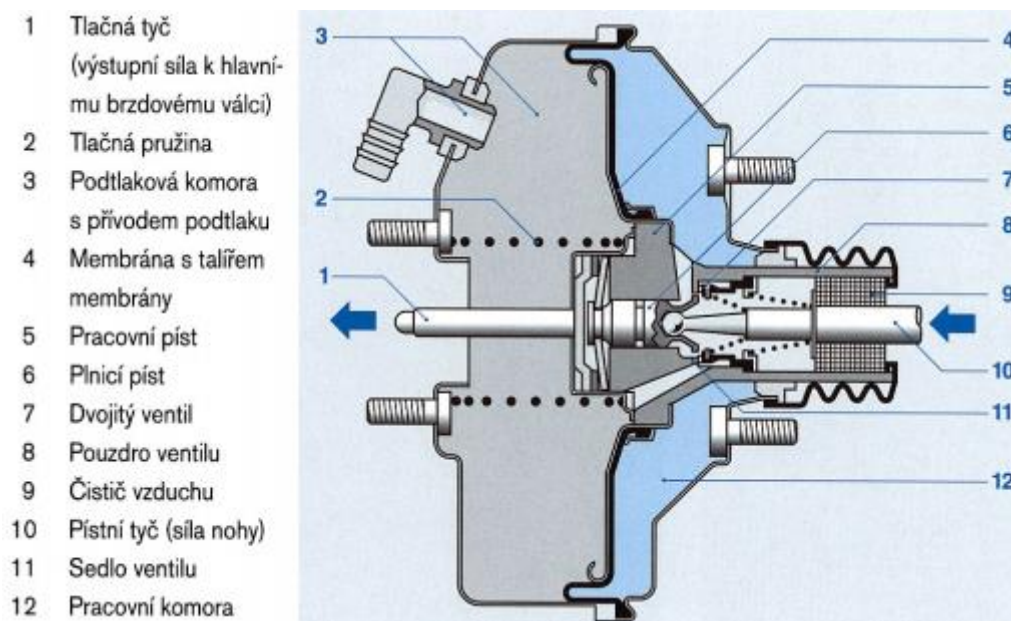
4.1.2 Posilovač brzd

Posilovač brzd zvyšuje sílu řidiče při sešlapování brzdového pedálu a snižuje tak i jeho vynaloženou námahu. Nesmí dojít k ovlivnění citu řidiče pro velikost brzdění a ke snížení plynulého odstupňování brzděné síly.

4.1.2.1 Podtlakový posilovač brzd

Brzdové soustavy pro osobní vozidla jsou nejčastěji vybavena podtlakovými posilovači brzd.

Podtlakové posilovače brzd (viz obr. 13) využívají podtlak, který se u zážehových motorů vytváří v taktu sání motoru v sacím potrubí a u vznětových motorů pomocí podtlakového čerpadla. Síla posilování se při sešlápnutí pedálu zvyšuje úměrně k síle nohy až k dosažení tzv. bodu aktivace, který leží v blízkosti tlaku blokování pro kola přední nápravy a podle vozidla je mezi 60 a 100 bary. Dále se již síla posilování nezvyšuje.

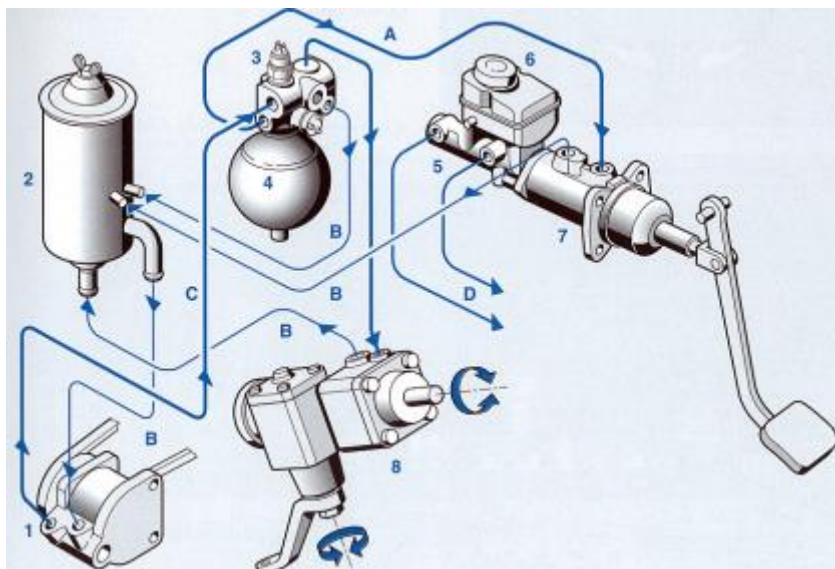


Obr. 13 Podtlakový posilovač brzd (Zdroj: Gscheidle a kol. 2007)

4.1.2.2 Hydraulický posilovač brzd

Hydraulický posilovač (viz obr. 14) brzd se používá u vozidel, které jsou vybaveny zdrojem hydraulické energie (např. servořízení) a motorem, který má nízký podtlak

v sacím potrubí (např. motor s turbodmychadlem). Tento systém dodává vyšší výstupní tlak, přibližně 160 bar, než podtlakový posilovač brzd. (Vlk 2006)



Obr. 14 Soustava hydraulického posilovače (1-posilovač řízení, 2-zásobní nádržka s filtrem, 3-regulátor průtoku, 4-hydraulický zásobník, 5-hlavní brzdový válec, 6-vyrovnávací nádržka, 7-posilovač brzd)
(Zdroj: Gscheidle a kol. 2007)

4.1.2.3 Pneumatický posilovač brzd

U vozidel s kombinovaným pneumaticko-hydraulickým brzdovým systémem se mohou použít pneumatické posilovače brzdné síly. I při malé konstrukční velikosti lze vytvořit velké posilovací síly pomocí tlaku 7 barů.

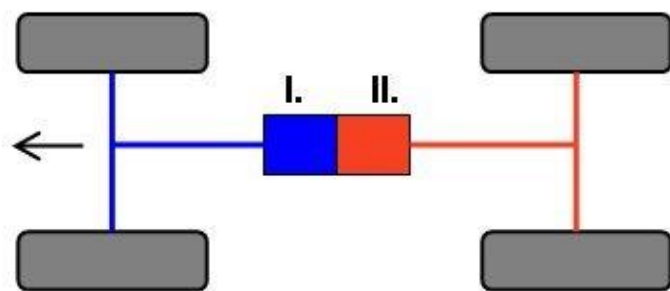
4.2 Uspořádání brzdových okruhů

Zákonné předpisy, předepsané ve vyhlášce Ministerstva dopravy a spojů č. 283/2009 Sb., nařizují pro uspořádání brzdových systémů osobních automobilů dvouokruhovost. Dvouokruhový systém nám zaručuje, že v případě poruchy prvního okruhu dojde k brzdění okruhem druhým, nejméně však s účinkem nouzového brzdění.

4.2.1 Uspořádání „přední/zadní“ („II“)

V tomto typu zapojení (viz obr. 15) je přední i zadní náprava brzděna oddělenými okruhy. V případě poruchy předního okruhu se vytvoří malý brzdový účinek okruhem brzd zadních. U tohoto typu se mohou použít kotoučové i bubnové brzdy na všech kolech. Obvykle se používají na přední nápravě kotoučové a na zadní nápravě bubnové

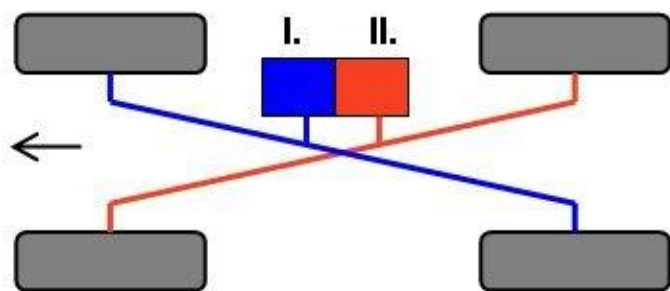
brzdy. Rozdělení brzdné síly mezi přední a zadní nápravou je v poměru 70%:30%.



Obr. 15 Uspořádání „přední/zadní“ (Zdroj: Šles 2013)

4.4.2 Uspořádání „diagonální“ („X“)

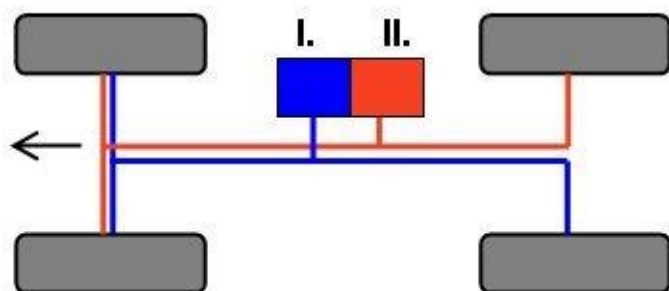
V tomto typu zapojení (viz obr. 16) je brzdový okruh tvořen jedním předním kolem a k němu diagonálně umístěným zadním kolem. Použití brzd je stejné jako v předchozím případě. Rozdělení brzdné síly mezi 1. a 2. okruhem je v poměru 50%:50%.



Obr. 16 Uspořádání „diagonální“ (Zdroj: Šles 2013)

4.4.3 Uspořádání „trojúhelníkové“ („LL“)

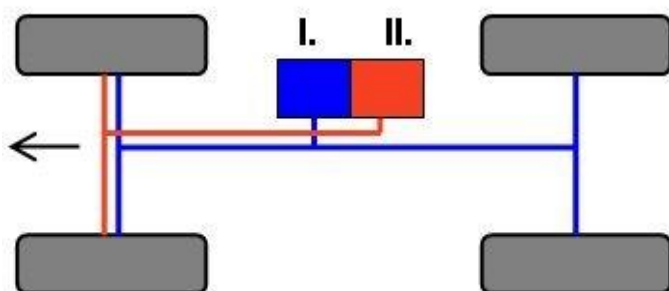
U tohoto uspořádání (viz obr. 17) se používají čtyřpístkové kotoučové brzdy. Oba okruhy působí na přední nápravu a vždy jedno zadní kolo. Rozdělení brzdné síly mezi 1. a 2. okruhem je v poměru 50%:50%.



Obr. 17 Uspořádání „trojúhelníkové“ (Zdroj: Šles 2013)

4.4.4 Uspořádání „čtyři-dva“ („HI“)

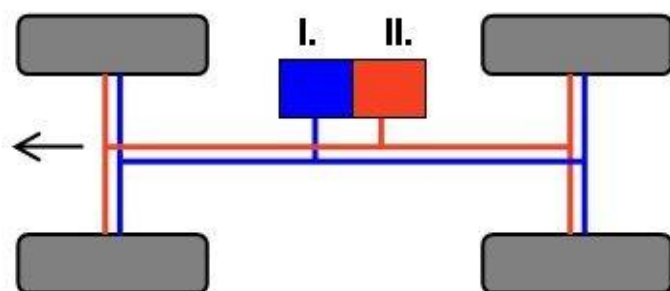
Okruh (viz obr. 18) je méně používaný. Na přední nápravě se nachází čtyřpístkové kotoučové brzdy. Jeden okruh působí na obě nápravy. Druhý okruh působí pouze na přední nápravu.



Obr. 18 Uspořádání „čtyři-dva“ (Zdroj: Šles 2013)

4.4.5 Uspořádání „čtyři-čtyři“ („HH“)

Také bývá označován jako dvouokruhový zdvojený brzdový systém. Toto uspořádání (viz obr. 19) je možné v případě pouze, když se použijí čtyřpístkové kotoučové brzdy na všech kolech. Každý brzdový okruh brzdí obě nápravy vozidla. (Ždánský a kol. 2007; Uspořádání brzdových okruhů 2014)



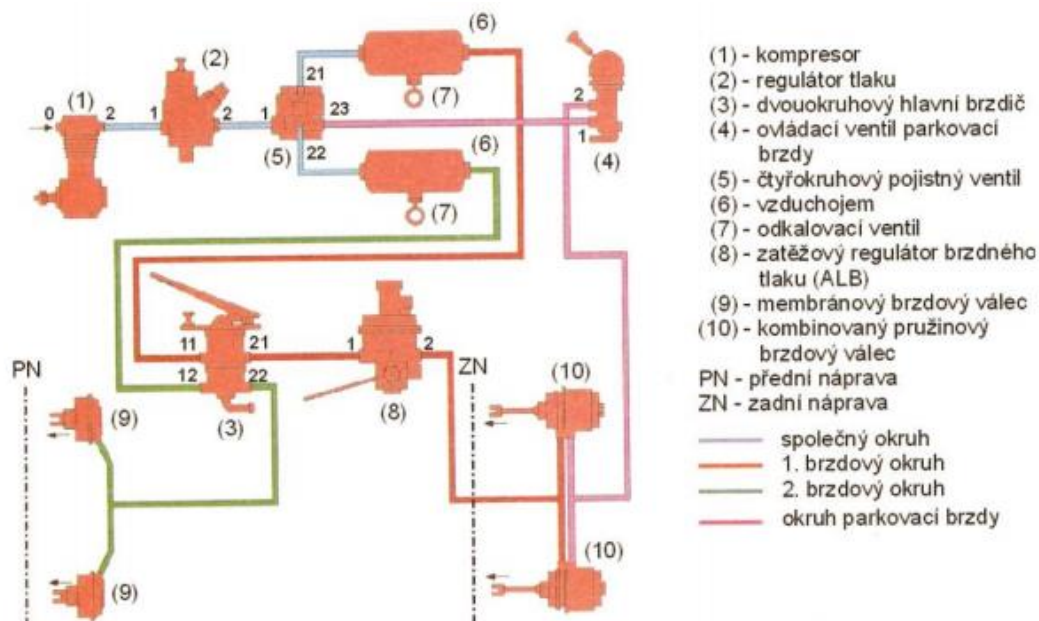
Obr. 19 Uspořádání „čtyři-čtyři“ (Zdroj: Šles 2013)

5 NEPŘÍMOČINNÁ BRZDOVÁ SOUSTAVA

Do nepřímých brzdových soustav se řadí soustavy, u kterých při brzdění působí jiný zdroj energie než svalová síla řidiče. Podle druhu energie se strojní brzdy dělí na přetlakové (vzduchové) a kapalinové. U lehkých a středně těžkých užitkových vozidel se používá kombinovaný pneumaticko-kapalinový brzdový systém.

5.1 Vzduchotlaková brzdová soustava

Vzduchotlaková brzdová soustava se používá k brzdění těžších vozidel a zvláště časté je jejich použití pro brzdění přívěsů a vozových souprav, které by řidič svou svalovou silou nezvládl. Jako zdroj energie se nejčastěji využívá tlak vzduchu přenášený pneumaticko-mechanickým převodem na třecí ústrojí. Využívá se přetlak vzduchu 0,6 – 0,8 MPa. Brzdový tlak je úměrný sešlápnutí brzdového pedálu. Z hlediska bezpečnosti je brzdová soustava dvouokruhová, s uspořádáním okruhů „přední - zadní“ (viz obr. 20). Dříve se používala pouze jednookruhová brzdová soustava.



Obr. 20 Dvouokruhová vzduchotlaká brzdová soustava (Ždánský a kol. 2007)

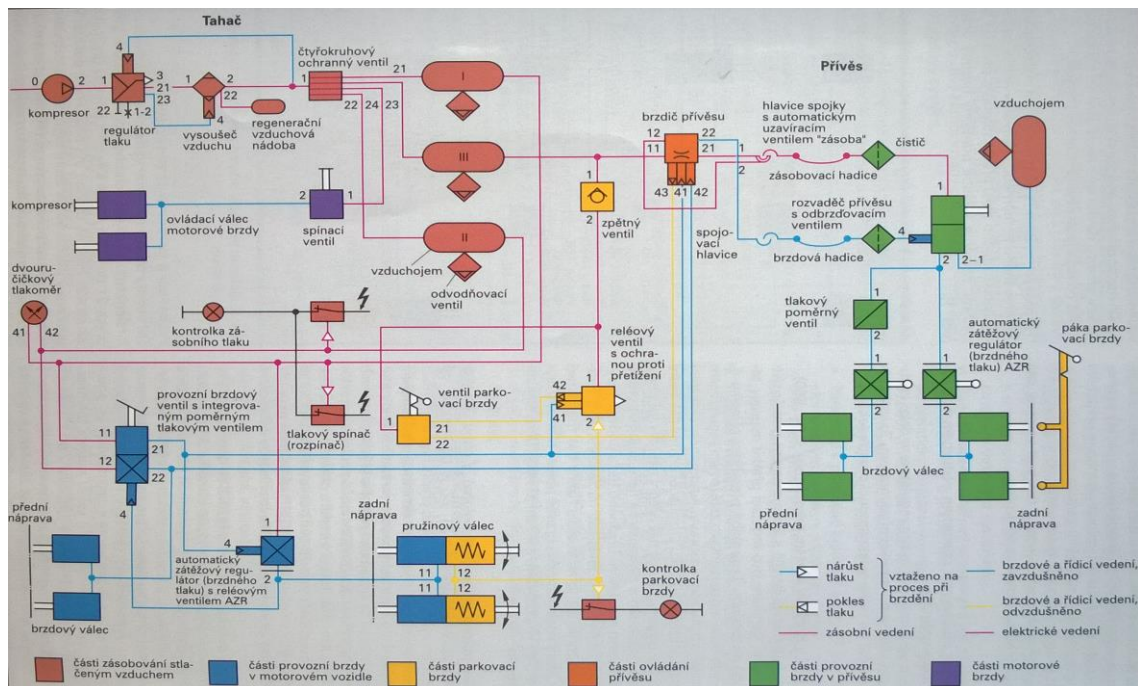
Celý systém začíná plnicím okruhem, který vytváří zásobu stlačeného vzduchu s pracovním tlakem 8 bar. Vzduch je nasáván a plněn kompresorem přes regulátor tlaku a vysoušeč vzduchu do čtyřokruhového pojistného ventilu. Regulátor tlaku vypouští přebytečný vzduch do atmosféry, proto nedojde k překročení maximální hodnoty dovoleného tlaku. Vysoušeč vzduchu zachycuje vlhkost ze vzduchu. Čtyřokruhový pojistný ventil rozděluje stlačený vzduch do obou okruhů provozních brzd, okruhu parkovací brzdy a brzdy přívěsu. Vzduchojemy slouží jako zásobníky stlačeného vzduchu pro provozní brzdy, parkovací brzdy a brzdy přívěsu. Zkondenzovaná voda ve vzduchojemech je vypouštěna pomocí odkalovacích ventilů. Při poklesu tlaku pod minimální hodnotu zazní akustický nebo optický signál pomocí tlakových spínačů. (Ždánský a kol. 2009)

Brzdný účinek závisí na síle sešlápnutí brzdového pedálu a je řízen pedálovým dvouokruhovým brzdíčem. Čím více je brzdový pedál stlačen, tím více vzduchu proudí do obou okruhů provozních brzd. Množství vzduchu odpovídá vysunutím pístnice brzdového válce a uvede do činnosti kolové brzdy. Zatěžový regulátor svévolně přizpůsobí tlak v zadních brzdách zatížení zadní nápravy. U nezatížených vozidel je přívod vzduchu omezen.

System rovněž disponuje i parkovací brzdou. Do činnosti je uvedena ruční pákou parkovací brzdy a je ovládána pneumaticky. Při poruše provozní brzdy může parkovací brzda pracovat jako nouzová s odstupňovaným účinkem.

5.1.1 Brzdění přívěsu

Přívěs může být brzděn buď pomocí tzv. jednohadicového systému nebo dvojhadicového systému. U jednohadicového systému je přívěs s tažným prostředkem propojen pouze jednou hadicí, která při jízdě doplňuje neustále vzduch do vzduchojemu. Při brzdění vytváří „ovládací“ signál pro rozvaděč přívěsu, který řídí, jak velký tlak vzduchu se má přepustit ze vzduchojemu do kolových brzd přívěsu. Tento systém má ale nevýhodu. Při dlouhodobém brzdění není doplňován vzduch do vzduchojemu přívěsu. Může tedy nastat, že při opětovném brzdění nebude mít dostatek vzduchu pro brzdění. Z tohoto důvodu se začaly používat dvouhadicové systémy. Dvouhadicová soustava (viz obr. 21) je spojena s tažným vozidlem plnicí a ovládací hadicí. Brzdy přívěsu jsou zásobovány vzduchem z čtyřokruhového pojistného ventilu přes brzdiče přívěsu a plnicí připojovací hadici. (Gscheidle a kol. 2007; Ždánský 2007)



Obr. 21 Dvouokruhová dvouhadicová pneumatická brzdová soustava tažného prostředku a přívěsu (Zdroj: Gscheidle a kol. 2007)

5.1.2 Hlavní části vzduchotlaké soustavy

➤ kompresor

Kompresor je zdrojem stlačeného vzduchu. Je to pístové čerpadlo poháněné přes klikový mechanismus a zpravidla klínový řemen od motoru. Kompresor může mít i svůj vlastní přívod vzduchu s čističem. Mazání je napojeno na mazací systém motoru. Při pohybu pístu do dolní úvratě vzniká podtlak a přes sací ventil se nasává vzduch. Při pohybu pístu do horní úvratě se zavře sací ventil, vzniká přetlak a po otevření výtláčného ventilu je vzduch vytlačován dále do soustavy. Je-li motor v chodu, tak je neustále dodáván vzduch do soustavy a proto musí být přebytečný vzduch vypuštěn.

➤ regulátor tlaku sdružený

Regulátor tlaku má za úkol udržovat v soustavě určitou maximální hodnotu tlaku. Přebytečný vzduch je vypuštěn do vzduchojemu nebo atmosféry. Zpravidla je jeho součástí také filtr na odloučení oleje, přípojka pro plnění pneumatik a pojistný ventil.

➤ vysoušeč vzduchu

Vzduch nasávaný do soustavy z atmosféry obsahuje vlhkost, která pak kondenzuje v soustavě. Vzniklá voda může způsobit zamrznutí v zimním období, korozi, stárnutí pryžových dílů a odstranění mazacího filmu v komponentech brzdové soustavy. V případě nahromadění vody v soustavě by zůstal menší objem pro vzduch. Vysoušeč pracuje na principu pohlcování (čistič zachycuje hrubé nečistoty a současně slouží jako předběžný odlučovač vody, protože proudící vzduch se zde ochladí, rosný bod vzduchu klesne a dojde ke kondenzaci části vodních par). Stlačený vzduch projde přes vysoušecí látku. Při pracovním tlaku v brzdové soustavě látka pojme mnohem více vody než při atmosférickém tlaku.

➤ čtyř okruhový pojistný ventil

Čtyřokruhový pojistný ventil u dvouokruhové brzdové soustavy slouží k ochraně před nadměrným tlakem obou brzdových okruhů, okruhu brzd přívěsu, okruhu parkovací brzdy a okruhu přidavných vzduchových zařízení.

➤ vzduchojemy

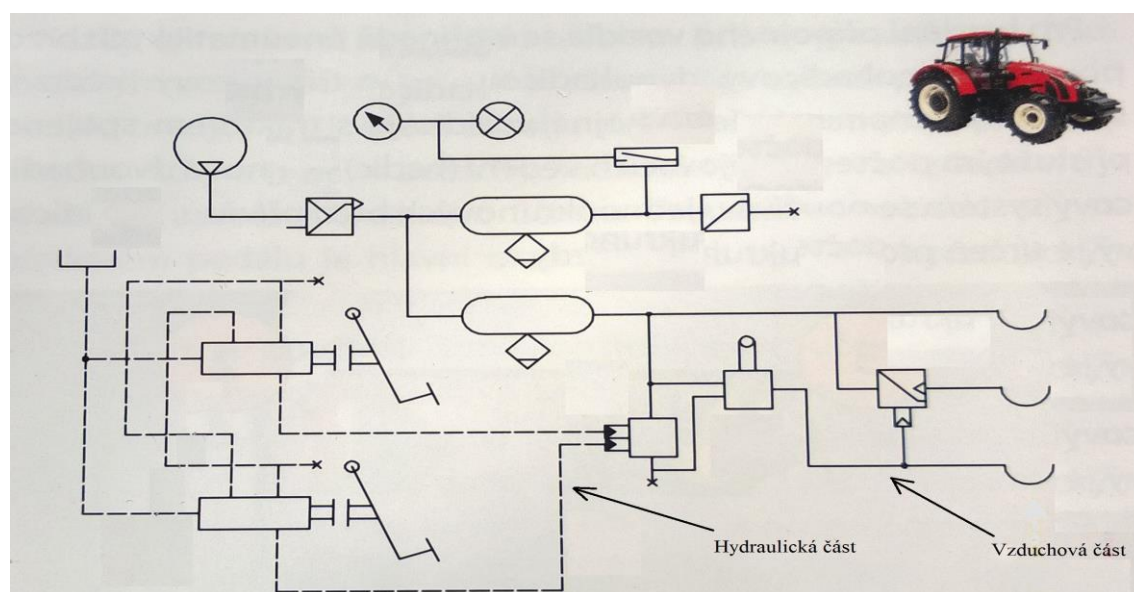
Vzduchojem je válcové ocelové těleso, které slouží jako zásobník pro stlačený vzduch. V jeho spodní části, kde se může shromažďovat vlhkost, je umístěn odkalovací ventil. Odkalovací ventil bývá ovládán ručně nebo automaticky. Řidič musí být informován, zda je v soustavě dostatečný tlak. K tomu slouží ukazatel tlaku, který je doplněn o optickou signalizaci. (Ždánský a kol. 2009)

➤ hlavní brzdiče

Slouží pro ovládání provozních brzd tažného vozidla a prostřednictvím brzdiče přívěsu i přípojného vozidla. Účinek tohoto brzdění je odstupňovatelný, takže tlak vzduchu přepuštěného pro brzdění je úměrný sešlápnutí pedálu.

5.2 Vzduchokapalinová brzdová soustava

Používá se převážně u traktorů. Traktor využívá hydraulických brzd, ale je vybaven i kompresorem, který dodává vzduch pro přípojné vozidlo. Pomocí vzduchu se ovládají brzdové válce (brzdovým pedálem v kabině traktoru se ovládá hydraulická i vzduchová část). Hlavní brzdič a plnicí část jsou totožné se vzduchovou brzdovou soustavou. Ovládací část je hydraulická a přechod mezi těmito systémy tvoří vzduchokapalinový válec. Brzdové válečky i zátěžový regulátor jsou hydraulické. Systém parkovacího brzdění je realizován vzduchovým válcem, který je ovládán ručním brzdovým ventilem. Na obr. 23 je vzduchokapalinová brzdová soustava traktoru. (Bauer a kol. 2013; Staňa 2010)



Obr. 22 Vzduchokapalinová brzdová soustava (Zdroj: Bauer a kol. 2013)

6 ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY BRZD

Pro zajištění využití vyššího potenciálu brzdné soustavy se začaly postupně objevovat elektronické systémy, které slouží např. pro zkrácení brzdné dráhy v kritických situacích nebo k lepšímu udržení vozidla v přímém směru jízdy.

6.1 Protiblokovací systém ABS

Jak již napovídá název, tak ABS slouží jako protiblokovací systém brzd, který nám zachovává říditelnost a stabilitu vozidla při všech stavech jízdní dráhy (od suché vozovky až po náledí). Při brzdění má stabilita a říditelnost vozidla přednost před zkrácením brzdné dráhy. Regulace brzdění se musí rychle přizpůsobit změnám přilnavosti vozovky a pracuje v celé rychlostní oblasti až do minimální rychlosti, zpravidla do 4 km/h, aby bylo možné vozidlo úplně zastavit. Při brzdění s rozdílnou přilnavostí levých a pravých kol, musí systém umožnit řidiči, aby zareagoval na vznik stáčivého momentu. ABS musí rovněž zabránit rozkývání vozidla.

Mezi hlavní části systému patří snímače otáček kol, řídicí jednotka ABS, elektromagnetické ventily a ozubený impulsivní kotouč.

Po zapnutí zapalování se rozsvítí kontrolka ABS, řídicí jednotka provede test elektrického vedení a funkci elektrických součástí ABS, zároveň se zkontroluje minimální hodnota palubního napětí. Pokud je dostatečné a v systému není závada, kontrolka po několika vteřinách zhasne. Kontrola probíhá také po celou dobu jízdy. Vlastní regulace ABS je zahájena, až je u některého kola překročena mezní hodnota zpomalení. Během jízdy přijímá řídicí jednotka signály se snímačů otáček a vypočítává z nich otáčky, změnu rychlosti, skluz a obvodovou rychlost. Zároveň se vypočítává referenční rychlost, což je ideální rychlost pro brzdění. Když rozezná řídicí jednotka nebezpečí zablokování kol, tak aktivuje příslušné elektromagnetické ventily a brzdou sílu na tomto kole sníží. (Ždánský a kol. 2007)

6.2 Brzdový asistent BAS

Výzkumem bylo zjištěno, že většina řidičů v kritické situaci sešlápne brzdový pedál rychle, ale nedostatečně silně, čímž se prodlouží brzdná dráha. Proto je posilovač brzd doplněn snímačem polohy a elektropneumatickým ventilem. Řídicí jednotka ABS vyhodnotí rychlost pohybu pedálu. Při překročení obvyklé meze se aktivuje

elektropneumatický ventil a tím je dosaženo maximálního brzdného účinku nezávisle na tlaku řidiče na pedál. ABS potom zabrání zablokování kol. Jakmile řidič pedál povolí, tak se činnost BAS zruší. (Sajdl 2015)

6.3 Protiprokluzové zařízení ASR a stabilizační zařízení ESP

Systém ASR brání prokluzu kol při rozjezdu a zrychlování. Tím má systém zároveň stabilizační účinky a snižuje se opotřebení pneumatik. Systém ASR zvyšuje bezpečnost jízdy při vyšší hnací síle. Samočinně se přizpůsobí momentu motoru aktuální přilnavosti a informuje řidiče o dosažení hranic jízdní dynamiky. ASR je rozšíření ABS. Oba systémy využívají společné snímače a akční členy. Mají často společnou řídicí jednotku. Rozlišujeme systémy ASR se zásahem do činnosti motoru, se zásahem do činnosti brzd nebo její kombinace. (Gscheidle a kol. 2007)

Systém ESP vyhodnocuje ze senzorů bočního zrychlení a stáčivého momentu a ze senzorů otáček kol stav vozidla. Při nedotáčivém nebo přetáčivém pohybu kompenzuje směr vozidla zásahem do brzd, při kterém sníží točivý moment na hodnotu odpovídající dané situaci. Systém ESP je určitým rozšířením systémů ABS a ASR. Systém ESP umožňuje ovládat skluz nebo prokluz pneumatiky i v příčném směru. ESP zvyšuje stabilitu vozidla ve stopě při průjezdu zatáčkou a snižuje nebezpečí smyku při brzdění, zrychlení nebo i volném pohybu vozidla. (Sajdl 2013)

7 ZÁKONNÉ PŘEDPISY A POŽADAVKY

Požadavky na brzdové systémy vozidel jsou legislativně předepsané ve vyhlášce Ministerstva dopravy a spojů č. 283/2009 Sb., která novelizovala vyhlášku 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Požadavky jsou dané v souladu s homologačními předpisy EHK č. 13, 78, 90. Každé vozidlo musí mít minimálně dvě na sobě nezávislá brzdová zařízení. Jedno slouží k provoznímu brzdění, tedy k ovládní pohybu vozidla i úplnému zastavení. Druhé, parkovací zařízení, umožňuje zajištění polohy stojícího vozidla. Prvky provozního i parkovacího zařízení musí být na sobě nezávislé. Brzdová zařízení vozidel musí splňovat takové podmínky, aby v případě poruchy provozního brzdění bylo možné zastavit vozidlo nouzovým brzděním. U soustavy provozního brzdění se vozidlo musí zastavit dostatečně rychle i při

podmínkách, které se mohou vyskytnout při provozu na pozemních komunikacích. Ovládání provozní brzdící soustavy je konstruováno tak, aby řidič nemusel měnit polohu trupu nebo sundat obě ruce současně z volantu při řízení. V případě poruchy v části hydraulického nebo mechanického převodu musí být porucha signalizována řidiči. Brzdná síla musí působit minimálně na jednu dvojici kol umístěných na jedné nápravě. U osobních automobilů musí být požadovaný účinek provozního brzdění rozdělen mezi nápravy v předepsaných mezích z hlediska bezpečnosti a nezávisle na okamžité hmotnosti vozidla nebo adhezních podmínkách. Předepsaného brzdného účinku se musí dosáhnout bez blokování kol a vybočování ze směru jízdy. (MDCR 2012)

8 STANICE TECHNICKÉ KONTROLY

S rostoucím počtem motorových vozidel na přelomu šedesátých a sedmdesátých let minulého století začala vzrústat i nehodovost zaviněná špatným technickým stavem vozidel. V tehdejší Československu bylo na základě vládního usnesení z roku 1971, novelizovaného 1995 zákonem č. 38/95 Sb. a vyhláškou č. 103/95 Sb. ministerstva dopravy, přistoupeno k realizaci projektu výstavby stanic technické kontroly. První STK byla vybudována v roce 1974 v Horní Bříze. Nyní se Česká republika řídí předpisy zabývajícími se problematikou brzd, které jsou převzaty z EU. Základní předpisy pro brzdové soustavy vozidel v ČR jsou: zákon č.56/2001 Sb., vyhláška 341/2002 Sb. a vyhláška 302/2001 Sb.

8.1 Kontrola brzdové soustavy

Pro pracovní i protokolární potřeby evidence STK jsou kontrolní úkony technické prohlídky rozděleny podle ústrojí a funkcí do devíti skupin. Brzdová soustava patří do druhé skupiny. Platí následující podmínky:

- pneumatiky musí být nahuštěny na předepsaný tlak,
- povrch zkušebních válců nesmí být zamaštěný nebo narušený z důvodu možného poškození pneumatiky,
- brzdové obložení musí být suché,

- hmotnost vozidla se může pohybovat v rozmezí pohotovostní až celkové hmotnosti vozidla,
- automobily s posilovačem brzdného účinku musí být možné spustit a nechat pracovat v režimu běhu naprázdno,
- zkoušku musí provádět jen zaškolený zkušební technik STK,
- válcová zkušebna musí být typu schváleného pro STK,
- bezprostředně v blízkosti zkoušeného vozidla se nesmí pohybovat žádná osoba a nesmí být v blízkosti jiné vozidlo.



Obr. 23 Pomaloběžná válcová zkušebna brzd MOTEX
(Zdroj: http://www.ssaprostejov.cz/grant/temata/tema_81_STK_A5.html)

8.1.1 Provozní brzda - účinek

Účinek provozní brzdy se zjišťuje pomocí válcové zkušebny brzd. Vozidlo musí být schopno dosáhnout minimálního brzdného účinku uvedeného v tab. 1, aniž by byla překročena přípustná ovládací síla.

Tab. 1 Minimální brzdný účinek vyjádřený zpomalením v procentech (Zdroj: Mach 1999)

Kategorie vozidla	Nejmenší zpomalení v %	Přípustná ovládací síla F_p (N)
do 100 km.hod ⁻¹	45	685
nad 100 km.hod ⁻¹	59	590
M ₁	59	490
M ₂ , M ₃	51	685
N, O	45	685

8.1.2 Provozní brzda – souměrnost působení

Pro ověření souměrnosti působení brzd se použijí výsledky měření brzdných sil na válcové zkušebně. Účinek provozního brzdění musí působit na kola na stejné nápravě souměrně k podélné střední rovině vozidla. Brzdné síly na obvodu levého a pravého kola na stejné nápravě se mohou lišit nejvýše o 30 % (počítané od větší hodnoty). Velikost případné nesouměrnosti v procentech se vypočítává ze vzorce:

$$n = \frac{100 Bv_1 - Bv_2}{Bv_2}$$

n - nesouměrnost brzd [%]

Bv_1 - větší síla na jednom z kol [N]

Bv_2 - menší síla na druhém kole [N]

Dále se ještě u provozních brzd kontroluje signalizace osvětlení, odstupňovatelnost účinku, převod a zdvih pedálu.

8.1.3 Posilovač brzd – činnost

Posilovač musí svou funkcí snižovat velikost síly na pedál brzdy v míře odpovídající předpisu výrobce. S rostoucí ovládací silou musí úměrně růst i posilovací účinek do plného využití energie pro posílení a naopak.

8.1.4 Parkovací brzda – účinek

Účinek parkovací brzdy se zjišťuje na válcové zkušebně. Každé z kol ovládaných parkovací brzdou musí dosáhnout nejméně brzdné síly, která se rovná minimální brzdné síle pro celé vozidlo odpovídající sklonu svahu 18 %. Minimálně požadované brzdné síly se musí dosáhnout, aniž by se nepřekročila nejvyšší přípustná ovládací síla (viz tab. 2). U parkovací brzdy ještě kontrolujeme zdvih páky a převod.

Tab. 2 Přípustná ovládací síla na pedál (Zdroj: Mach 1999)

Způsob ovládání	Kategorie vozidla	Přípustná ovládací síla [N]
ruční	M ₁	390
	ostatní	590
nožní	M ₁	390
	ostatní	590

8.1.5 Brzdové hadice, potrubí a těsnost

Potrubí nesmí být zkorodované nebo poškozené. Hadice nesmí být poškozené nebo prodřené a nesmějí být v ohybech stlačené nebo se dotýkat jiných částí vozidla. Potrubí a hadice musí být bezpečně upevněné a vedené tak, aby za jízdy nemohly být odírány jinými částmi vozidla. Z brzdové soustavy nesmí unikat brzdová kapalina.

8.1.6 Brzdové obložení, kotouče a bubny brzd

Tloušťka brzdového obložení a kotouče brzdy nesmí být menší než udává výrobce vozidla. Činné plochy kotoučů a bubnů musí být hladké a nepopraskané. Ovalita bubnů a házivost nesmí při zkoušce na válcové zkušebně způsobovat neúměrné kolísání brzdné síly v průběhu jedné otáčky kola.

8.1.7 Brzdová kapalina – stav

V brzdové kapalině nesmějí být viditelné mechanické nečistoty nebo sraženiny. Brzdová kapalina musí mít teplotu varu nejméně 155 °C. Množství brzdové kapaliny v expanzní nádobce musí odpovídat předpisu výrobce vozidla.

Na STK se provádí kontrola protiblokovacího systému ABS, kde se zjišťuje funkčnost soustavy a signalizace správné činnosti. Dále se kontroluje funkčnost regulačních prvků tlaku, tedy v případě, že je jimi vozidlo vybavené. (Mach 1999)

ZÁVĚR

Nároky na brzdové soustavy se odvíjejí od výkonu motoru, hmotnosti a účelu vozidla. V současnosti se tyto požadavky zvyšují také s ohledem na rostoucí hustotu provozu, kdy je nutné rychle zastavit vozidlo v případě kritické situace. Důležité je mít na paměti, že ani sebelepší systém není schopen zastavit vozidlo okamžitě a proto je nutné se vyhnout kritickým situacím a popřípadě předvídat možné následky. Tohle je důležité, aby se uvědomili i chodci, kteří často bez rozhlédnutí nebo těsně před blížícím se autem vstoupí do vozovky.

V oblasti brzdění užitkových vozidel dochází k mnohým inovacím a zlepšením. Hlavními úkoly vývoje je zvýšení bezpečnosti na silnicích, snížení hmotnosti jednotlivých komponentů, zlepšení ovládatelnosti vozidla, snížení spotřeby, snížení výrobních nákladů atd.

Funkce elektroniky je dnes omezena pouze na zasahování v kritických jízdních situacích. Tyto systémy však nedokáží plně využít potenciál nabízený moderní elektronikou. Je pravděpodobné, že se v budoucnu vymění úkoly mechaniky a elektroniky. Již v současné době existují projekty tzv. brzdění na drátě (brake by wire). Princip takových systémů je jednoduchý. Brzdový pedál je v některých případech nahrazený elektronickým snímačem. Informace o sešlápnutí a požadovaném brzděném účinku se zpracovává řídicí jednotkou. Ta může brát v úvahu i informace z jiných snímačů, např. o rozložení zatížení vozidla a potom rozhodne, jakou brzdovou sílu je třeba vyvodit na kolech. Hydraulické nebo pneumatické jednotky jsou v kolových brzdách nahrazené elektronicky řízenými servomotory. Výhodou takových systémů bude rychlost reakce a možnost lehčí integrace se systémy kontroly brzdění, trakce a řízení (ABS, ASR a automatické vedení vozidla), dojde i ke zjednodušení celého brzdového systému.

K dalším aplikacím elektroniky ulehčující řízení vozu patří systémy adaptivní kontroly jízdy (ACC). Zjednodušeně je můžeme označit jako další vývojový stupeň tempomatu. Pomocí tempomatu můžeme nastavit stálou rychlost. ACC rozšiřuje funkci tempomatu tak, že za pomoci radaru nebo infračerveného senzoru, měří vzdálenost a relativní rychlost oproti vozidlu jedoucímu před námi. Když řídicí jednotka vyhodnotí situaci jako kritickou, automaticky ubere plyn nebo přibrzdí. Vyšší vývojový stupeň

koncepte ACC je možno vidět v systému aktivní asistence jízdy ADA firmy Subaru. Proti systému ACC se liší tím, že palubní počítač získává přehled o jízdách situacích pomocí stereoskopického obrazu ze dvou CCD kamer. Neomezuje se pouze na měření vzdálenosti od vozidla jedoucího před námi, ale dokáže zjistit i tvar cesty a rozeznat všechny překážky v jízdě dráze. V případě nebezpečí vybočení z jízdě pruhu nebo kolize s překážkou systém upozorní řidiče, popř. sám zasáhne do řízení vozidla nebo do brzděného systému.

POUŽITÁ LITERATURA

Seznam:

BAUER F., a kol.: Traktory a jejich využití. 2. vydání Praha: Profi Press, 2013, 224s. ISBN 978-80-86726-52-6

BOSCH.CZ: Brzdové systémy pro osobní vozy [Online]. [cit. 2015-08-13]. Dostupné z: <http://aa.bosch.cz/download/Brzdove-systemy/produktove-informace.pdf>

BRZDY I., Databáze online [datum online 2011-1-17]. dostupné z: <http://www.autoznalosti.cz>

GSCHEIDLE R., a kol.: Příručka pro automechanika, 3. přepracované vydání Praha: Nakladatelství Sobotáles 2007. 688s. ISBN 978-80-86706-17-7

HOREJŠ K. a kol. : Příručka pro řidiče a opraváře, 4. vyd. Brno: Nakl. Littera, 2008, 358 s. ISBN 978-80-85763-42-3

MACH J.: Jak projít STK. 1. vydání Praha: Grada Publishing, 1999, 136 s. ISBN 80-7169-778-8

MDCR.CZ: Ministerstvo dopravy [Online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/silnicni-doprava.html

Pomaloběžná válcová zkušebna, Databáze online [Datum návštěvy 2016-01-12]. Dostupné z: http://www.ssaprostejov.cz/grant/temata/tema_81_STK_A5.html

SAIDL J.: 2013, ESP (Electronic Stability Programme), Databáze online [datum návštěvy 2013-04-03]. Dostupné na: <http://cs.autolexicon.net>

SAIDL J.: ASR (Antriebsschlupfregelung) [online] [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/asr-antriebsschlupfregelung/> ISSN 1804-2554

SAJDL J.: Brzdová kapalina [online] [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/brzdova-kapalina/> ISSN 1804-2554

SAIDL J.: Brzdový asistent [online] [cit. 2015-09-08]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/brzdovy-asistent/> ISSN 1804-2554

SEMETKO J. a kol. : Mobilní energetické prostředky, 1. vydání Bratislava: Nakl. Příroda, 1985, 368 s. ISBN 301-04-19-5716

STAŇA L.: Vzduchokapalinová brzdová soustava, Konstrukce brzdových soustav. 2010, s. 34

SVĚT MOTORŮ 4/2007 : Velké dějiny maličkosti – Brzdy, text Zdeněk Vacek, vydavatel Axel Springer Praha a.s., ISBN 0039 – 7016

ŠLES V.: Kotoučové brzdy, Provozní brzdy osobních automobilů. 2013, s.31-34

Uspořádání brzdových okruhů, Databáze online [Datum návštěvy 2016-01-26].
Dostupné z: <http://www.autoznanosti.cz/index.php/podvozek-a-kola/33-brzdyi.html>

VANĚK V.: Vývoj brzd v historii a jejich rozdělení, Konstrukce brzdových soustav. 2010, s.10

VLK F., Podvozky motorových vozidel: Pneumatiky a kola. Zavěšení kol, nápravy. Odpružení. Řídicí ústrojí. Brzdové systémy. 1. vydání Brno: Nakladatelství Vlk, 2006. 464s. ISBN 80-239-6464-X

ŽDÁNSKÝ, JAN, ČUPERA: Automobily 1 Podvozky. 1. vydání Brno : Nakladatelství Avid, 2007. 228s. ISBN 978-80-87143-03-2

ŽDÁNSKÝ, JAN, ČUPERA: Automobily 1 Podvozky. 2. vydání Brno : Nakladatelství Avid, 2009. 245s. ISBN 978-80-87143-11-7

SEZNAM OBRÁZKŮ

Seznam obrázků:

Obr. 1 Motorová brzda.....	12
Obr. 2 Hydrodynamická brzda.....	13
Obr. 3 Bubnové brzdy.....	15
Obr. 4 Druhy bubnových brzd	16
Obr. 5 Brzdové čelisti	17
Obr. 6 Brzdový buben.....	18
Obr. 7 Brzdový kotouč.....	19
Obr. 8 Kotoučová brzda s pevným třmenem	20
Obr. 9 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem.....	21
Obr. 10 Brzdové destičky	22
Obr. 11 Brzdová soustava	23
Obr. 12 Brzdový válec	24
Obr. 13 Podtlakový posilovač brzd.....	25
Obr. 14 Soustava hydraulického posilovače.....	26
Obr. 15 Uspořádání „přední/zadní“	27
Obr. 16 Uspořádání „diagonální“	27
Obr. 17 Uspořádání „trojúhelníkové“	28
Obr. 18 Uspořádání „čtyři-dva“	28
Obr. 19 Uspořádání „čtyři-čtyři“	29
Obr. 20 Dvouokruhová vzduchotlaká brzdová soustava	30
Obr. 21 Dvouokruhová dvouhadicová pneumatická brzdová soustava tažného prostředku a přívěsu.....	31
Obr. 22 Vzduchokapalinová brzdová soustava.....	33
Obr. 23 Pomaloběžná válcová zkušebna brzd MOTEX.....	37