
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA



Vozidlové mechanismy II

Ing. Jakub Mařík, Ph.D.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA



Vozidlové mechanismy II

Ing. Jakub Mařík, Ph.D.

Určeno pro posluchače Technické fakulty

Tato publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou

© Ing. Jakub Mařík, Ph.D.

Vydala Česká zemědělská univerzita ve svém nakladatelství

ISBN 978-80-213-3381-9

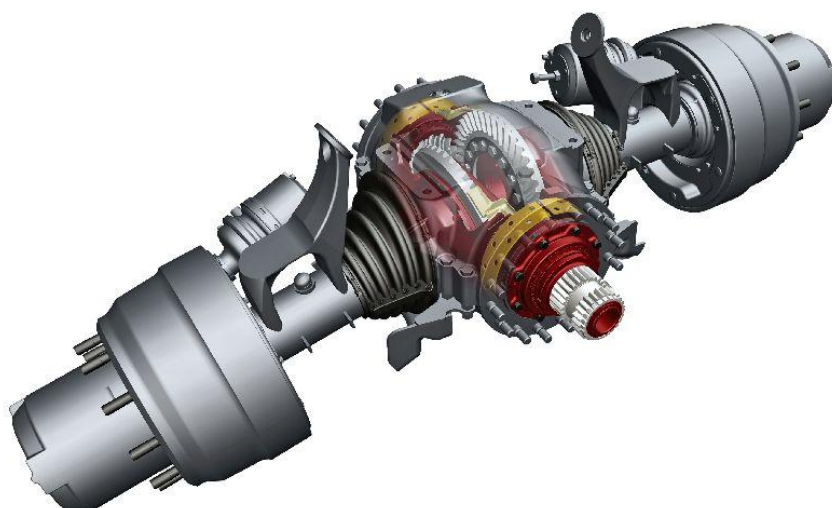
Obsah

1. Rozvodovky.....	5
1.1. Diferenciály.....	6
1.1.1. Nápravové diferenciály.....	7
1.1.2. Otevřený diferenciál.....	8
1.1.3. Vlastní účinnost diferenciálů.....	23
1.1.4. Mezinápravový diferenciál.....	25
1.2. Koncové převody.....	26
1.3. Hnací hřídele a klouby.....	27
1.3.1. Podélné hnací hřídele.....	28
1.3.2. Příčné hnací hřídele.....	29
1.3.3. Hnací klouby.....	30
1.4. Vývodové hřídele traktorů.....	35
1.5. Podvozek.....	37
1.5.1. Rámy a nápravy mobilních strojů.....	37
1.5.2. Nosné ústrojí vozidel.....	42
1.5.3. Změna světlé výšky a rozchodu kol.....	43
1.6. Řízení kolových a pásových vozidel.....	45
1.6.1. Stabilita řízených kol.....	47
1.6.2. Konstrukce převodu řízení.....	49
1.6.3. Lichoběžník řízení.....	50
1.6.4. Geometrie řízení.....	52
1.6.5. Řízení kolových vozidel.....	56
1.6.6. Řízení pásových vozidel.....	61
1.7. Brzdy.....	63
1.7.1. Brzdové systémy.....	63
1.7. Bubnové brzdy.....	67
1.8. Pneumatiky.....	82
2. Seznam použitých zkratk.....	93
3. Použitá literatura.....	94

1. Rozvodovky.

Rozvodovka je převodová skříň sloužící většinou k rozdělení točivého momentu vstupní hřídele na dvě a více hřídelí výstupních (na kola, popř. nápravy vozidla), obvykle s jinou úhlovou rychlostí a točivým momentem než vstupní.

Skládá ze dvou částí – stálého převodu hnací nápravy a diferenciálu, jež oba jsou uloženy ve skříni rozvodovky. Ta je součástí mostu hnací nápravy u tuhých náprav a samostatně upevněna k rámu nebo karoserii, pokud se jedná o dělené nápravy. Účelem rozvodovky je nejen rozvést točivý moment, ale i tento moment přenést nebo zvětšit a v neposlední řadě snižovat otáčky hnacích kol.



Obr. 1: Zadní náprava tatra

Zvětšování točivého momentu vystupujícího z převodovky se děje v rozvodovce z toho důvodu, aby moment přivedený na hnací kola byl dostatečný pro všechny jízdní podmínky.

Snižování otáček je u výstupu z převodovky důležité pro dosažení požadované rychlosti vozidla při daném točivém momentu. A to se děje za pomoci stálého převodu.

Rozvedení točivého momentu ve vozidle s motorem uloženým podélně se děje prostřednictvím kuželového stálého převodu, kdežto u vozidel s příčně uloženým motorem se používá jen stálý převod spolu s čelními ozubenými koly. Celé rozvádění točivého momentu je situováno vůči hnacím hřídelům kol, které jsou ve vozidle vždy umístěny kolmo k podélné ose vozidla

1.1. Diferenciály

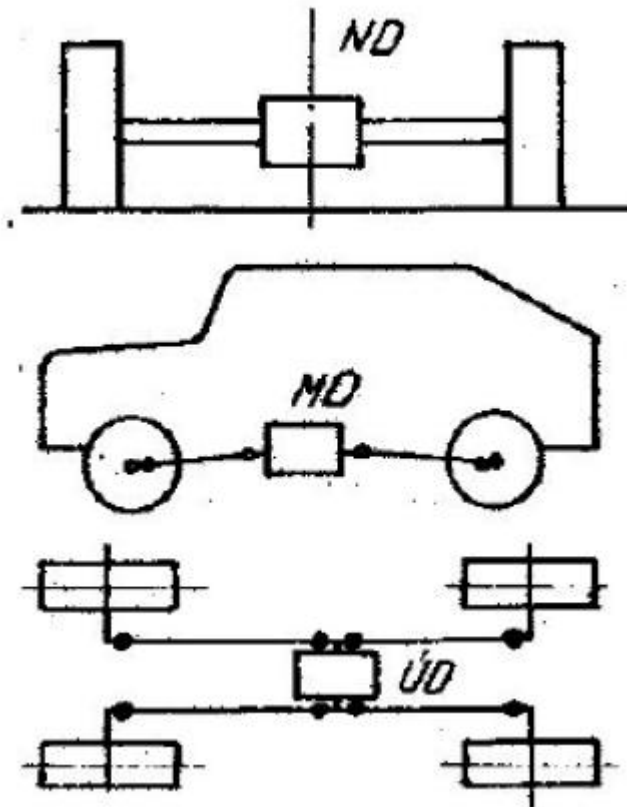
Diferenciál má sám o sobě důležitou funkci v rovnoměrném rozdělení točivého momentu na obě hnací kola a taktéž musí umožnit kolům rozdílné otáčky, což se projevuje zejména při průjezdu vozidla zatáčkou. Dochází zde totiž k tomu, že se vnější kola hnací nápravy musejí odvalovat po větším poloměru než kola vnitřní, a tudíž mají i delší dráhu pohybu. Navíc zde můžou působit nepříznivé vlivy na nadměrném opotřebením pneumatik. U vozidla se projevuje zhoršené ovládání, vzrůstají ztráty výkonu, a to u kol poháněné nápravy, která jsou upevněna na společné hnací hřídeli.

„Rozdíl (diference) v otáčkách kol , vzniklých při jízdě vlivem nestejných drah valení, zejména v zatáčkách, se vyrovnává diferenciálním soukolím, zkráceně diferenciálem. Toto vyrovnání otáček kol znamená, že talířové kolo stálé redukce (skříň diferenciálu) se otáčí stále stejnými otáčkami, kdežto kola vozidla se otáčejí různými otáčkami, aniž jsou hřídele kol zkrucovány smykovými silami.“

Mezi nejčastější vozidlové diferenciály patří otevřené kuželové a čelní, ovšem v případě závodních vozidel jsou většinou používány tzv. samosvorné diferenciály.

Diferenciály můžeme rozdělit dle jejich účelu v převodovém ústrojí:

1. Nápravové diferenciály
2. Mezinápravové diferenciály
3. Ústřední diferenciály



Obr. 2: Nápravový (ND), mezinápravový (MD) a ústřední diferenciál (ÚD)

1.1.1. Nápravové diferenciály

Ty rozdělují točivý moment z hnací hřídele mezi dvě hnané hřídele, které vedou ke kolům automobilu bez ohledu na to, že kola mohou mít různé otáčky např. při průjezdu zatáčkou nebo při prokluzu jednoho z kol.

Diferenciály můžeme rozdělit do tří skupin:

1. otevřený diferenciál,
2. diferenciál s uzávěrkou,
3. samosvorné diferenciály.

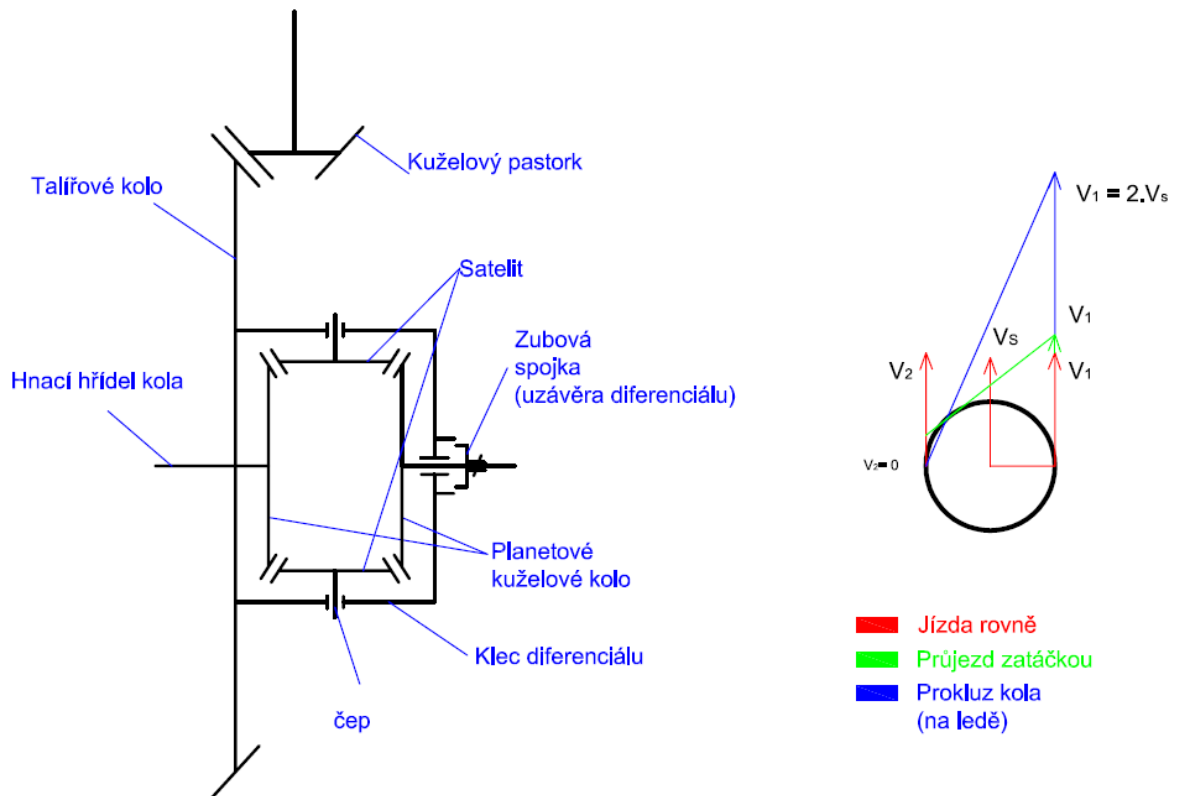
Konstrukce různých typů diferenciálů je v podstatě stejná. K talířovému kolu rozvodovky je pevně spojená klec diferenciálu, která je unášejícím prvkem pro satelity. Satelity přenášejí výkon na planetová kola, připojená na konce polonáprav uvnitř

diferenciálu. U některých typů diferenciálů zastupují funkci satelitů kolíčky nebo rozpěrky, planetová kola mají pak tvar věnců s výstupky.

1.1.2. Otevřený diferenciál

Otevřený diferenciál může být řešen dvěma způsoby, a to pomocí kuželových nebo čelních kol.

1.1.2.1. Kuželový diferenciál

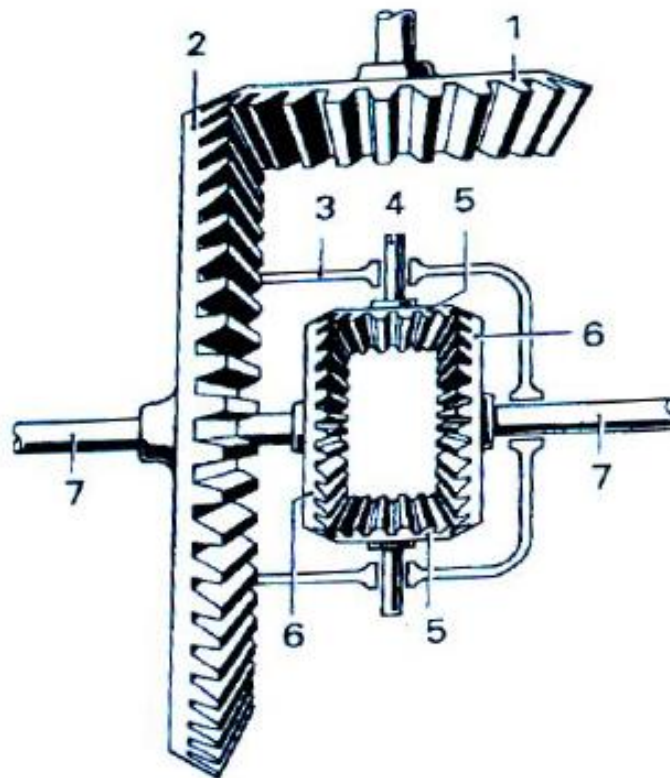


Obr. 3: Schéma otevřeného kuželového diferenciálu

Jak je znázorněno na obr. pastorek (1), který je připevněn k hnací hřídeli, je v záběru s taliřovým kolem (2), ke kterému je připevněna klec diferenciálu (3). V kleci diferenciálu jsou pomocí čepů (4) umístěna kuželová ozubená kola tzv. satelity (5). Točivý moment je ke kolům automobilu převáděn pomocí dvou kuželových centrálních kol (6).

Funkci satelitu si lze představit jako funkci kladky, jejíž čep je zatížen silou F . Na obvodu kladky působí stejně těžká břemena $F/2$. Bude-li se břemeno na stejné straně pohybovat pomaleji než na straně druhé, na silových poměrech se nic nemění, pouze kladka se bude otáčet. V diferenciálu to znamená, bude-li se jedno planetové kolo otáčet pomaleji, bude se satelit otáčet kolem svého čepu, přenos síly na obě planetová kola se však nezmění. Rovnováha sil $F/2$ na obou kolech tedy platí, ať vozidlo jede přímo, nebo zatáčí.

Jiné poměry jsou však u rychlosti satelitů. Jestliže se satelit kolem svého čepu neotáčí (přímá jízda), budou rychlost středu satelitu i obě obvodové rychlosti v bodech styku s planetovými koly stejné.



Obr. 4: Kuželový diferenciál

Tento typ diferenciálu je nejrozšířenější diferenciál, kterým jsou vybaveny osobní automobily. V dnešní době je buď ve spolupráci s elektronickými systémy, které přibrzdí kola při prokluzu, anebo je nahrazován samosvorným diferenciálem.

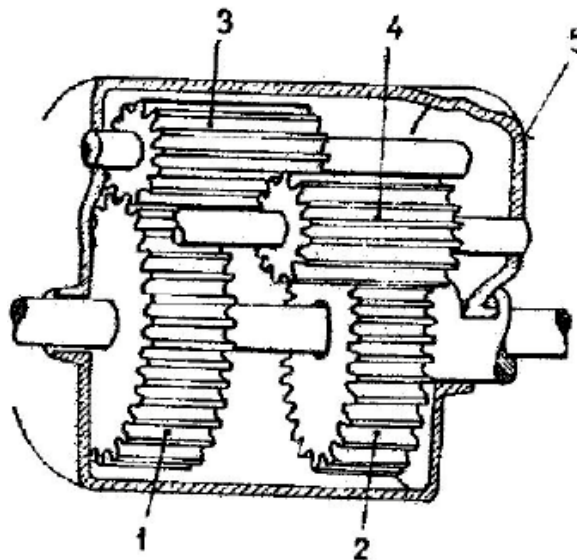
Diferenciál s kuželovými ozubenými koly může mít ještě jiné uspořádání, které je znázorněno na dalším obrázku.

Hnací hřídel je spojena s hřídelí A, která prochází skříní B, ve které je podepřena. Ve středu hřídele A jsou umístěny čepy P, které unášejí satelity C. Ty zabírají s ozubenými koly Q1, Q2, které jsou spojeny i s koly D1, D2. Kolo D1 je v záběru s větším centrálním kolem E a D2 s menším F.

1.1.2.2. Diferenciál s čelním ozubením

U tohoto typu diferenciálu mají centrální kola i satelity čelní ozubení. Otáčky i hnací moment se přenáší z klece diferenciálu (5) na čepy satelitů, satelity (3),(4) a nakonec na centrální kola (1),(2). Na rozdíl od kuželového diferenciálu jeden satelit není

v záběru s oběma centrálními koly, nýbrž polovinou své délky zabírá s druhým satelitem a druhou polovinou s centrálním kolem. Pro vyvážení bývají v diferenciálu umístěny dva páry satelitů navzájem umístěné o 180°.



Obr. 5: Schéma diferenciálu s čelním ozubením

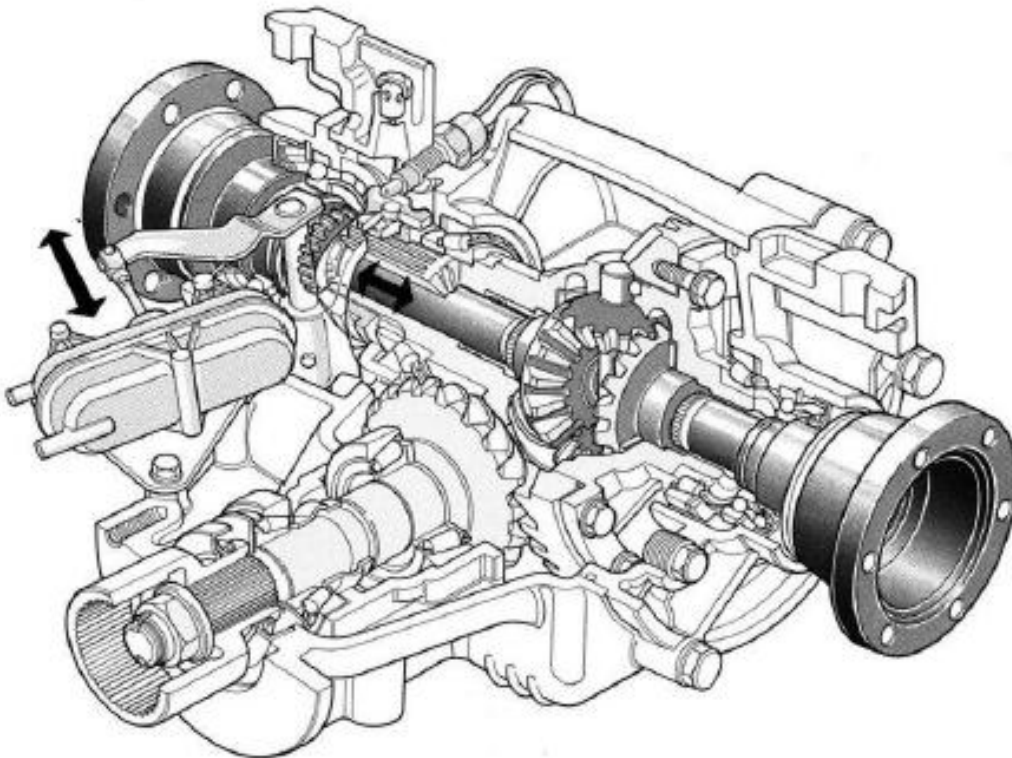
Planetová kola i satelity jsou s čelním ozubením. Každý z dvojice satelitů je ve styku s jedním planetovým kolem, oba satelity se stýkají mezi sebou. Zpomalení vnitřního kola se oběma satelity přenáší na planetové kolo vnějšího kola, které stejným dílem zrychlí.

1.1.2.3. Diferenciál s uzávěrkou

Uzávěrka diferenciálu se může řídit dvěma způsoby:

- a) mechanicky,
- b) automaticky.

Mechanicky řídit uzávěrku diferenciálu můžeme jenom v tom případě, je-li automobil v klidu a nepohybuje se. Nevýhodou těchto závěrů může být, když řidič po překonání překážky zapomene vypnout uzávěrku diferenciálu a vjede na pevný povrch. Takto by se automobil choval, jako by žádný diferenciál neměl a docházelo by k opotřebování pneumatik, zhoršení řízení a možné mechanické závadě na pohonném ústrojí.



Obr. 6: Diferenciál s uzávěrkou

K zapojení uzávěrky dojde většinou tím, že se spojí jedno centrální kolo nebo jedna hnací hřídel s klecí diferenciálu. To je zpravidla ovládáno řidičem mechanicky, elektromechanicky nebo hydraulicky. U moderních poháněcích soustav se může uzávěr aktivovat automaticky, a to na základě signálu ze senzorů od kol vyslané řídicí jednotce tohoto ústrojí.

1.1.2.4. Samosvorný diferenciál

Ovládání uzávěrky diferenciálu řidičem znepríjemňuje řízení vozidla. Rozhodování zdali uzavřít diferenciál nebo ne můžeme vynechat, pokud máme v automobilu samosvorný diferenciál. Ten pracuje na principu zvyšování tření v diferenciálu.

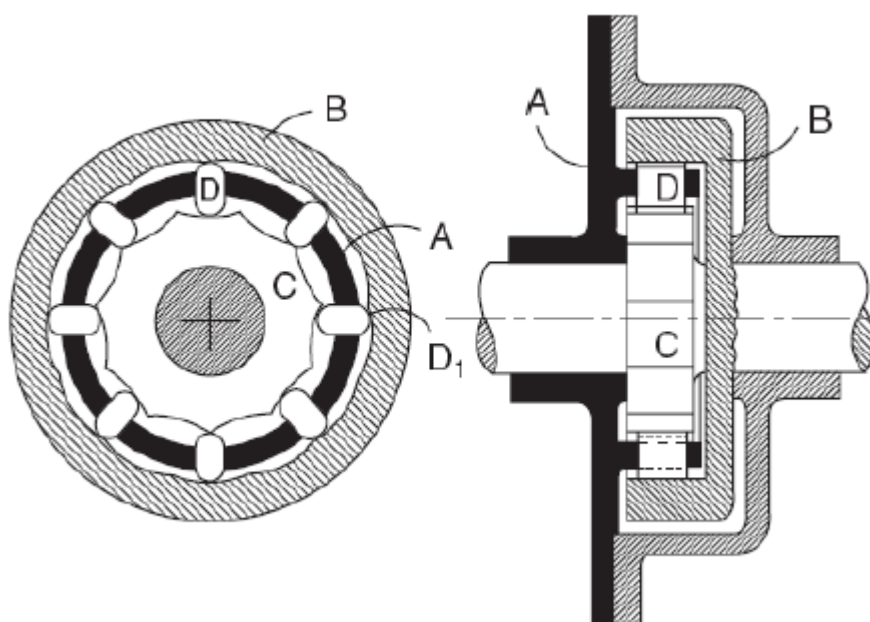
- a) vačkové diferenciály (radiální, axiální)
- b) diferenciály se zvýšeným třením (LS - Limited Slip).

Vačkový (radiální)

Mechanismus vačkového diferenciálu se skládá z unášeče kluzných kamenů (A), který je na talířovém kole, dále pak z vačkových kol (B),(C), které jsou na hnacích hřídelích. Na obr. jsou vačky znázorněny pod písmenem (D). Vnitřní tření kluzných kamenů v jejich vedení a na stykových plochách je určeno tak, že při natáčení nebo při nestejných adhezních podmínkách na jednom kole nápravy vznikne samosvornost.

1.1.2.5. Kolíčkový (rozpěrkový) diferenciál

Klec diferenciálu je pevně spojena s talířovým kolem a tvoří unášeč s otvory pro kolíčky. Planetová kola zde představují věnec a jádro s obloukovými výstupky. Kolíčky se mohou v otvorech axiálně posouvat. Při přímé jízdě mají obě kola stejný odpor, kolíčky působí mezi věncem a jádrem pouze jako klíny a obě kola se točí stejně rychle. V zatáčce se jedno z kol zpomalí, kolíčky začnou v otvorech prokluzovat a přes obloukové výstupky postrkují druhé kolo ve směru otáčení. Tím se toto kolo zrychlí. Kdyby byl počet výstupků na jádru a věnci stejný, nastavil by se do polohy, kdy by kolíčky prokluzovaly, aniž by byly schopné přenést síly na jádro a věnec. Proto je počet výstupků různý. U tohoto typu diferenciálu není převod mezi oběma planetovými koly (jádreem a věncem) roven 1 jako u ostatních typů. Převod mezi oběma koly vyplývá z úhlu, o které se jádro, nebo věnec musí pootočit, než kolíček proběhne jednu fázi svého pohybu.

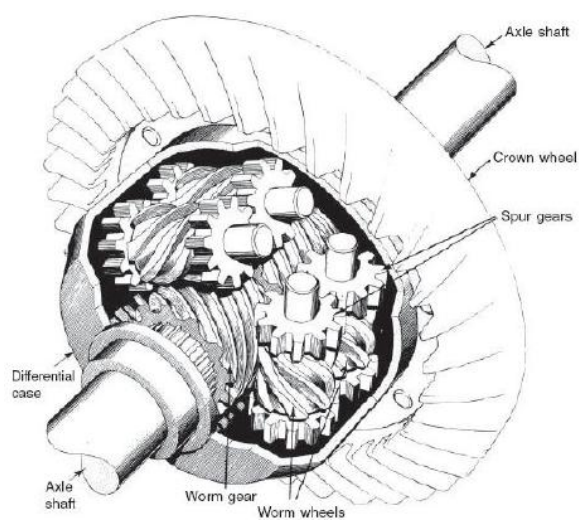


Obr. 7: Diferenciál kolíčkový

1.1.2.6. Diferenciál se zvýšeným třením

Torsen

Diferenciál Torsen, jehož název vznikl spojením prvních písmen dvou anglických slov Torque Sensing (= citlivý na točivý moment), je kombinací čelního (nesamosvorného) diferenciálu a šnekového (samosvorného) diferenciálu a využívá skutečnosti, že základní šnekový převod může převádět sílu prakticky pouze ze strany šnekového kola.



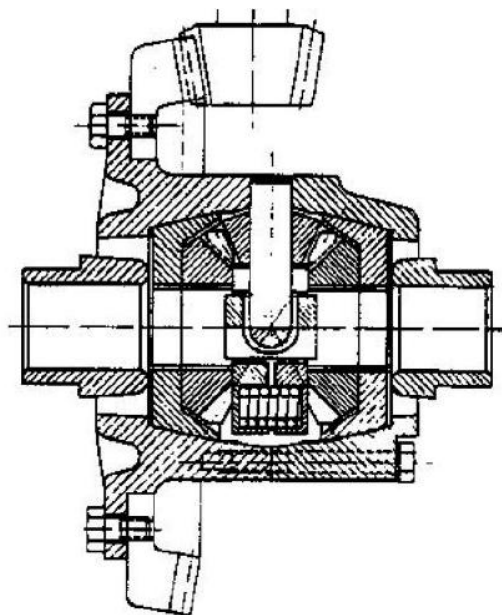
Obr. 8: diferenciál Torsen

Centrální šneková kola jsou v záběru se šnekovými satelity. Páry satelitů jsou navzájem propojeny čelním soukolím. Při relativním pohybu výstupních hřídelů nastává relativní pohyb ozubených kol, při kterém špatná účinnost šroubového ozubení vyvolá reakční točivý moment na kole s pohonem. Když náhle vzroste rozdíl v točivém momentu na hnacích hřídelích, např. když se jedno kolo začne protáčet, chová se diferenciál jako uzamčený. Na druhou stranu, když auto projíždí zatáčkou a točivý moment je téměř rovnoměrně rozdělován, šnekové satelity se začnou protáčet a hnací hřídele mají rozdílné otáčky.

Borg – Warner

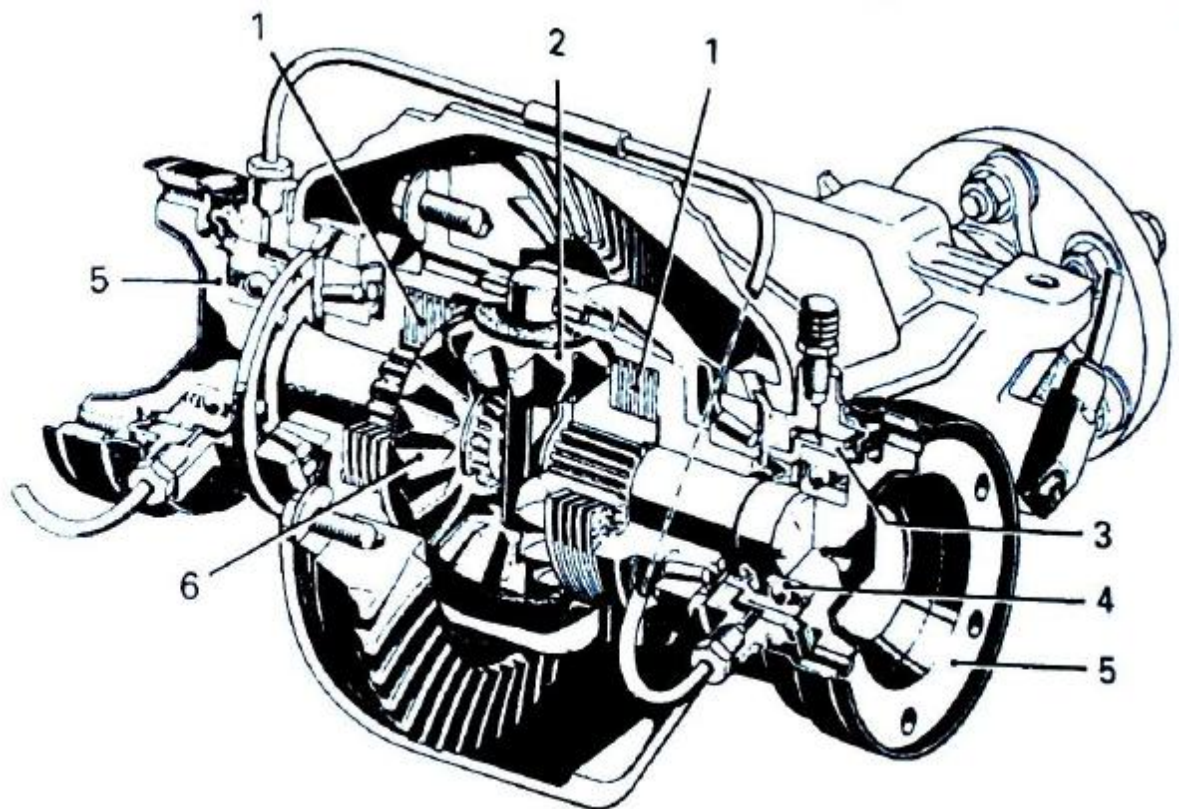
Diferenciál Borg – Warner má umístěny mezi skříní diferenciálu a centrálními kuželovými koly třecí spojky. Třecí moment je vytvářen axiálními silami v záběru zubů a přitlačnou pružinou.

U tohoto diferenciálu se pro snížení vlastní účinnosti využito kuželových třecích spojek. Prstence třecích kuželů jsou drážkováním spojeny s hnacími hřídeli kol. Kuželové plochy dosedají na obrobenou klec diferenciálu. Třecí moment je vyvozen jednak vinutými pružinami, jež působí na planetová kola diferenciálu, a i axiálními silami vznikajícími v záběru kuželových kol.



Obr. 9: Diferenciál se zvýšeným třením

ASD Diferenciál ASD (Automatisches Sperrdifferential) má dva symetrické uspořádané svazky lamel (1). Samosvorný účinek je docílen pouze silami v ozubení kuželových satelitů (2). Na obou stranách je prstencový píst (3), který je ovládán hydraulicky. Ten působí přes kuličkové ložisko (4) na hnací hřídel (5) a táhne je současně s centrálním kuželovým kolem ven. Tím se navyšuje přitlačná síla na svazek lamel a může dojít až k úplnému uzavření diferenciálu. Otáčky kol jsou porovnávány s otáčkami pastorku hnací rozvodovky a v případě odchylek od normálního odvalování zapne elektronika elektrohydraulický ventil, který ovládá uzávěrku diferenciálu. Diferenciál zůstane uzavřený také v případě, že auto zastaví a poté se rozjetí koná se zablokovaným diferenciálem, aby se zlepšila trakce automobilu. Automatické blokování diferenciálu je v činnosti jen po určitou střední rychlost, aby se zamezilo zhoršení ovladatelnosti automobilu.



Obr. 10: Diferenciál ASD

Firma GKN Driveline

Mezi největší výrobce patří firma GKN Driveline, která je hlavním dodavatelem světových výrobců automobilů, zemědělských strojů a letadel. Tato firma od roku 2007 spolupracuje s firmou ZF Friedrichshafen na vývoji diferenciálů. Tento výrobce dělí své diferenciály do tří hlavních skupin.

1. Aktivní
2. Pasivní
3. Řízené

1.1.2.7. Aktivní diferenciál

Elektronicky ovládaný

Diferenciál je vybaven elektromotorem, který ovládá vačkový převod. Natočením řídicího disku se přes řídicí kuličky zvýší přitlačná síla na přitlačný disk a tím se vymezí vůle na spojkových discích a dojde k záběru.



Obr. 11: Elektronicky ovládaný diferenciál

1.1.2.8. Elektromagnetický

Diferenciál je vybaven elektromagnetem, který vytváří magnetické pole, které přitlačí řídicí spojku a ta přenese krouticí moment na vačkový disk. Dále se jako u předchozího diferenciálu pomocí kuliček přenese síla na přitlačný disk, který vymezí vůli spojky a ta se dostane do záběru.



Obr. 12: Elektromagneticky ovládaný diferenciál

1.1.2.9. Pasivní diferenciál

Závislé na rychlosti

Visco Lok LSD

V diferenciálu je nádržka se silikonovou tekutinou, která pomocí pumpy vytváří hydraulický tlak úměrný rozdílu otáček poháněných kol. Rozdíl otáček mezi přívodním diskem a kapalinou, která je mezi tímto diskem a diskem pumpy, způsobuje smykové síly v kapalině směřující k pístu. Tyto síly stlačují píst a ten tlačí na lamely spojky. Stlačované lamely spojky vytvářejí uzavíraný točivý moment, který je následně převáděn na kolo s lepší trakcí.



Obr. 13: Visco Lok LSD diferenciál

Diferenciály nesamosvorné a samosvorné.s viskózní spojkou.

Diferenciál s viskózní spojkou můžeme uspořádat dvěma způsoby:

- a) viskózní spojka působí mezi klecí diferenciálu a hnacím hřídelem kola
- b) viskózní spojka působí mezi oběma hnacími hřídeli kol



Obr. 14: Samosvorný diferenciál s viskózní spojkou

Tento diferenciál je vybaven viskózní spojkou, která způsobuje tření a dokáže diferenciál i úplně uzavřít. Je montován do vozů BMW, Ford, Volkswagen a lehkých užitkových vozů. Viskózní spojka se skládá ze dvou druhů lamel a silikonové kapaliny, která je mezi nimi. Lamely s vnitřním ozubením jsou spojeny s hnací hřídelí a lamely s vnějším ozubením jsou spojeny se skříní diferenciálu. Lamely jsou děrované, aby se kapalina lépe rozmísťovala a tím se zvyšovala účinnost. Jakmile se kolo začne protáčet, lamely spojené s jeho hnací hřídelí se budou točit rychleji než lamely spojené s klecí, ale smykové síly v kapalině tomuto ději brání a přenáší točivý moment na neprokluzující kolo. Někdy může dojít k tzv. „kontaktnímu“ módu. Ten vzniká když se lamely přiblíží k sobě na tolik, že dojde ke kontaktu lamel.

Diferenciály závislé na momentu

Super LSD

Samosvornost je způsobena třením mezi třecími plochami centrálních kuželových kol a kuželovým kroužkem. Síla od pružiny je zvětšována pomocí úhlu kuželového kroužku.



Obr. 15: Diferenciál super LSD

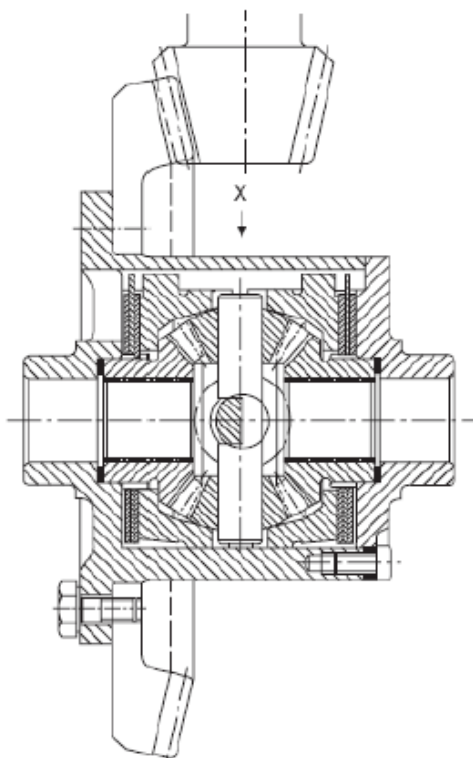
Šnekový LSD

Tento diferenciál je vybaven šnekovým převodem, ve kterém vznikají radiální a axiální síly. Tyto síly zapříčiňují tření mezi satelity a klecí diferenciálu, stejně jako mezi centrálními koly a klecí diferenciálu. Tření ale vzniká i na povrchu zubů při záměru satelitů a centrálních kol.

Závislé na momentu - Lok-o-matic

Multi-plate LSD

V tomto diferenciálu je protáčení diferenciálu brzděno třecí lamelovou brzdou. Intenzita tohoto brzdění je úměrná přenášenému momentu. Svornost u tohoto diferenciálu může být řešena buď pouze v závislosti na velikosti přenášeného momentu, nebo v součinnosti s přítlakem vyvolaným pružinou. Konstantní přítlak pružin způsobí stálý třecí moment nezávislý na přenášeném momentu, což přináší výhodu zajištění alespoň malé dávky svornosti na nepříznivých površích. Na druhou stranu se tato výhoda stane nevýhodou například při parkování, nebo pomalé jízdě v zatáčkách, kde nedochází k prokluzu. Lamelové spojky zvyšující vnitřní tření diferenciálu jsou symetricky rozmístěné na obou stranách diferenciálu.



Obr. 16: Diferenciál Multi Plate LSD

1.1.2.10. Řízené diferenciály

Elektronický uzavíratelný diferenciál

Tento typ diferenciálu je vybaven elektromagnetem, který pomocí vytvořeného magnetického pole přitáhne jedno centrální kolo. To se pomocí zubové spojky připojí ke skříni diferenciálu. Tímto se celý vnitřní mechanismus diferenciálu začne otáčet společně se skříní.



Obr. 17: Elektronicky uzavíratelný diferenciál

Volně otáčející se zadní diferenciál

Tento zadní diferenciál umožňuje volné otáčení nehnaných kol v případě, kdy je auto poháněno pouze předními koly (2WD). Jakmile je požadavek pohánět i zadní kola (4WD), je pomocí pneumatického aktuátoru zasunut vačkový kotouč do vnitřní skříně diferenciálu. Tím se propojí vnější skříň diferenciálu, která je už poháněna, s vnitřní skříní, ve které jsou umístěny centrální kola. Po spojení těchto dvou částí se začnou pohánět i zadní kola. Tento diferenciál nemá samosvorný účinek, ten se nahrazuje elektronickým systémem např. ESP, ASR atd..



Obr. 18: Volně se otáčející diferenciál

1.1.3. Vlastní účinnost diferenciálů

1. Zvedne se náprava
2. zastavíme pastorek – zařadíme jedničku, zastavíme klec diferenciálu
3. pravé kolo ... M_1 , toto kolo se bude otáčet ω_1
4. levé kolo se bude otáčet $\omega_2 = -\omega_1$; naměříme moment M_2

$$\eta_a = \frac{M_2}{M_1}$$

5. Vlastní účinnost diferenciálu $M_2 < M_1$
6. Na pravé straně obvodová síla souhlasí s obvodovou rychlostí
7. Na M_2 obvodová síla je opačná než obvodová rychlost
8. Kde je opačný smysl otáčení, tam je menší moment (M_2)

Jízda do pravé zatáčky:

Vzhledem ke kleci diferenciálu, levé kolo se točí dopředu a pravé kolo dozadu. U pravého kolo souhlasí síla s rychlostí, Levé kolo, tam je menší moment.

Závěr: vnitřní kolo přenáší větší moment!!! (jev velice nepříznivý), rozdíl je tím větší, čím menší je účinnost diferenciálu.

$$M_1 = M_2 \cdot \eta_d$$

nízká účinnost ...0,45

velká účinnost...0,9

$$M_1 = \frac{M_2}{\eta_d} = \frac{50}{0,9} = 55,55 \text{ Nm} \rightarrow \text{pro kuželový diferenciál}$$

Výsledná účinnost diferenciálů

$$\frac{\omega_2 - \omega_1}{\frac{B}{2}} = \frac{\omega_s}{R_s} \rightarrow u_2, u_1$$

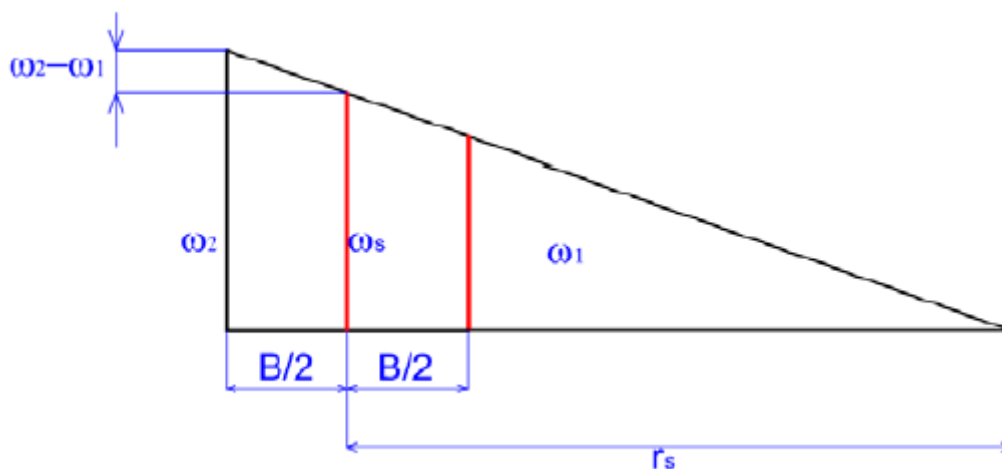
$$M_2 < M_1$$

$$M_2 = M_1 \cdot \eta_d$$

$$M_1 + M_2 = M_s$$

$$M_1 = \frac{M_s}{1 - \eta_d}$$

$$M_2 = \frac{M_s}{1 - \eta_d}$$



Obr. 19: Graf výsledné účinnosti diferenciálu

Vstupní výkon:

$$P = M_s \cdot \omega_s$$

$$P_2 = M_2 \cdot \omega_2$$

$$\eta_v = \frac{P_1 + P_2}{P} = \frac{M_1 \omega_1 + M_2 \omega_2}{M_s \omega_s}$$

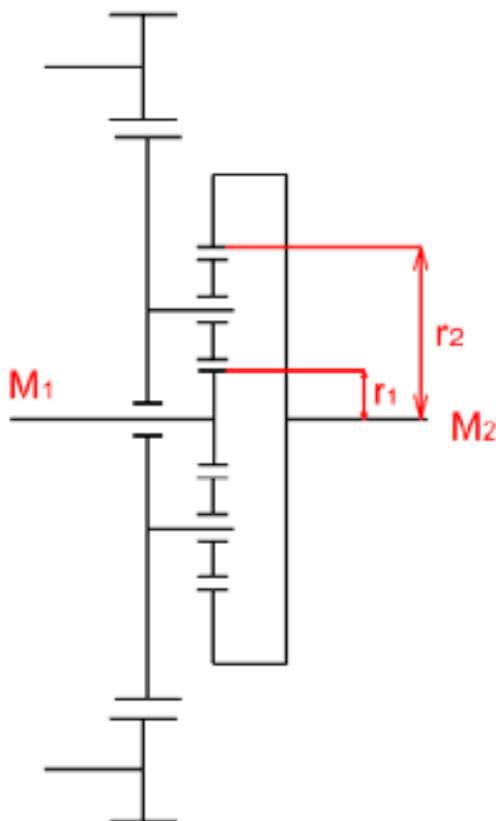
$$\eta_v = 1 - \frac{1 - \eta_d}{1 + \eta_d} = \frac{B}{2R_s}$$

1.1.4. Mezinápravový diferenciál

Rozvádí hnací moment na jednotlivé nápravy, musí být tedy použit při pohonu více náprav vozidla.

Nesymetrické diferenciály - děliče momentu

Můžou být na principu kuželového diferenciálu. Rozděluje momenty nesymetricky dle zatížení nápravy. Mohou být čelní nebo kuželové



Obr. 20: Schéma děliče momentu

1.2. Koncové převody

U některých typů terénních automobilů a prakticky u všech traktorů se přenos energie z diferenciálu nevede přímo na hnací kola vozidla, jak je to běžné u vozidel silničních. Mezi diferenciál a kola se vkládá ještě jeden stálý převod dopomala tzv. koncový převod (stálá redukce).

Význam tohoto převodu je dvojitý. Především zvětšuje točivý moment, převodové ústrojí může být slaběji dimenzováno, umožňuje zvětšit a někdy i změnit světlou výšku vozidla.

Koncové převody se konstruují jako převody párem ozubených kol, nebo jako převody planetovým soukolím. Nejčastěji se používá pár (někdy i dva) ozubených kol s čelním nebo šikmým ozubením. Kola jsou uložena buď ve skříni mostu za diferenciálem a z většího z nich jsou vyvedeny polonápravy, nebo je převod umístěn až na konci polonáprav těsně před hnacími koly. K tomuto typu patří i koncový převod umístěný v otočném portálu. Portál je připevněn šrouby k přírubě zadní nápravy. Pastorek je uložen na konci polonápravy a je v záběru s větším kolem, na jehož hřídeli je uloženo hnací kolo vozidla. Natočením portálu kolem hřídele pastorku o určitý počet roztečí šroubů se mění světlá výška.

Některé traktory používají jako koncový převod planetové soukolí. Je to v podstatě jeden stupeň planetové převodovky. Točivý moment se polonápravou přivedena centrální kolo. Korunové kolo je pevně spojené s rámem a neotáčí se. Unášec satelitů je spojen s hnacím kolem. Funkce je stejná jako u planetové převodovky. Planetové soukolí zabírá celkově méně místa, chod je tišší, jeho výroba je však dražší. Světlou výšku ani nezvětšuje, ani nemění.

Točivý moment vystupující z diferenciálu je před hnacími koly zvýšen pomocí koncových převodů. Koncové převody tvoří převodové ústrojí se stálým převodovým poměrem. Zvýšení hnací síly před hnanými koly snižuje namáhání ostatních členů převodového ústrojí umístěných před koncový převodem. Koncový převod může být na obou hnacích nápravách. Koncové převody lze rozdělit na čelní a planetové.

Čelní koncový převod tvoří ozubené soukolí s čelním ozubením. Jeho výhoda je možnost měnit světlou výšku traktoru. V současné době se používají planetové koncové převody. Hnací částí je planetové kolo a hnanou unášec satelitů, korunové kolo se neotáčí.



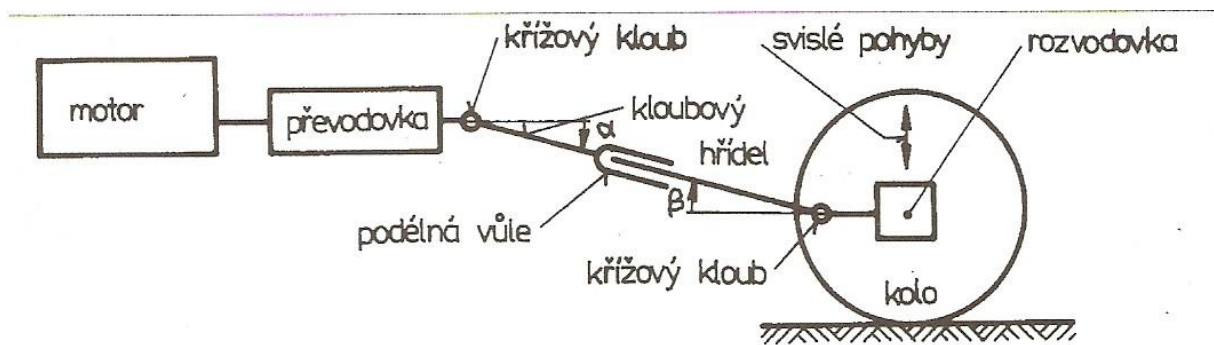
Obr. 21: Přední náprava traktoru s koncovým převodem

1.3. Hnací hřídele a klouby

Kloubový hnací hřídel je převodové ústrojí pro stálé spojení. Slouží k přenosu točivého momentu mezi dvěma převodovými ústrojími od sebe oddělenými (převodovka – rozvodovka, rozvodovka – kola), která vlivem svislých pohybů (kmitání od nerovností vozovky, kmity motoru) mění svou vzájemnou polohu.



Obr. 22: Hnací kloubová hřídel



Obr. 23: Schéma znázornění celkového hnacího ústrojí záleží na koncepci uložení motoru, převodovky a zavěšení hnacích kol. Na obrázku je znázorněno standardní uložení motoru vpředu a pohonu zadních kol.

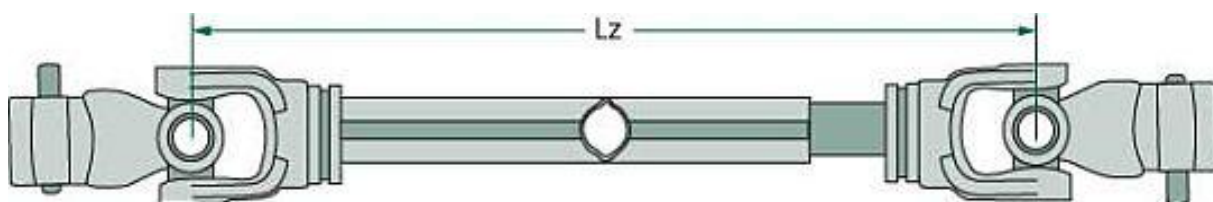
1.3.1. Podélné hnací hřídele

V konstrukci dopravních prostředků se setkáváme s různým uspořádáním pohonného ústrojí vozidla. V minulosti bylo možné považovat za nejběžnější u umístění motoru v předu podélně a pohon zadních kol. Dnes je toto řešení používané převážně u nákladních nebo některých terénních automobilů. Kloubový hřídel zde zajišťuje v podélné ose vozidla spojení mezi převodovkou a rozvodovkou. Pokud není rozvodovka upevněna přímo k rámu a tvoří součást nápravy, musí kloubový hřídel umožňovat změnu jeho délky.

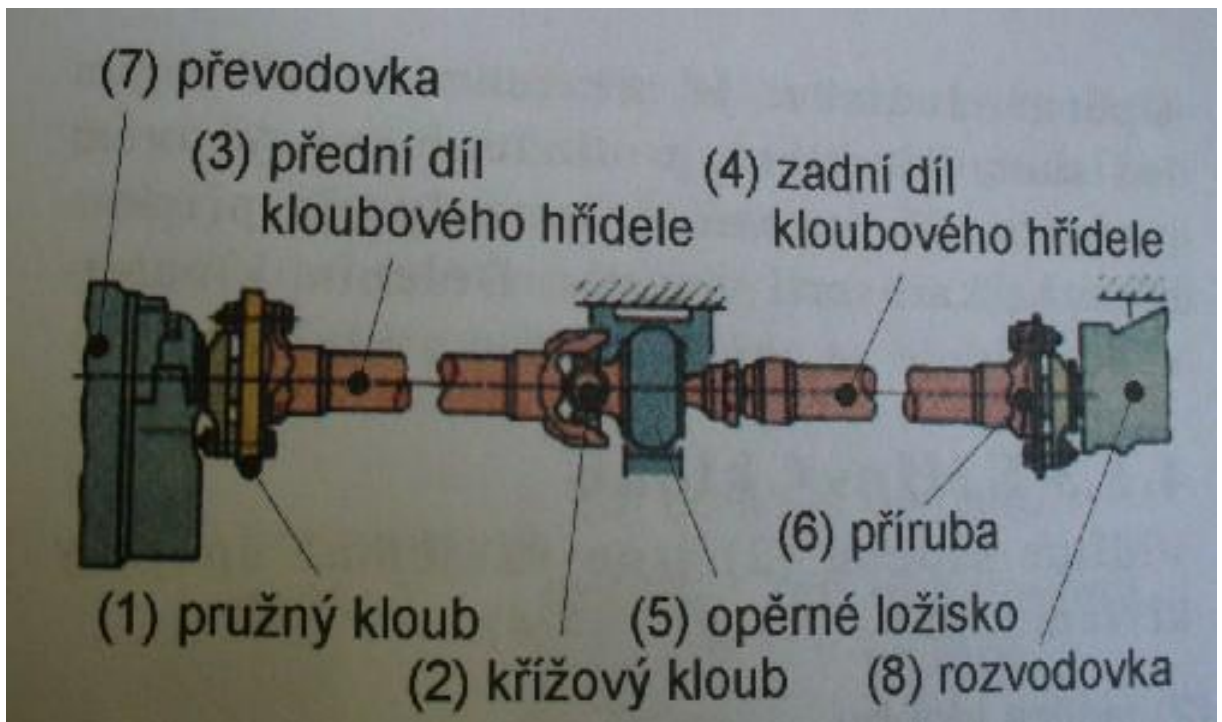
Podélné hnací hřídele jsou dnes nejrozšířenějším zástupcem, kde se používají křížové klouby.

Jde o hřídele určené především pro klasické pohony. Jsou obvykle tvořeny tenkostěnnou trubkou, kde na jejím předním konci je drážkování pro připojení na hnaný unašeč předního kloubu a k zadnímu konci je přivařen unašeč druhého kloubu.

Nejčastěji používaným konstrukčním řešením je dvoudílný kloubový hřídel.



Obr. 24: Dvoudílný kloubový hřídel



Obr. 25: Dvoudílný kloubový hřídel

1.3.2. Příčné hnací hřídele

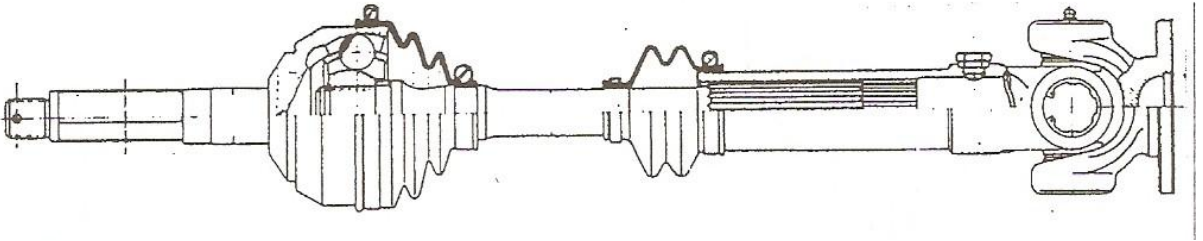
Příčné hnací hřídele přenášejí kroučící moment z diferenciálu na hnací kola a plní požadavek vyrovnávat rozdíly délek náprav při propružení.

„Zatímco u hnacích hřídelů pro zadní kola je tento požadavek poměrně snadno splnitelný, vyskytují se u hnacích hřídelů pro přední kola některé další problémy, které souvisejí s říditelností předních kol. Hnací hřídele pro přední kola musí splňovat tři funkce :

- přenos sil z diferenciálu na hnací kola,
- vyrovnání délek při propružení,
- stejný chod předních kol při jejich natočení do rejdu.



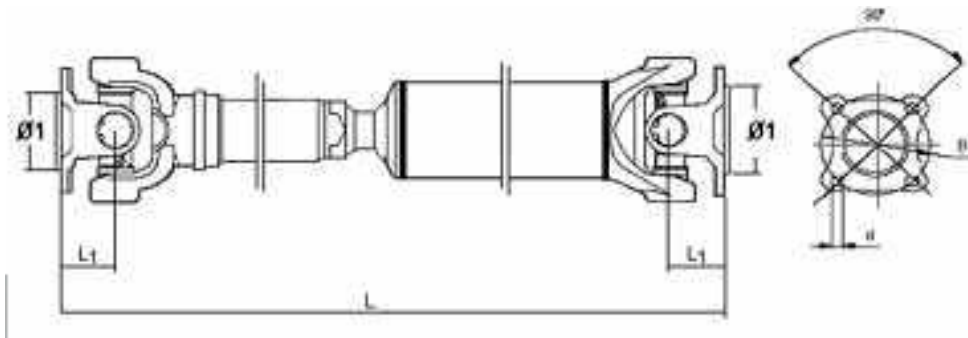
Obr. 26: Hnací hřídel (poloosa)



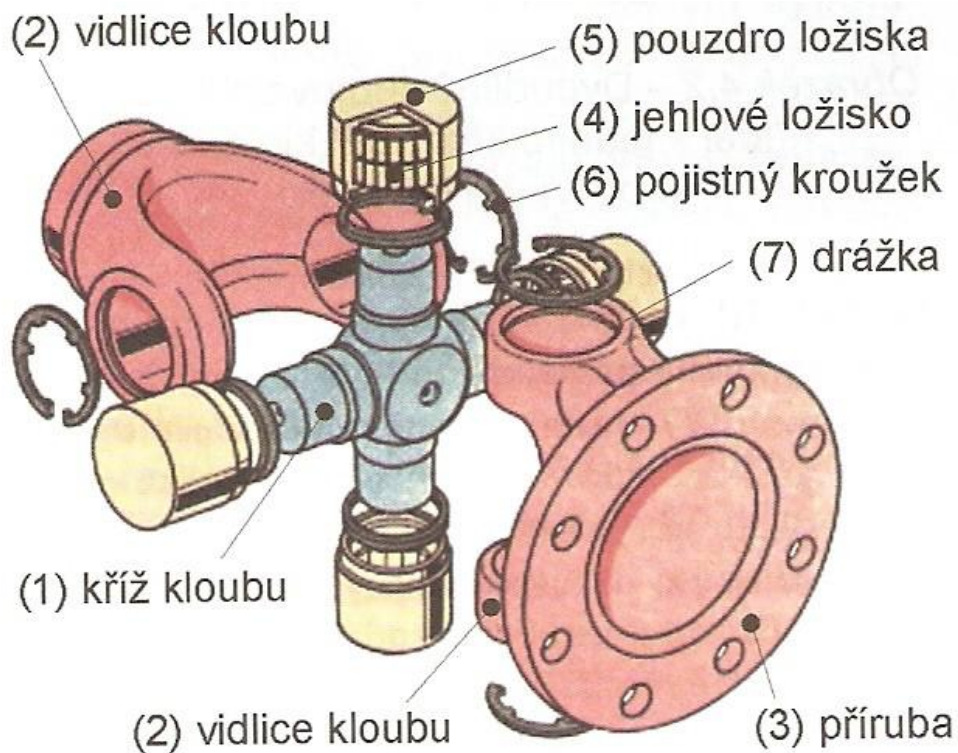
Obr. 27: Hnací hřídel mezi rozvodovkou a hnacím kolem pro přední pohon osobního automobilu

1.3.3. Hnací klouby

Spojení dvou různoběžných hřídelů je realizováno pomocí hnacích kloubů. Typickým představitelem je křížový (Kardanův) kloub, konající sférický pohyb. Odstranění nerovnoměrnosti chodu kloubu se provádí za pomoci hnacího hřídele, dvou křížových kloubů a uspořádání do "Z" nebo do "V". Vidlice křížového kloubu společného hřídele musí ležet v jedné rovině, aby byl všech hnacích a hnaných hřídelů rovnoměrný.



Obr. 28: Rozebíratelný křížový kloub

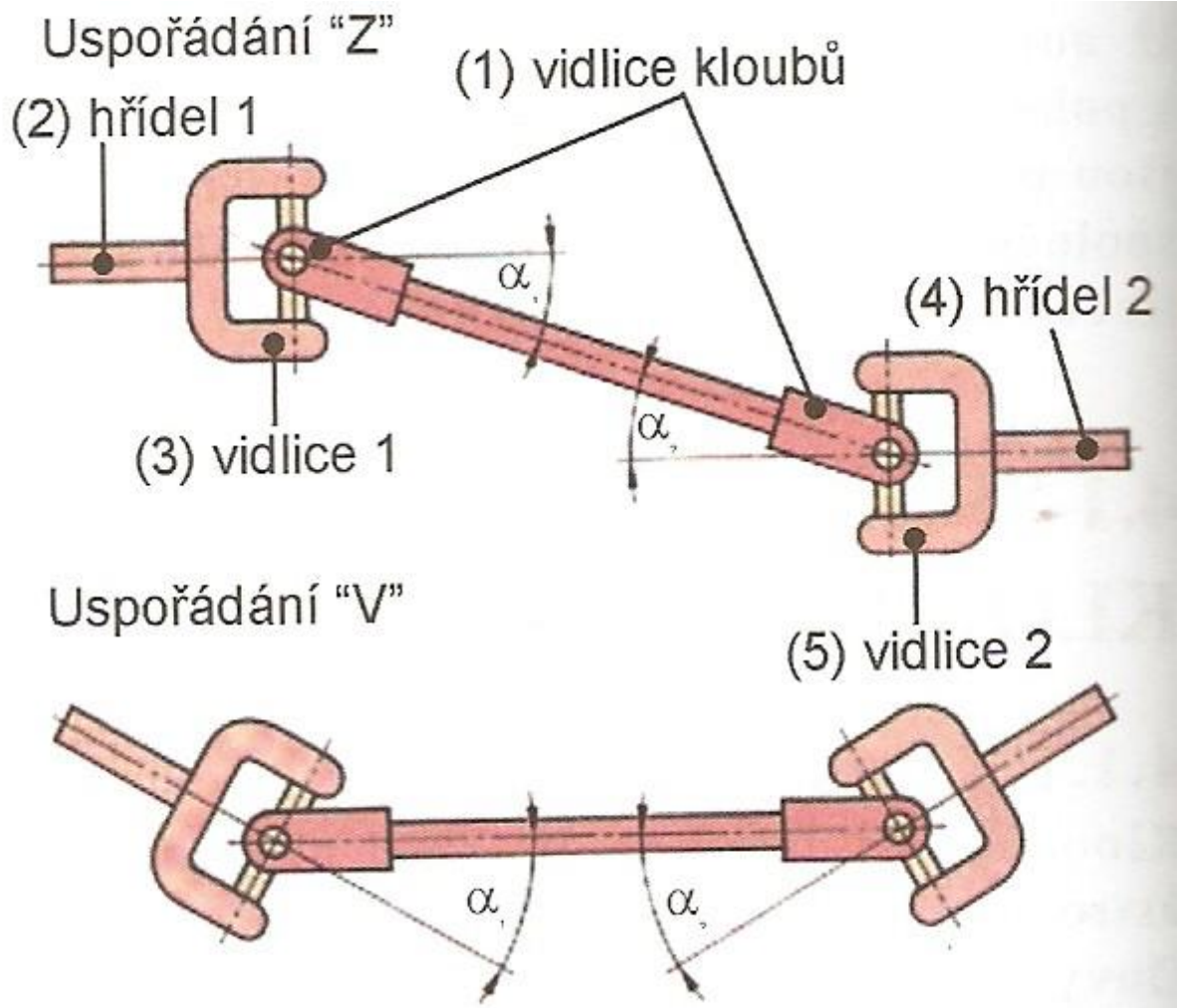


Obr. 29: Křížový kloub s ložisky

Pro kloubové spojovací hřídele se používají dva typy kloubů. Pevné a pružné. Z pevných kloubů jsou nejznámější jednoduché, a to křížový nebo věncový, a stejnoběžné (homokinetické)-dvojitý a kuličkový kloub. Z pružných kloubů je nutno jmenovat kloub kotoučový, článkový a vložkový.

1.3.3.1. Křížový kloub

Tvoří ho dvě vidlice ležící v rovinách na sebe kolmých. Vidlice jsou připojeny k hnacímu a hnanému hřídeli. Mezi oběma vidlicemi je pevný kříž, který svými ložisky obě vidlice spojuje.



Obr. 30: Uspořádání křížových kloubů

Dnes se u automobilů uplatňují tato konstrukční řešení:

a) Křížové klouby:

- s úplnou miskou ložiska - možnost výměny všech ložiskových pouzder.
- s miskovými ložisky - zalisovaná ložisková pouzdra bez možností výměny

Pro montáž těchto kloubů hovoří jednoduchost konstrukce, levná a přesná výroba.

Osobní automobily využívají často kombinace křížových kloubů s homokinetickými klouby.

b) Stejnoběžné (homokinetické) klouby :

- **Rzeppův-Birfieldův kloub** – v současnosti světově nejrozšířenější typ homokinetického kloubu, ve kterém se šest kuliček odvaluje po kruhových drahách ve vidlicích kloubu a přenášejí tak točivý moment.



Obr. 31: Homokinetický kloub

Bendixův-Weissův kulový kloub - má jen 4 kuličky, pohybující se v nekoncentrických drážkách. Kloub se skládá ze dvou do sebe navzájem zapadajících pouzder a 4 kuliček umístěných v zakřivených drážkách. Kuličky těsně zapadají mezi obě pouzdra bez použití klece. Vstupní a výstupní část musí být uložena a vedena v ložiscích. V opačné případě musí mít kloub středící kuličku. Ta se pak otáčí v čepu ve středu vnější části kloubu a zajišťuje zbývající 4 kuličky.

· **hvězdicovitý (tripoidní) kloub**

Natáčení hřídelů o potřebný úhel se v tomto případě neděje kolem dvou navzájem kolmých os, ale kolem os tří. Profil kulisy může být válcová plocha, nebo dvě rovnoběžné rovinné plochy. Průběh otáček výstupu v závislosti na otáčení vstupu má tři maxima a tři minima při jedné otáčce vstupu. Mezi výhody patří snadná realizace axiálního pohybu.

- výhodou je snadná montáž a dobrá nosnost

· **rychloběžný kloub** s posuvem

- využití zejména u hřídelů s malým točivým momentem. Při synchronizaci jsou schopny zvládnout otáčky až do 9000 min⁻¹.



Obr. 32: Poloosa s tripoidním kloubem

c) Nemazané klouby :

- kloubové disky – nejvhodnější použití u pohonných jednotek, jelikož jsou malé, vysoce zatížitelné, mají malou nevyváženost a výroba je jednoduchá.
- pryžové klouby – bezúdržbové klouby využitelné zejména pro malá úhlová vychýlení kloubového hřídele. Kladnou vlastností je např. minimalizování rázů při rozjezdech a řazení.

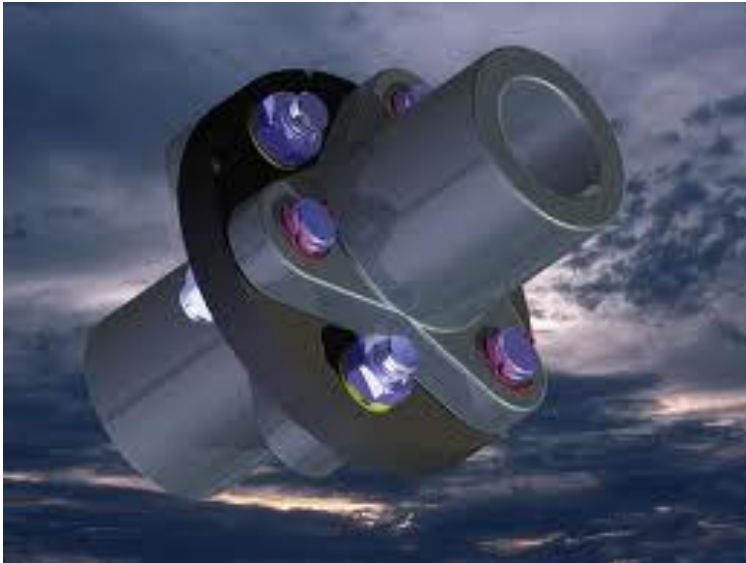
d) Kombinace :

- elastický kloub - kombinace tělesa z tvrzené pryže se dvěma vidlicemi trojramenného kloubu . Jde o bezúdržbový kloub s bezhlučným chodem.

Pružné klouby

Nejnáměšší je kloub kotoučový. Je to textgumoidní kotouč zpravidla se šesti otvory pro šrouby, jimiž jsou z obou stran střídavě připojeny trojcípé příruby obou hřídelů. Aby bylo namáhání kotouče v okolí šroubu menší, používají se vložky, které se na čelech kotouče rozšiřují v kruhové nebo trojúhelníkové destičky. Pro přenosy větších momentů se používají klouby článkové, u nichž jsou místo pláten eliptická oka z ocelových lan.

Vhodné jsou i vložkové klouby. Jsou to plechové kotouče s přivulkanizovanými pryžovými vložkami pro čepy. Vložky jsou tvarovány tak, že dovolují i pružnost axiální.



Obr. 33: Pružný kloub

1.4. Vývodové hřídele traktorů

Slouží k přímému pohonu mechanismů zemědělských strojů a mobilním energetickým strojem. Převážně se to týká traktorů. Jsou normalizovány, aby výrobci mohli počítat s příslušenstvím. Vývodové hřídele mohou být i u speciálních automobilů.

Vývodový hřídel:

- vpředu
- vzadu
- zespod (možno připojit žací stroj)

Normalizován:

- na velikost koncovky na velikost výkonu



Obr. 34: Vývodová hřídel traktoru

Z hlediska otáček:

Nesynchronní vývodový hřídel

Má úměrné otáčky, otáčkám motoru

Synchronní hřídel

Vázán na otáčky hnacích kol

NESYNCHORNÍ:

Otáčky normalizovány:

- Při jmenovitých otáčkách motoru

90-100% jmenovitých otáček motoru, 540ot/min. koncovka má průměr 35mm, a je opatřena šestidrážkovým koncem

- V současné době, kdy je požadován větší výkon jsou pohony vývodových hřídelů zvýšeny na 1000ot/min. tzn. výkon je téměř dvojnásobný, aby se nastalo, že by se na tento výkon přidělal jiný stroj, proto je použit hřídel s 21drážkami při stávajícím průměru 35mm.

- dále se dělají i hřídele o průměru 45mm, pro přenos výkonu do 130kW s 20 drážkami.

- Možnost řazení 4druhů otáček

ekonomické, které jsou 750ot/min nebo 1250ot/min -> minimum měrné spotřeby paliva, motor pracuje při 70% jmenovitých otáček -> (540, 1000ot/min)

ÚDAJ		TYP		
		1	2	3
Jmenovité otáčky	min ⁻¹	500	1000	1000
Průměr hřídele	mm	35	35	45
Počet drážek	-	6	21	20
Jmenovitý výkon	kW	36	66	131

1.5. Podvozek

Podvozek je důležitá část stavby každého motorového vozidla. I u traktoru obsahuje podvozek všechny mechanismy, které umožňují pojízdnost a říditelnost. Některé skupiny podvozku mají zvláště u traktoru větší důležitost, protože umožňují jednak nést různé mechanismy a stroje, jednak přímo působí při přenosu hnací síly. U zemědělských traktorů se setkáváme s dalšími požadavky, které se nevyskytují u ostatních motorových vozidel. U podvozku se vyžaduje měnit světlou výšku, rozchod a rozvor při zachování vyhovujících pracovních vlastností, zvláště pak stability a říditelnosti.

Podvozek se skládá z nosného ústrojí (rám, odpérování, nápravy, pojezdové ústrojí), řízení a brzdového ústrojí.

1.5.1. Rámy a nápravy mobilních strojů

1.5.1.1. Rámy vozidel

Rám je nosnou částí pro ostatní mechanismy, tj. motor, převodová ústrojí, koncové převody, ostatní části podvozku, popřípadě kabinu řidiče.

- Obdélníkový rám: Tvořen podélníky a příčkami. Při jízdě je rám kombinovaně namáhán na krut a ohyb. Pro ohybové napětí nejlépe vyhovují profily „U“ pro krut profily kruhové, čtvercové, obdélníkové. Konstrukce rámu může být svařovaná nebo nýtovaná. Nýtované konstrukce jsou mnohem pružnější, u svařovaných dochází k prasknutí v oblasti svarů, ale svařovaná je jednodušší.

- Páteřový rám: Místo podélníku jeden středový nosník

- Bezrámová konstrukce: Jednotlivé skupiny (motor, převodovka, skříň koncových převodů) jsou sešroubovány v jeden celkem a tvoří tak nosnou konstrukci traktoru. Pojezdové ústrojí a ostatní mechanismy jsou pak přímo zavěšeny na této samonosné konstrukci.

- Polorámová konstrukce: Jsou jen některé prvky vozidla upevněny na rámu.

- Samonosná karosérie

- Příhradový rám: Tvořen jako příhradová konstrukce z ocelových trubek nebo výlisků.

Smíšený: Použito několik typů konstrukce.

1.5.1.2. Odpružení vozidel

Účelem odpružení je především zmírnit mechanické otřesy, kterým je posádka za jízdy vystavena. Významným důsledkem odpružení vozidla je i podstatné snížení rázového namáhání součástí podvozku a karosérie tím zvýšení jejich životnosti. Odpérování vozidla je též podstatné z hlediska stability jízdy. U běžných silničních vozidel odpružení řeší jednat pneumatiky a hlavně různými péry a pružinami. U traktorů je odpružená pouze úřední náprava. Odpružení zadní nápravy řeší pouze pneumatika. Neodpérované hmoty mají být co nejmenší.

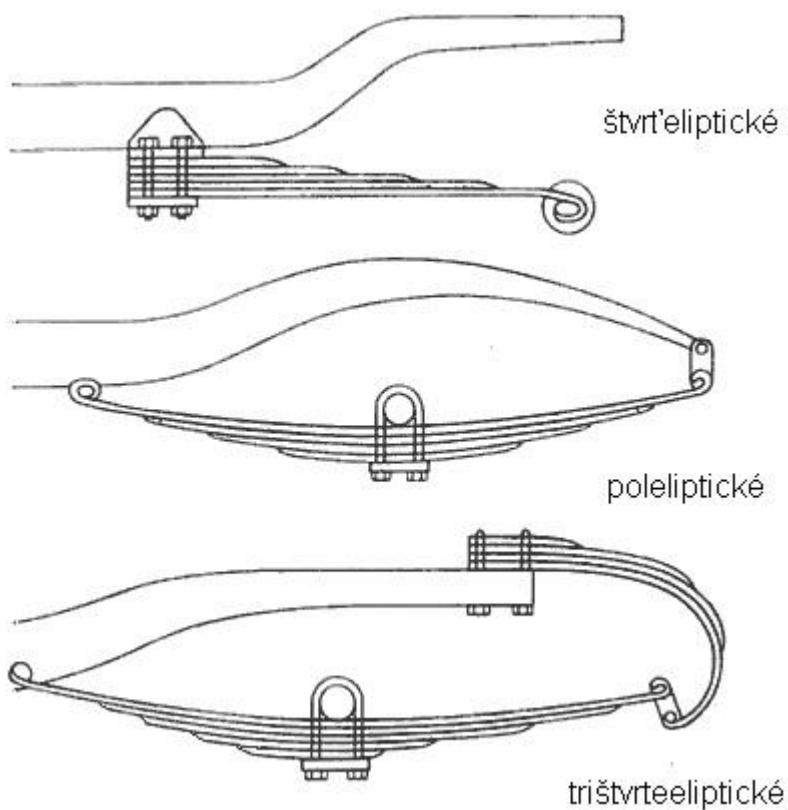
Pérování motorových vozidel lze rozdělit takto:

- Pérování ocelovými pružinami
- Pneumatické pérování
- Hydropneumatické pérování

Pérování ocelovými pružinami – nejpoužívanější

Listové pružiny

- Odpružení tuhých zadních náprav osobních automobilů a k odpružení předních i zadních náprav nákladních automobilů. Mohou být
- umístěny příčně i podélně. Mohou být eliptická,
- třičtvrteeliptická, půleliptická, čtvrteliptická.
- Nejrozšířenější jsou půleliptická. Parabolické listové pero – listy mají různou tloušťku. Výhodou je, že pro stejné použití je lehčí. Při návrhu kontrolujeme pružinu na maximální průhyb.



Obr. 35: Konstrukční řešení listových pružin

Vinuté pružiny

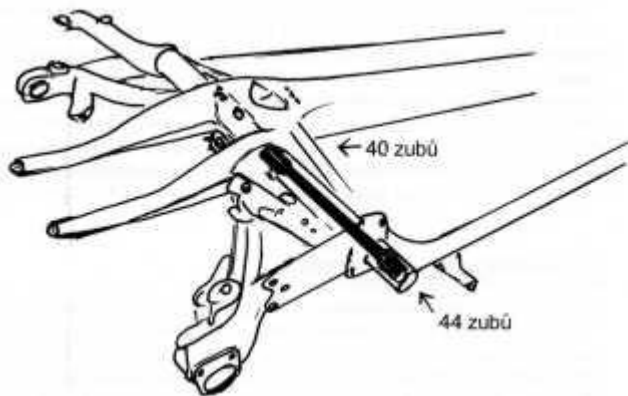
Mají velmi dobré pružící vlastnosti, výhodnou malou hmotnost, jsou výrobně jednodušší než listové pružiny a svým vhodným tvarem a velikostí se lépe umístí na vozidle. Nemají samotlumící účinek – nutnost použití tlumiče. Jsou vinuty z ocelového drátu nebo tyče do šroubovice válcového popřípadě kuželového tvaru.



Obr. 36: Vinutá pružina

Zkrutné torzní tyče

Mají kruhový a nebo čtvercový průřez a jsou na obou koncích zesíleny a drážkovány. Jedním koncem jsou připojeny k rámu a druhým konce jsou připojeny na neodpérovanou část podvozku. Takové spojení umožňuje při výkyvu zkrucování torzní tyče, jejíž pružnost tlumí nárazy. Dokonalé odpérování závisí na tloušťce a délce torzní tyče a je náročnější na tlumiče. Při kontrole se počítá úhel zkroucení a napětí v krutu.



Obr. 37: Zkrutná torzní tyč

Pneumatické pérování

Výhodou pro pneumatické pérování je dosažení podobných hodnot odpružení, pro zatížené i nezatížené vozidlo a možnost regulace světlé výšky. Používá se zejména pro odpérování zadních náprav nákladních automobilů. Vlastním médiem je vzduch stlačený na tlak 0,3 až 0,5 MPa v gumovém měchu.

Použité prvky: pryžové vlnovce, pružící válce s pístem. Utěsnění pomocí membrány. Tlumiče nepřenáší surné síly.

Důležitou součástí je zařízení regulující tlak vzduchu v pružinách. Zvýší-li se zatížení otevřou se vstupní ventily a do vzdušnice pružiny proudí vzduch, při odlehčení vozidla část vzduchu uniká přes výpustný ventil.



Obr. 38: Pneumatické pérování

Hydropneumatické pérování

Pružícím prvkem je plyn např. dusík. Jehož množství je konstantní. Pln je stlačen na 10 MPa. Přenos pohybu kol se uskutečňuje pomocí kapaliny, která je od plynu oddělena membránou. Pohyb kapaliny se současně používá ke tlumení.

Výšku vozidla lze regulovat změnou množství kapaliny v prostoru mezi pístem vzduchovým polštářem. Toto pérování je málo rozšířené, složitější a má vyšší výrobní a provozní náklady.

1.5.2. Nosné ústrojí vozidel

c) nápravy vozidel a možnosti změny světlé výšky a rozchodu kol

Nápravy přenášejí hmotnost vozidla na kola a hnací síly zpět na rám nebo na konstrukci vozidla. Mezi funkční požadavky na nápravy patří především množství přesného vedení vozu, tj. aby i při pérování se neměnil jejich rozchod, sklon a aby nedocházelo k nerovnoměrnosti jejich otáčení. Nápravy se dělí na pevné a výkyvné.

Pevné nápravy

Pevnými nápravami se nejspolehlivěji přenáší odpérovaná hmota vozu a nákladu na kola a naopak suvná a brzdná síla z kol na rám. Nemají klouby ani jiné zvláště namáhané čepy podléhající opotřebením.

Jednoduchá výroba a snadná údržba. Nevýhodou větší neodpérovaná hmota a požadavek většího prostoru pro pérování. Používají se u nákladních aut a rozšířeny jsou zejména u traktorů.



Obr. 39: Pevná náprava

Výkyvné nápravy (nazývané též polonápravy)

Umožňují aby každé kolo sledovalo samostatně povrch vozovky, výkyvy se nepřenášejí na celé vozidlo, zlepšují stabilitu vozidla a umožňují snížit polohu těžiště. Jsou však složitější a výrobně nákladnější, jsou více poruchové a při pérování nedodrží rozchod kol.



Obr. 40: Výkyvná náprava Tatra

1.5.3. Změna světlé výšky a rozchodu kol

Využívá se u zemědělských strojů aby nedocházelo k poškození ošetřovaných plodin.

Změna světlé výšky se u přední nápravy dociluje posunem předního kola s nábojem po prodlouženém svislém čepu. Posun je plynulý nebo stupňovitý. U zadní nápravy pootočením vnější částí skříně portálu koncových převodů lze stupňovitě měnit světlou výšku. Změna většinou nestačí proto se používají také větší kola.

Změna rozchodu kol se u přední nápravy dociluje stupňovitým nebo plynulým posouváním výsuvných tyčí se svislými čepy uložených v duté nápravě. U zadní nápravy je změna rozchodu složitější. U starších se prováděla změna rozchodu posunem celého kola po prodlouženém hnacím hřídeli (nevýhodou je zvýšené namáhání hřídele při maximálním rozchodu). U novějších traktorů je možnost změny montáže disku kola a ráfku, které lze pootočením montovat v různé poloze



Obr. 41: Příklady změny rozchodu kol a světlé výšky

1.6. Řízení kolových a pásových vozidel.

Řídicí ústrojí u vozidel zajišťuje úmyslnou změnu směru jízdy. K tomu je třeba vyvodit na kolech nebo pásech takové boční síly, které zakříví trajektorii jízdy. Vyvození bočních sil se dosahuje u kolových vozidel řízením náprav nebo kol, u pásových vozidel rozdílem rychlostí jednotlivých pásů.

Celé řídicí ústrojí musí být konstruováno tak, aby řízení vozidla co nejméně narušovalo jeho jízdní vlastnosti a nesnižovalo bezpečnost jízdy. Také ovládání řídicího ústrojí musí klást co nejmenší nároky na sílu řidiče.

Úkolem řízení je udržovat směr jízdy a umožňovat jeho změnu. Řízení je vedle brzd nejdůležitějším orgánem, na němž závisí bezpečnost provozu motorových vozidel. Aby řízení vyhovovalo vysokým nárokům, které jsou na ně kladeny, musí splňovat řadu konstrukčních požadavků:

- Kola se mají při jízdě v zatáčce pouze odvalovat a nikoliv smýkat, a to i tehdy, kdy se poloha kola mění řízením, párováním nebo vlastnostmi vozovky. Aby byl tento požadavek splněn, musí se osy řízených i pevných kol protínat v jednom bodě, který je středem zatáčení.
- Řízená kola musí samočinně udržovat přímý směr v celém rozsahu pojezdových rychlostí. Nesmějí se přitom rozkmitat.
- Řídicí ústrojí a náprava musí mít správnou kinematiku, aby při pérování nedocházelo k samovolnému řízení kol.
- Ústrojí převodu pohybu nesmí přenášet nárazy z kol na volant.
- Převod nesmí být úplně samosvorný, aby se řízená kola mohla po projetí zatáčky sama vracet do přímého směru.
- Ústrojí musí být konstruováno tak, aby vůle byly co nejmenší a snadno seřiditelné.

Druhy řízení

Možnosti řídit kolová vozidla se dají shrnout zhruba do dvou základních typů řízení:

Řízení celku nápravou nebo nápravami a řízení koly.

Řízení celou nápravou není pro motorová vozidla výhodné. Změna valivých odporů nebo jiné nahodilé odpory na jednotlivých kolech nápravy vyvolají velký moment ke středu

čepu nápravy a jízda je směrově nestabilní. Ani z konstrukčních důvodů není tento typ vhodný, protože vyžaduje velký volný prostor v půdoryse vozidla.

U motorových vozidel se proto používá řízení koly. U běžných vozidel jsou to vždy kola přední, protože pohyb takového vozidla v zatáčce je stabilní. Vozidlo se totiž považuje za stabilní tehdy, jestliže při změně směru jízdy vznikají síly, které se snaží této změně zabránit.

Řízení tuhou nápravou,

Řízení tuhou nápravou, která se otáčí kolem středního svislého čepu. (u traktorových přívěsů)



Obr. 42: Řízení tuhou nápravou

- **Řízení lomením dvou částí rámu pomocí kloubu,**

jehož čep dovoluje vychylování obou částí a zmenšuje poloměr zatáčení (mívá kapalinový nebo vzduchový posilovač).

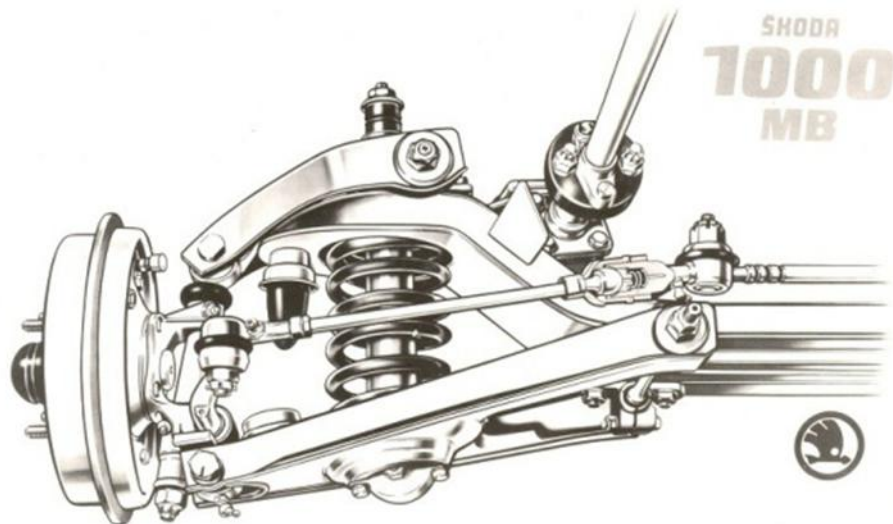


Obr. 43: Řízení pomocí kloubu

Řízení jednotlivými koly, která se zatáčejí kolem svislých čepů nápravy.

1.6.1. Stabilita řízených kol

K základnímu požadavku na stabilitu vozidla při jízdě v přímém směru přistupuje ještě požadavek samočinného vrácení kol do základní polohy po projetí zatáčkou nebo po nahodilém vychýlení kol nerovnostmi vozovky. Oba požadavky je možno splnit vhodným uspořádáním polohy kol a postavením rejdových čepů kol.



Obr. 44: Řízení spojovací tyčí

Řízení jednotlivými koly, která se zatáčejí kolem svislých čepů nápravy.

Dle konstrukce se rozdělují:

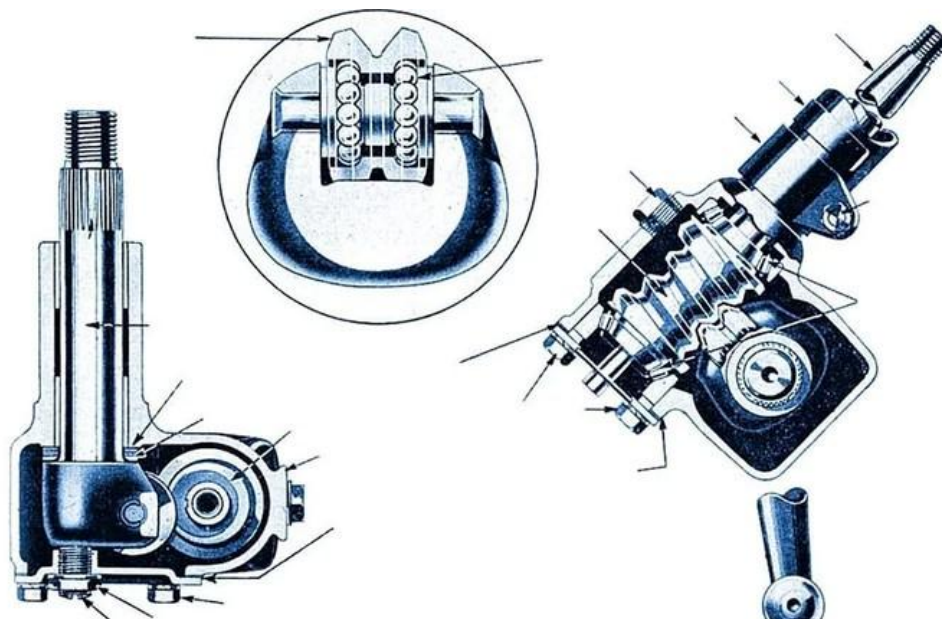
- a. se spojovací tyčí
- b. s řídicími tyčemi
- c. se dvěma táhly řízení (používá se u některých traktorů)



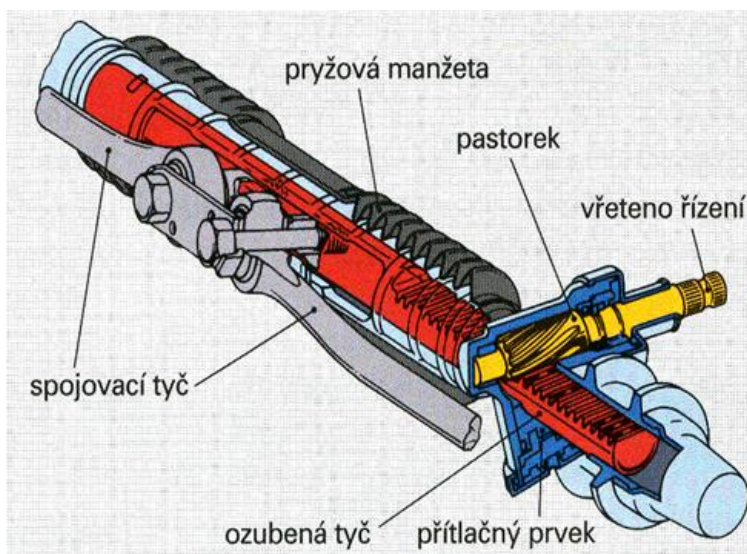
Obr. 45: Řízení se spojovacími tyčemi

1.6.2. Konstrukce převodu řízení

- **Šnekový převod** – šnek umístěný na řídicí tyči zabírá do šnekového segmentu (kola). Tento segment je na hřídeli spolu s hlavní pákou řízení. Pohybem šneku se natáčí segment a pohybuje hlavní pákou řízení.
- **Hřebenový převod** – pastorek umístěný na řídicí tyči zabírá do hřebenu řízení. Na tomto hřebenu jsou umístěny pravá a levá řídicí tyč na konci spojené přes kulový čep s táhlem řízení. Pohybem hřebenu se vše pohybuje.
- **Maticový převod** – na hřídeli volantu je šroub řízení, který zabírá do matice řízení. Pohybem se přes kulisu přenáší na hřídel řízení na které je umístěna hlavní páka řízení. Hlavní páka řízení pohybuje táhlem řízení, které je spojeno s řídicí pákou, která pohybuje spojovací tyčí, která spojuje obě kola.



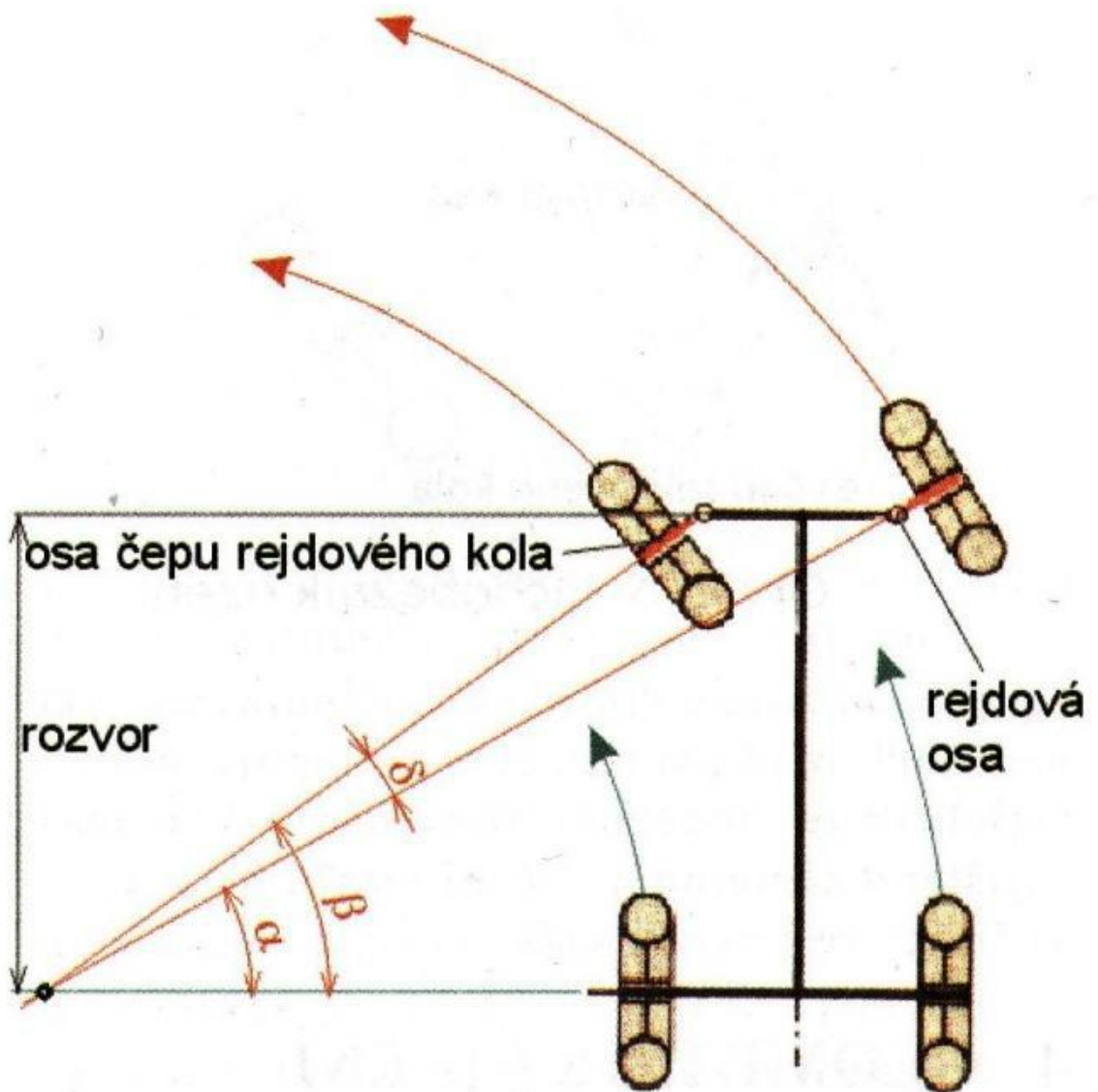
Obr. 46: Převodka řízení s oběhem kuliček



Obr. 47: Hřebenové řízení

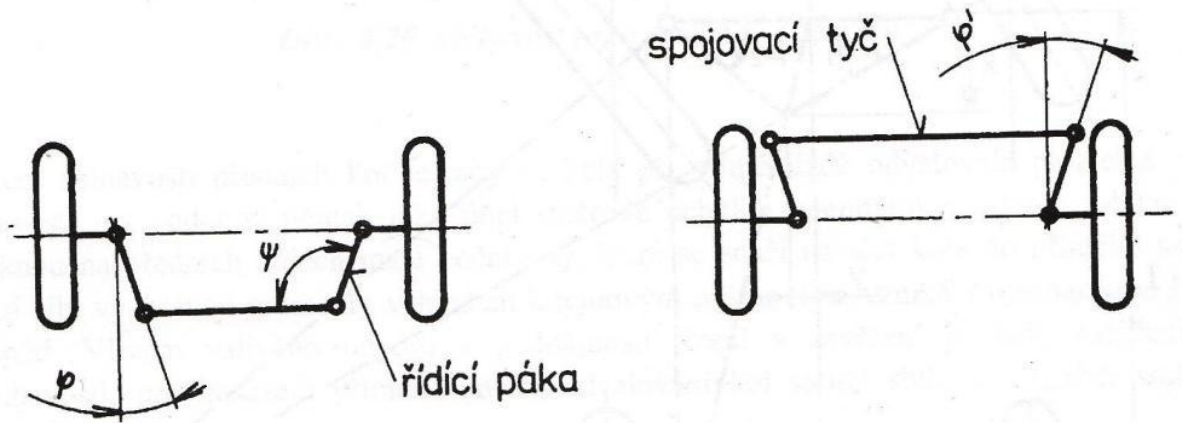
1.6.3. Lichoběžník řízení

Každé rejdové kolo se otáčí kolem vlastní rejdové osy. Při jízdě v zatáčce ujedou kola téže nápravy nestejnou dráhu. Kdyby byla obě rejdová kola stejně natočena, žádné z nich by se neodvalovalo bez smýkání. Aby se obě kola odvalovala bez smýkání, musí být vnitřní kolo natočeno více než vnější, a to tak, že prodloužené osy rejdových kol se protínají na prodloužené ose neřízené zadní nápravy. Při průjezdu zatáčkou mají přední i zadní kola teoreticky společný střed otáčení (mluvíme o tzv. Ackermannově geometrii řízení). Skutečný střed otáčení je v důsledku boční deformace pneumatik posunut obvykle dopředu.



Obr. 48: Ackermannova geometrie řízení- podmínka řiditelnosti

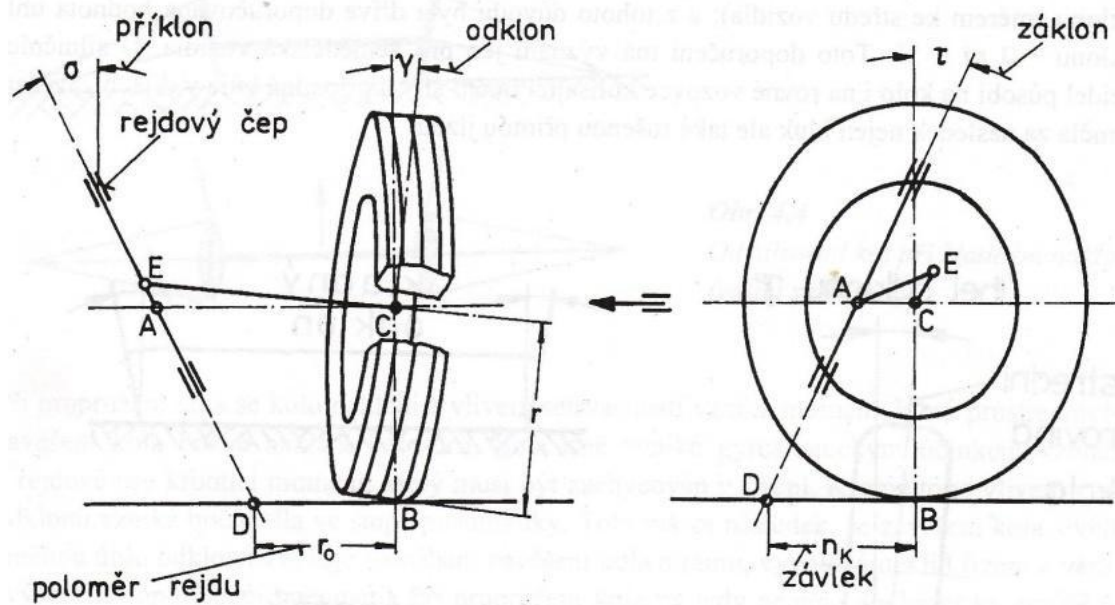
Spojovací tyč řízení a obě páky rejdových kol tvoří spolu s osou přední nápravy při přímé jízdě lichoběžník řízení. Lichoběžník řízení umožňuje nestejně natočení rejdových kol při jízdě v zatáčce.



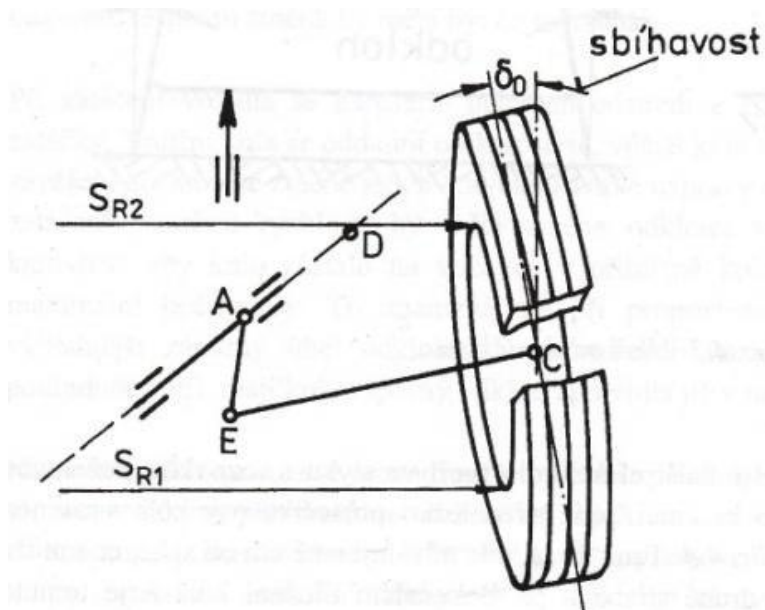
Obr. 49: Lichoběžník řízení

1.6.4. Geometrie řízení

Aby se kola v zatáčce odvalovala, řízení bylo lehké, přesně a stabilní, aby jízda byla klidná a zmenšovalo se namáhání čepů, mají řídicí kola a rejdové čepy určité geometrické odchylky od svislých rovin. Jsou to odklon kola, sbíhavost kol, příklon rejdového čepu a záklon rejdového čepu nebo závlek kola.



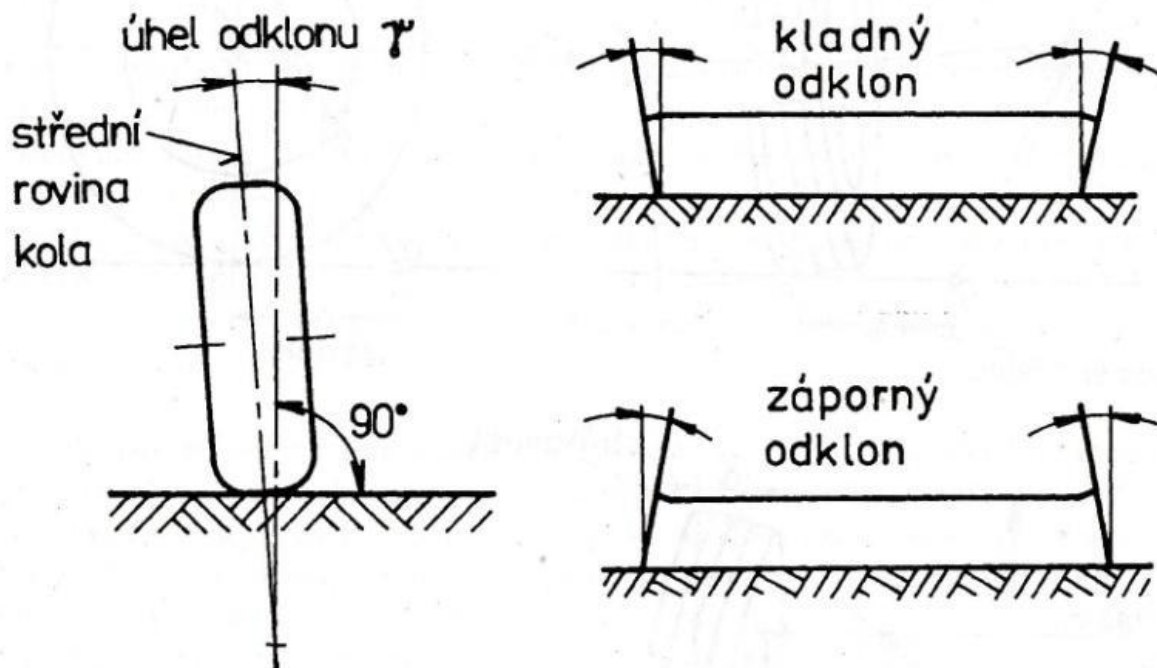
Obr. 50: geometrie řízení odklon kola



Obr. 51: Geometrie řízení

Geometrie řízení – ODKLON KOLA

Odklonem kola se rozumí úhel odklonu střední roviny kola od svislé osy vozidla neboli od svislé roviny kolmé na vodorovnou rovinu tvořenou podlahou stání nebo vozovkou. Odklon kola může být ve statické poloze pozitivní nebo negativní, přičemž kladně je uvažován v případě, že se kolo naklání vrchem vně vozidla, záporně, naklání-li se dovnitř

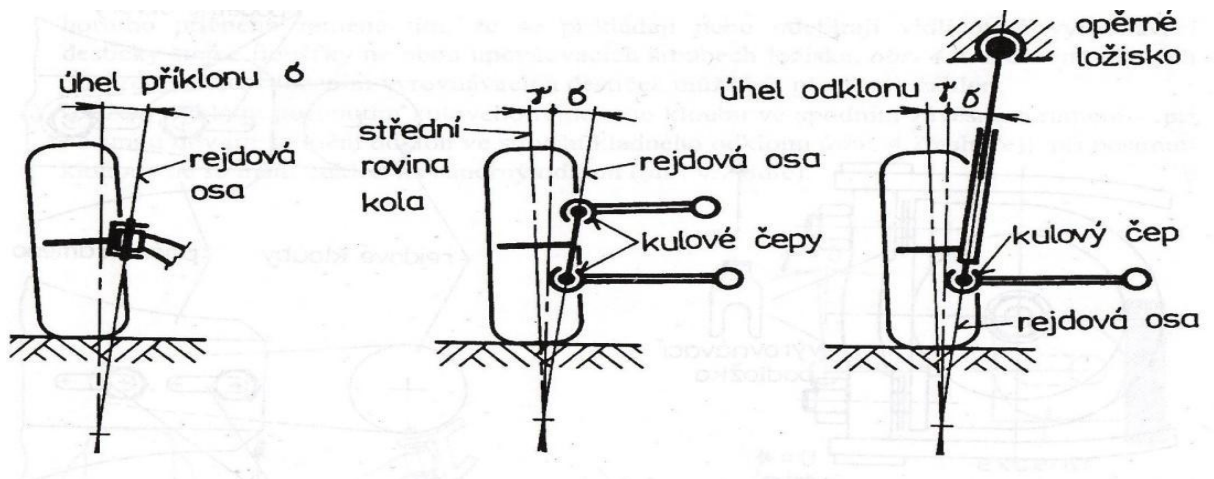


Obr. 52: Odklon kola

Účelem odklonu kola je jednosměrně a trvale zatížit ložiska čepu kola, vymezit jejich vůle a zvýšit bezpečnost jejich osového zajištění. Ve spojitosti s příklonem rejdové osy zlepšuje stabilitu vozidla a snižuje ovládací síly řízení. Nastavením odklonu kol lze částečně upravit nedotáčivost nebo přetáčivost vozidla a snížit sklon ke kmitání kol.

Geometrie řízení – PŘÍKLON REJDOVÉHO ČEPU

Úhel příklonu rejdové osy (rejdového čepu) je dán konstrukčně uložením kola. Příklon rejdové osy je úhel, který svírá rejdová osa s podélnou rovinou kolmou na podložku, neboli je to průmět úhlu sevřeného rejdovou osou a svislicí do roviny rovnoběžné s příčnou rovinou vozidla.

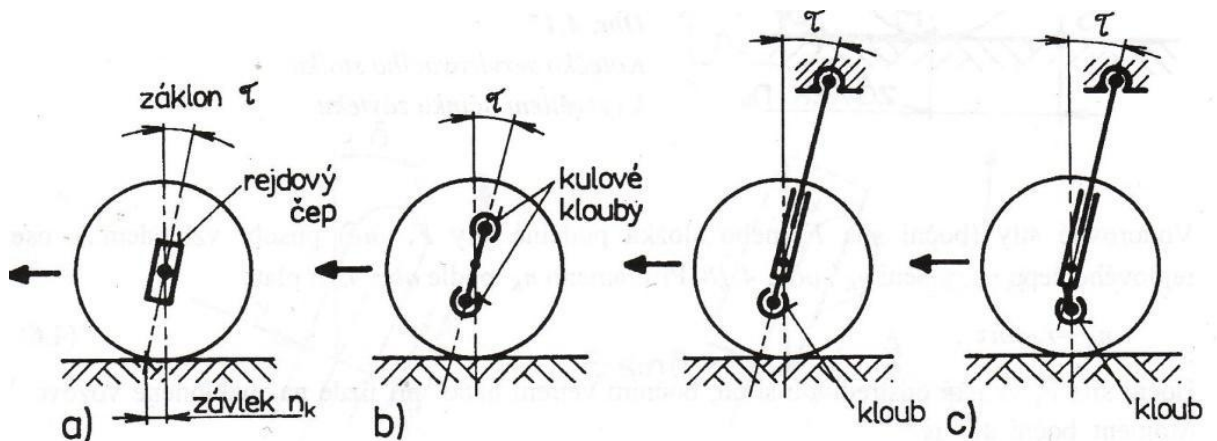


Obr. 53: Příklon rejdového čepu

Příklon rejdového čepu působí společně s odklonem kola na udržení přímého směru jízdy a na snížení ovládací síly. Průsečík roviny odklonu kola a roviny příklonu rejdové osy určuje kružnici, po které se kolo při natočení řízení odvaluje. Poloměr této kružnice je poloměrem rejdu. Příklon rejdové osy způsobuje vracení kol do přímého směru po projetí zatáčkou. Při natočení kol se vlivem příklonu zvedá náprava, resp. hmota, která na ni působí a vytváří moment síly, který při vracení kol po projetí zatáčkou působí vratným účinkem zpět k rovnováze.

Geometrie řízení – ZÁKLON REJDOVÉHO ČEPU, ZÁVLEK

Jako záklon rejdové osy (rejdového čepu) označujeme průmět úhlu, který svírá rejdová osa a svislice, do roviny rovnoběžné s podélnou osou vozidla. Záklon určujeme jako úhel v úhlových stupních a minutách. Závlek kola je vzdálenost průsečíku osy kola s vozovkou (středu styku pneumatiky) a průsečíku rejdové osy s vozovkou. Závlek kola se udává v milimetrech. Je uvažován kladně, je-li průsečík před středem styku pneumatiky a záporně, je-li za ním (předvlek).



Obr. 54: Geometrie- závlek

Stabilizační účinek závleku může být dosažen dvěma způsoby. Buď je možné posunout rejdovou osu směrem dopředu, čímž se bod styku kola s vozovkou dostane za rejdovou osu a kolo je vlečeno, nebo častěji se využije záklonu rejdové osy.

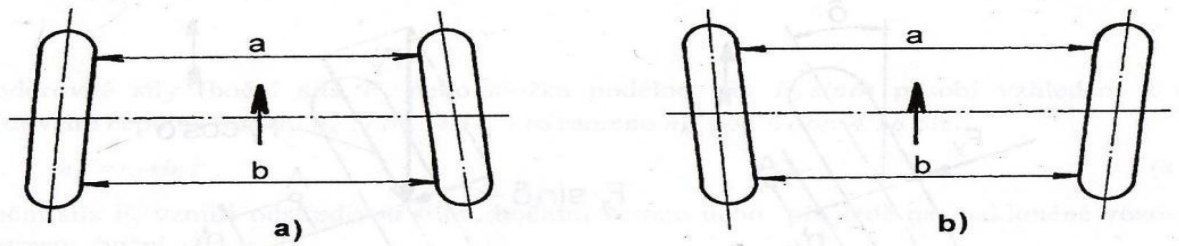
Geometrie řízení – SBÍHAVOST KOL

Sbíhavost kol je nejčastěji udávána jako rozměr, který vyjadřuje požadované sblížení protilehlých kol vozidla směrem dopředu. Je to rozdíl vzdáleností

(B - A) mezi vnitřními okraji ráfků kol téže nápravy ve vodorovné rovině procházející středy kol.

Sbíhavost lze též vyjádřit jako úhel. Je to průmět úhlu mezi podélnou osou vozidla a střední rovinou kola do roviny vozovky.

Jestliže leží průsečík rovin kol před vozidlem, pak se jedná o sbíhavost, naopak nachází-li se průsečík za vozidlem, pak se jedná o rozbíhavost. Sbíhavost se uvádí v [mm] nebo v úhlových mírách – stupních a minutách.



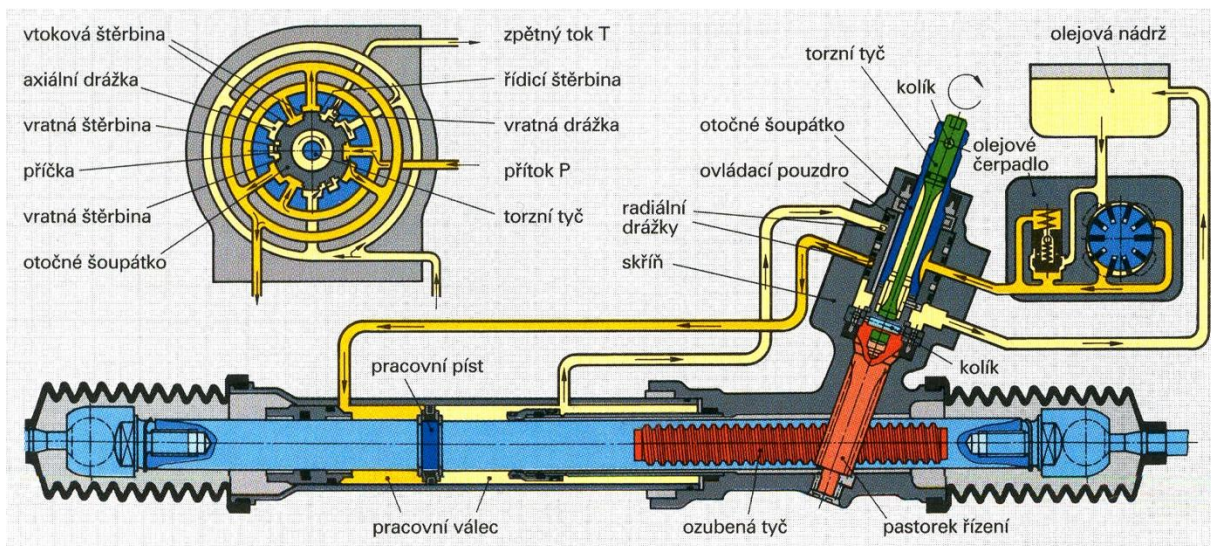
Obr. 55: Sbíhavost kol

Účelem sbíhavosti je zmenšit vliv odklonu kol a jím způsobené boční úchytky, vedoucí k většímu opotřebení pneumatik na vnější straně kol. Při nastavení sbíhavosti je opotřebení pneumatik rovnoměrné. Dále sbíhavost napomáhá axiálnímu zatížení ložisek otočných čepů kol a vymezuje i vůle v kulových kloubech mechanismu řízení.

Nastavení sbíhavosti či rozbíhavosti závisí na tom, která náprava na vozidle je hnací. Při pohonu zadní nápravy mají řízená přední kola sklon se rozbíhat, neboť suvná síla se přenáší do karoserie přes rejdové čepy, které táhnou přední kola. Vytváří se tak dvojice sil – suvné v rejdovém čepu a odporu kola v jízdní plošce příslušného kola, která působí tak, že kola se rozbíhají. Aby se tento účinek kompenzoval, musí se obě kola nastavit sbíhavě. Při pohonu předních náprav uvedené dvojice změní smysl, neboť prvotní silou je suvná síla na obvodu předních kol, které přes rejdový čep táhnou celou karoserii a tím i zadní nápravu. Proto se musí nastavit rozbíhavě, aby oba tyto účinky vzájemně se eliminovaly (často se ale kvůli nezhoršení jízdní stability při deceleraci nastavují i u pohonu přední nápravy kola sbíhavě). Sbíhavost kol přední nápravy stabilizuje vozidlo v přímém směru a zabraňuje kmitání kol za jízdy

1.6.5. Řízení kolových vozidel.

- **přímé** (jen síla řidiče)
- **hydromechanické** (síla řidiče + posilovač řízení)
- **hydraulické**



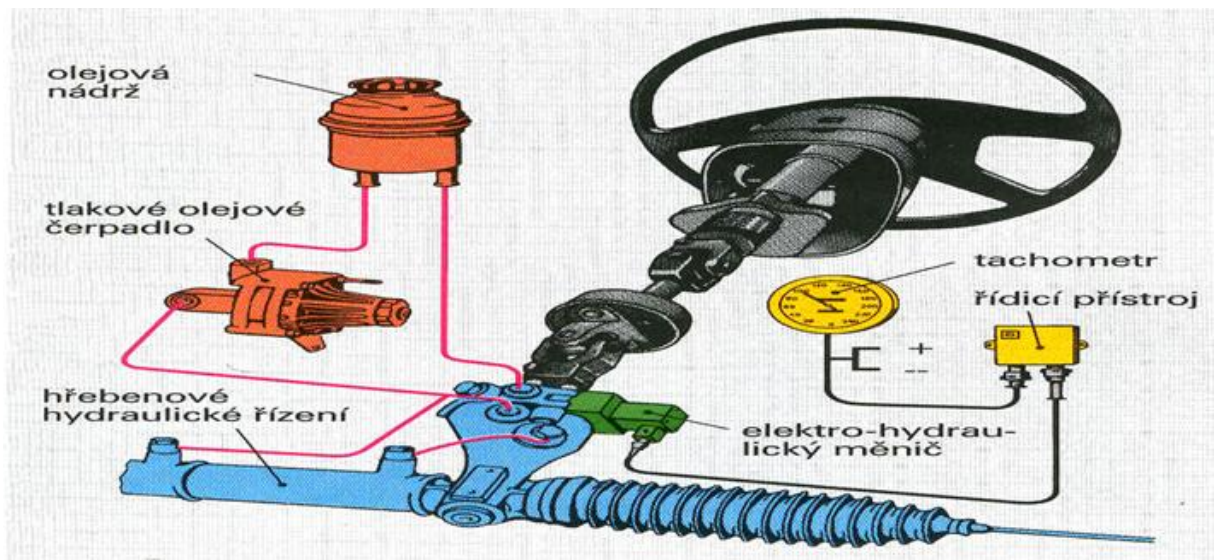
Obr. 57: Řízení s hydraulickým posilovačem

Posilovač s elektronickou regulací Servotronic

Čerpadlo je poháněno elektromotorem a ŘJ v elektrohydraulickém regulátoru tlaku mění tlak v závislosti na rychlosti jízdy.

Servotronic je elektronicky řízené hřebenové řízení s hydraulickým posilovačem, u kterého je posilovací síla nastavována v závislosti na rychlosti řízení a na odporu řízení.

Řídicí jednotka Servotronic zpracovává signál určený pro elektronický tachometr a nastavuje proud pro elektromagnet škrtícího hydraulického ventilu pro přepouštění tlakového oleje zpět do zásobníku (při velké rychlosti vozidla). Při nízké rychlosti vozidla (parkování) není činnost posilovače oslabována řídicí jednotkou. S rostoucí rychlostí vozidla je účinnost posilovače oslabována přepouštěcím ventilem, který snižuje tlak ve válci posilovače.



Obr. 58: Řízení s posilovačem s elektronickou regulací

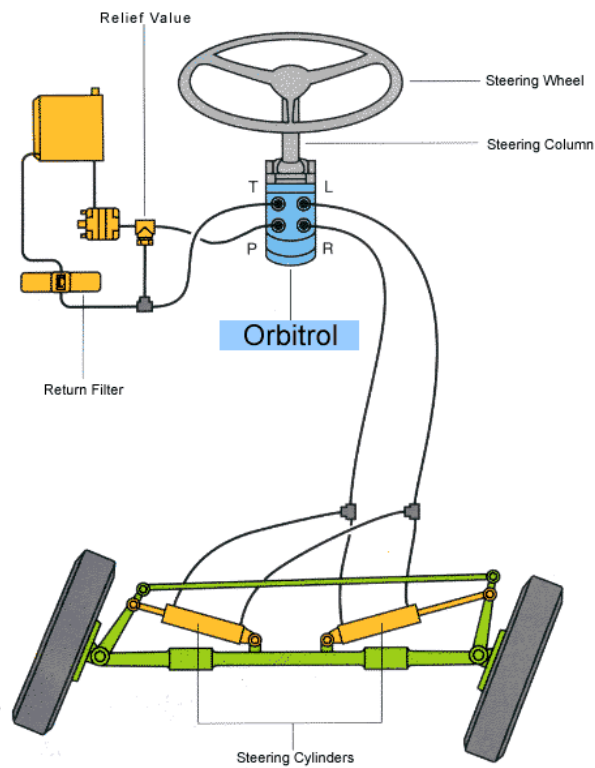
1.6.5.3. Hydraulické řízení

Princip je stejný jako u hydromechanického řízení s tím rozdílem, že se zde nejedná o mechanické spojení. Řízení je tvořeno jednotkou, která je ovládána volantem. Řídící jednotka pomocí tlakového oleje prostřednictvím dvojčinného přímočarého hydromotoru přes řídicí tyče natáčí koly nápravy. V případě poruchy musí řidič vyvinout větší sílu, tato síla vyvolá tlak v hydrogenerátoru, který přes píst natáčí kola.

1.6.5.4. Řízení kolových traktorů

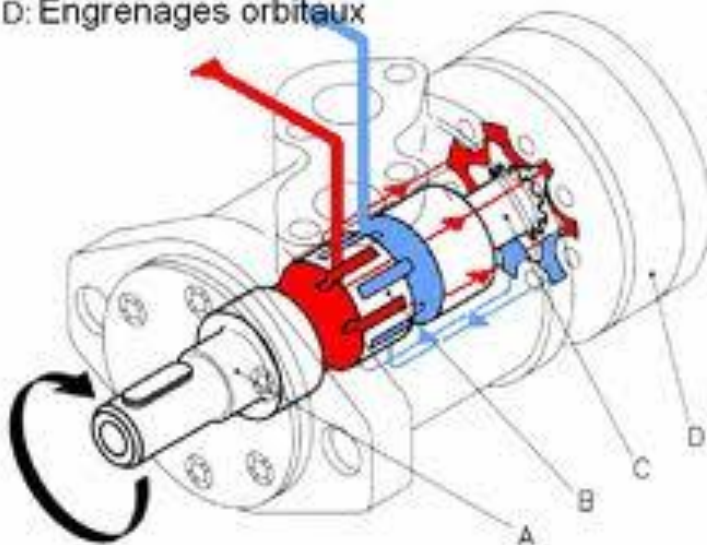
U většiny kolových traktorů se používá hydrostatické řízení. Řízení je tvořeno hydrostatickou jednotkou, která je ovládána volantem. Řídící jednotka pomocí tlakového oleje prostřednictvím dvojčinného přímočarého hydromotoru přes řídicí tyče natáčí kola nápravy. Volant je spojen s tělesem odměrného hydrogenerátoru přes rotační rozvaděč. Tlakový olej dodávaný hydrogenerátorem postupuje do rotačního rozvaděče. pokud jedeme rovně (neotáčíme volantem), olej protéká rotačním rozvaděčem zpět do nádrže. Začneme-li otáčet volantem, rotační rozvaděč umožní tlakovému oleji postoupit k odměrnému hydrogenerátoru, který v tomto případě pracuje jako dávkovač a olej dávkuje na jednu stranu pístu přímočarého hydromotoru. Současně rotační rozvaděč propojí cestu oleji z druhé strany pístu do nádrže, a tím se píst může pohybovat a natáčet řídicí kola.

U řízení kolových vozidel v případě poruchy motoru nebo hydrogenerátoru musí být zabezpečeno nouzové řízení. V tomto případě musí řidič na volant vyvinout větší sílu a odměrný hydrogenerátor bude nyní pracovat jako hydromotor.



Obr. 59: Hydrostatické řízení kolového traktoru

- A: Arbre moteur
- B: Distribution
- C: Arbre Articulé
- D: Engrenages orbitaux



Obr. 60: Rotační rozvaděč hydrostatického řízení

1.6.6. Řízení pásových vozidel

Otáčivost pásového vozidla je možnost zatáčet při daných silových nebo kinematických podmínkách.

Využívá se zde změna rychlosti jednoho pásu proti rychlosti pásu druhého. Mechanismy pro řízení můžeme rozdělit na čtyři základní typy:

1. Brzděný diferenciál

Pohon pásů probíhá u tohoto typu řízení přes diferenciál a na polonápravách jsou pásové brzdy. Při tomto způsobu řízení se bržděním ztrácí výkon (brždění je typicky ztrátové), proto se používá jen u lehkých pásových traktorů malých výkonů.

2. Směrové spojky a brzdy

Skládá se ze směrových spojek a směrových brzd. Má-li se traktor zatočit např. na levou stranu, vypne se levá směrová spojka. Točivý moment se pak přenáší jen na pravý pás a vozidlo zatáčí na levou stranu. Brzdí-li se vozidlo motorem (při jízdě z kopce), otáčí se vozidlo na pravou stranu. Řízení vozidla pouze směrovými spojkami je nejisté. Aby se zvýšila spolehlivost řízení (k dosažení menšího poloměru zatáčení), používají se směrové spojky a směrové brzdy.

3. Řízení planetovým mechanismem

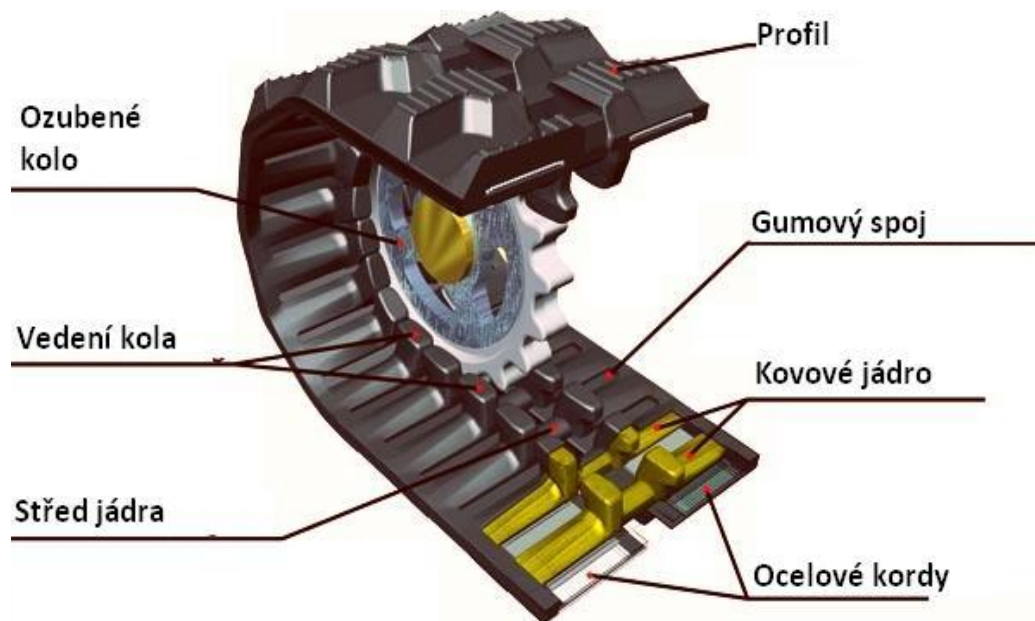
Ústrojí pro řízení planetovým mechanismem se skládá z kuželového převodu, z lamelové spojky, a dvou brzd. Při jízdě vozidla v přímém směru jsou oba brzdové pásy povoleny a spojka je zapnuta. Protože jsou lamelovou spojkou spojeny dva členy planetového mechanismu, centrální kolo a unašeč satelitů, planetový převod se otáčí jako celek a dostáváme přímý záběr. Při zatáčení velkým obloukem na pravou stranu vypneme lamelovou spojkou, brzdou zabrzdíme centrální kolo planetového převodu.

tyto tři jsou ztrátová řízení

(ztrácí se při nich část výkonu)

4. Regenerativní řízení

Regenerativní řízení je bezztrátové (neuvažujme-li účinnost ozubených kol). Princip regenerativního řízení je v tom, že na jedné polonápravě ubíráme otáčky i točivý moment a převádíme je na druhou polonápravu. Celý mechanismus je složitější a celé zařízení je výrobně nákladné. Pro menší pásová vozidla, jako jsou traktory, není tento typ řízení vhodný.

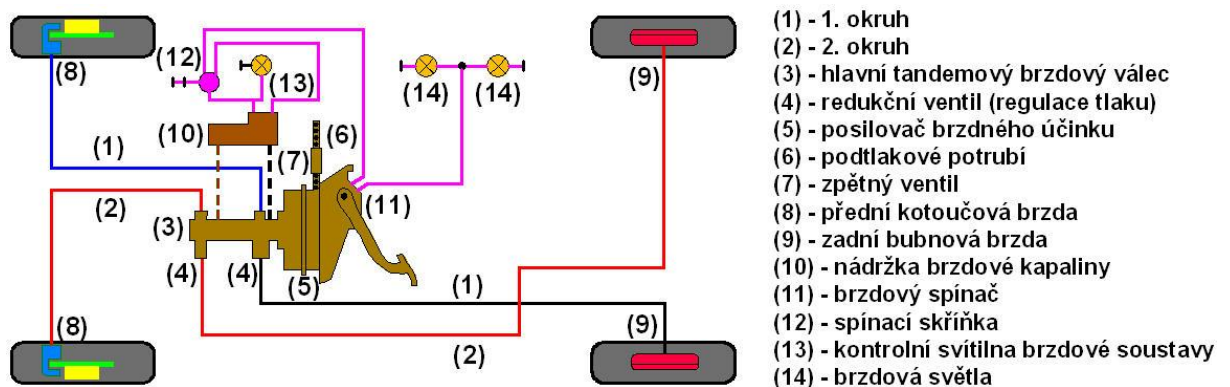


Obr. 61: Pohon pásu

1.7. Brzdy

1.7.1. Brzdové systémy

Brzdové soustavy jsou nejdůležitějším bezpečnostním prvkem vozidla z hlediska aktivní bezpečnosti. Zajišťují jednak jeho zpomalení, nebo úplné zastavení a také zajišťují vozidlo proti samovolnému pohybu například u parkování v kopci. Brzdové soustavy v drtivé většině pracují na principu zvětšování odporu tření. Při brždění se snižuje pohybová energie, která se mění na teplo. Takže při zpomalování až po úplné zastavení, se přemění určité množství energie na teplo a unikne bez užitku do okolního prostředí. Brzdový systém musí za každých okolností fungovat okamžitě a přesně dle našich potřeb. Z bezpečnostních důvodů je dnes většina brzdových soustav tvořena dvěma brzdovými okruhy. Kvůli tomu je zapotřebí použít hlavní tandemový (dvojitý) brzdový válec. V případě, že první brzdový okruh bude mít poruchu, je v záloze pro brždění vozidla neporušený druhý brzdový okruh.



Obr. 62: Dvouokruhový brzdový systém

Základní automobilové názvosloví dle normy ČSN 30 0029 (Údaje o vozidle

- definice základních pojmů) uvádí z oboru brzd a brždění tyto pojmy a definice:

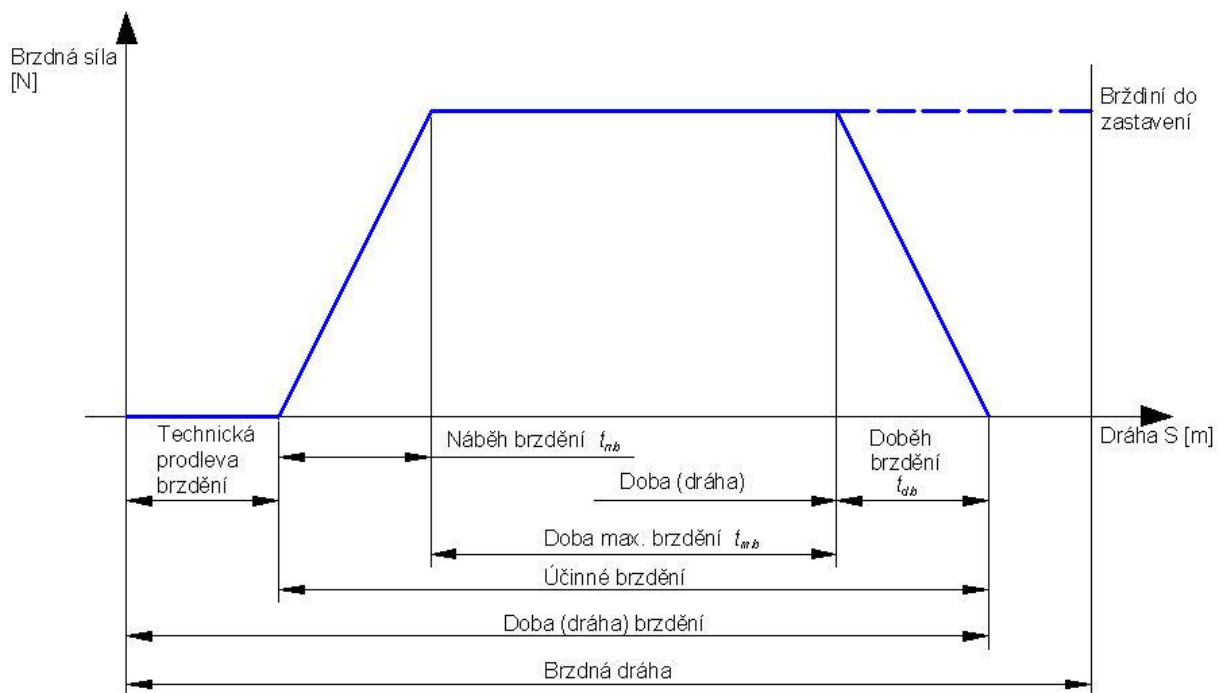
Brzdná síla [N]: Síla, která působí proti směru pohybu vozidla. Je způsobena účinkem brzdy, resp. brzdové soustavy. Dosáhne-li brzdná síla velikosti adhezní síly na kolech vozidla, pak se tento stav označuje jako brždění na mezi adheze. Brzdná síla závisí na velikosti hmotnosti vozidla G [N] a součiniteli záběru μ [-]. Je možné ji spočítat ze vztahu: $F_b = G \cdot \mu = m \cdot g \cdot \mu$ [N]

Ovládací síla brzdy [N]: Síla vynakládaná na brzdění buď řidičem, nebo (popř. též) jiným zdrojem energie.

Brzdící síla [N]: Síla, která vzniká přímo v brzdě účinkem ovládací síly a prostřednictvím převodu brzdy a vyvolává zpomalující sílu na brzděných prvcích.

Doba brždění [s]: Doba uplynulá od okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdu vozidla (brzdovou soustavu) až do okamžiku, kdy účinek brzdy pomine, nebo kdy se vozidlo zastaví. Je znázorněna na obr. 2 a obsahuje následující složky:

- **doba technické prodlevy brzdy** - je doba, která uplyne od okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdu vozidla, až do okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat,
- **doba náběhu brždění** - je doba, která uplyne od okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat, až do okamžiku, kdy dosáhne plné výše
- **účinná doba brždění** - je doba, která uplyne od okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat, až do okamžiku, kdy pomine nebo kdy se vozidlo zastaví,
- **doba doběhu brždění** - je doba, která uplyne od okamžiku, kdy řidič přestane působit na brzdu vozidla, až do okamžiku, kdy účinek brzd pomine



Obr. 62: Doba brždění

Brzdné zpomalení [$m \cdot s^{-2}$]: Úbytek rychlosti vozidla za 1 s, způsobený účinkem provozní, pomocné, popř. zpomalovací brzdy; střední brzdné zpomalení se vypočte z rychlosti v [$km \cdot h^{-1}$] a brzdné dráhy s [m]

Brzdná dráha [m]: Dráha brždění, jestliže bylo vozidlo bržděno až do zastavení.

Rozdělení brzdových systémů

Dle účelu použití

Brzdová soustava automobilu musí obsahovat brždění provozní, které je používáno primárně za jízdy, dále brždění nouzové, které zasahuje při poškození systému provozního brždění a nakonec parkovací brzdu, která má za úkol udržet zaparkované nebo stojící vozidlo v klidové poloze.

a) **Brzdová soustava provozní** - redukuje rychlost vozidla za jízdy a to částečně, nebo i do úplného zastavení. Vůz se při brždění nesmí vychýlit z určeného směru. Tato soustava se řídí jen nohou šoféra a je zapotřebí, aby byl její efekt odstupňovatelný a působil na všechna čtyři kola.

b) **Brzdová soustava nouzová** - přichází na řadu při závadě provozních brzd. Musí účinkovat minimálně na jedno kolo z obou stran vozu.

c) **Brzdová soustava parkovací** - zajišťuje stojící či zaparkované vozidlo prot samovolnému rozjetí a to i v situaci, kdy je řidič nepřítomen.

Dle zdroje energie

a) Soustava přímočinná - energie nezbytná k vytvoření brzdné síly je dána jen a pouze fyzickou silou řidiče, kterou působí na brzdový pedál. Jeho svalová síla je posílána na kola vozidla mechanickými nebo hydraulickými převody. Bez posilovače.

b) Soustava přímočinná s posilovačem - energie potřebná k vytvoření brzdné síly je stále dána fyzickou silou řidiče, tu ale dále posiluje posilovač brzdného účinku. Tato soustava se též označuje jako polo-strojní. Brzdová soustava musí setrvat funkční, i když se posilovač rozbije, přičemž síla vynaložená na brzdový pedál nesmí být vyšší než 800 N.

c) Soustava nepřímá - energie nutná k vytvoření brzdné síly se zde vytváří jinou cestou. Používá se tlaková energie vzduchu, kapaliny nebo kombinace obojího. Tato soustava se označuje také jako strojní. Šofér u tohoto systému pouze dávkuje brzdový účinek bez fyzické námahy.

Dle ovládání

a) Ovládání mechanické - jedná se o nejzákladnější typ brzdové soustavy, ovládá se pomocí mechanického převodu, který může být například lanový nebo pákový. V dnešní době se používá hlavně jako pomocná ruční brzda nebo maximálně u laciných automobilů jako brzda zadní nápravy.

b) Ovládání pneumatické - aplikuje se hlavně u autobusů a nákladních automobilů. U tohoto typu ovládání fyzická síla řidiče, která má vliv na ovládací prvek, v tomto případě na brzdový pedál, jen uvolňuje energii stlačeného vzduchu a ta je poté regulovaně užívána na brždění vozu.

c) Ovládání hydraulické neboli kapalinové - zde je brzdová síla vytvářena brzdovým pedálem, který působí na hlavní brzdový válec a z něj je brzdová síla vedena na kolové válečky v brzdě pomocí brzdové kapaliny. Princip funkce tohoto systému se zakládá na použití Pascalova zákona.

1.7. Bubnové brzdy

Bubnová brzda je starší než brzda kotoučová. Nejvíce rozšířená byla během 20. století. U starších modelů automobilů se používala na obou nápravách, dnes už ale jen u nejlevnějších typů na zadní nápravě. Bubnová brzda se používá hlavně jako provozní, ve 21. století se však u automobilů objevuje pouze na zadní nápravě, avšak i tam je postupně nahrazována kotoučovými brzdami.

S vnějšími čelistmi

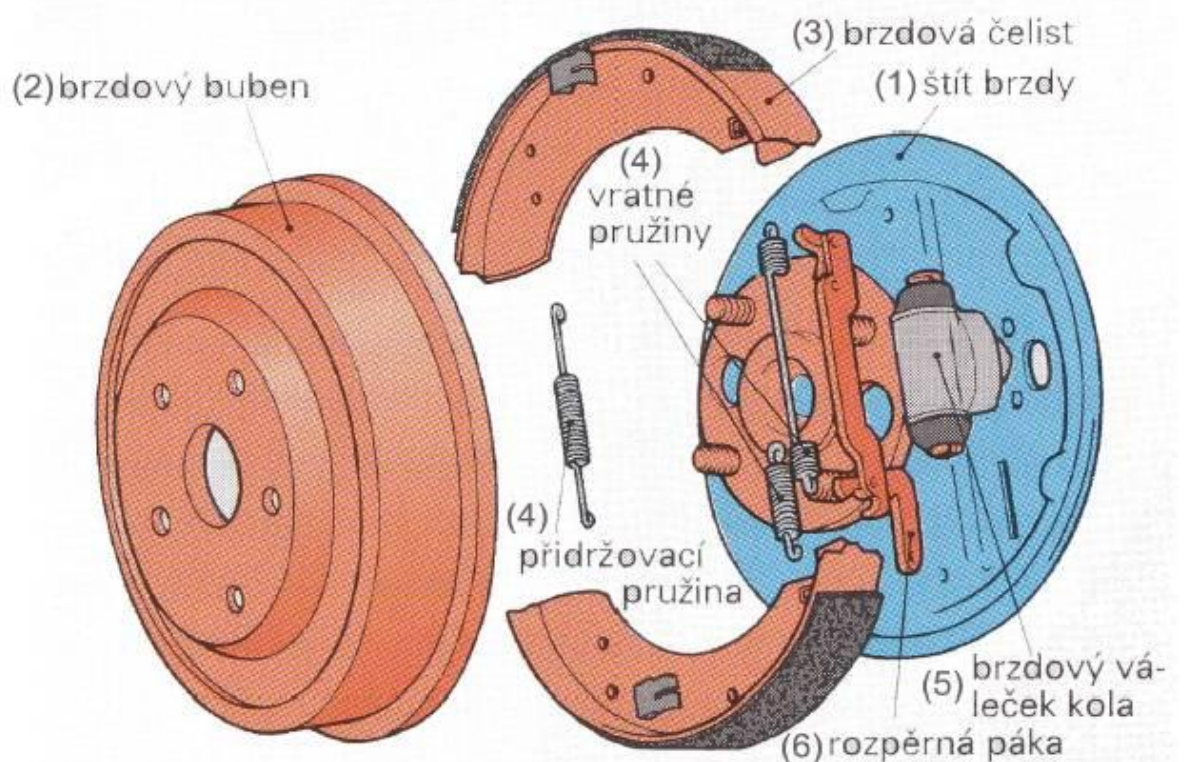
Používají se u výtahů, jeřábů a u kolejových a silničních motorových vozidel. Jsou buď s jednou, nebo častěji se dvěma čelistmi, které produkují brzdící účinek přitlačením k rotujícímu brzdovému bubnu. Vnější čelisti jsou na pákách uloženy pohyblivě nebo nehybně. Brzdový buben a čelisti se vyrábějí z oceli nebo z litiny.

U kolejových vozidel se používají čelisti bez obložení. Efektivita brzdy se zvětší, obložili se třecí plochy čelistí patřičným materiálem. Na čelisti se obložení upevňuje zatlačením za ostré záseky a pojištěním šrouby a páskem, nebo se přinýtuje zapuštěnými měděnými, mosaznými nebo hliníkovými nýty. Popřípadě se obložení na čelisti přilepí. Hlavními částmi jsou brzdové čelisti s obložením, brzdový buben a brzdové páky. Přítlak brzdových čelistí na buben zajišťují např. pružiny a odbrzdění se provádí elektrohydraulickým nebo elektrickým odbrzdovačem. U vozidel se však nepoužívají.

S vnitřními čelistmi

U osobních automobilů se aplikují bubnové brzdy s vnitřními čelistmi. Jsou dnes využívány u malých osobních vozů hlavně na zadní nápravě. Ale také u autobusů, nákladních a užitkových vozidel. Většinou se jedná o provedení bubnové brzdy typu Simplex. Vytváří brzdovou sílu na vnitřním povrchu brzdového bubnu. Brzdové čelisti jsou k brzdovému bubnu přitlačovány pomocí brzdových válečků. Brzdu bubnovou je také možné využít jako parkovací brzdu a to pomocí zařazení brzdového lana a madla ruční brzdy. Nejhlavnější komponenty bubnové brzdy jsou brzdový buben, štít brzdy, vratné pružiny, brzdové čelisti, přidržovací pružina, brzdový váleček kola a rozpěrná páka. Schéma brzdové bubny s vnitřními čelistmi je na obr. 63.

Brzdový buben (2) se otáčí s kolem, ke kterému je pevně připojen. Brzdové čelisti (3) spolu s ostatními částmi vytvářejícími přitlačnou sílu jsou přichyceny na štítu brzdy (1). Štít brzdy se neotáčí a je pevně spojen s nápravou. Rozpěrným zařízením jsou brzdové čelisti (3) přitlačovány na vnitřní plochu brzdového bubnu. Při působení čelistí, které jsou opatřeny obložení, na vnitřní plochu bubnu se vytváří tření a tím vzniká žádaná brzdná síla. Požadovaná přitlačná, neboli rozpěrná síla může být utvořena pomocí hydraulického kolového brzdového válečku (5), jak je tomu u provozních brzd, mechanickou rozpěrnou pákou (6), nebo brzdovým klíčem což se používá u parkovacích brzd. Aby nebyl neúčinný zdvih pedálu moc velký, bylo třeba vymezit vůli mezi bubnem a čelistmi. U starších provedení se vůle určovala excentrickým šroubem. Toto velmi nepohodlné řešení bylo postupně nahrazeno tzv. samo-stavem. Což je zařízení, které automaticky vymezuje vůli mezi bubnem a čelistmi. Tento samo-stav funguje na principu omezené vratnosti čelistí.



Obr. 63: Bubnová brzda (rozklad)

Výhody a nevýhody bubnových brzd jsou následující:

- celkem velká životnost brzdového obložení,
- skoro celá brzda je situována uvnitř bubnu a je tak chráněna proti nečistotám,
- dosti lehké přizpůsobení pro funkci parkovací brzdy,
- jestliže jsou vystaveny dlouhodobému zahřívání, například při dlouhodobém brždění v táhlém klesání, tak nastává pokles brzdného účinku,
- v případě, kdy zahřátí dosáhne určité hranice, může dojít až k deformaci brzdového bubnu,
- s ohledem na velikost má oproti kotoučové brzdě menší výkonnost.

Základní části bubnových brzd

Brzdový buben drží brzdové čelisti. Je nutné, aby měl brzdový buben dostatečnou pevnost. Při brždění je buben namáhán na tah, krut a ohyb. Zvýšení provozní teploty a účinek přitlačných sil nesmí mít za následek deformování bubnu. Aby se snížila hmotnost, může se buben vyrábět lisováním z ocelového plechu, ze slitin různých lehkých kovů nebo ze šedé litiny. Nejčastěji aplikovaným materiálem je temperovaná nebo šedá litina, ocelolitina nebo slitiny lehkých kovů. Pro brzdový buben je zapotřebí zaručit uspokojivé chlazení, pro tento účel jsou právě lehké kovy vhodné. Brzdový buben nesmí axiálně ani radiálně kmitat a nesmějí u něj vznikat vibrace. Musí být tedy náležitě vystředěn. Primární vlastnosti, které musí splňovat každý brzdový buben, jsou následující: stálé rozměry a tvary, velká odolnost proti otěru a hlavně dobrá tepelná vodivost materiálu. Třecí plochy se upravují jemným soustružením, nebo jsou broušeny.

Brzdové čelisti u osobních automobilů jsou ve tvaru „T“, aby docílili požadované tuhosti. Jsou odlité z lehkých kovů nebo vyrobeny svařováním z ocelového plechu. Větší nákladní vozidla mívají profil dvojité T odlité z ocelolitinových materiálů. Na jednom konci mají ve většině případů opěrnou plochu pro výřez v tlačítku brzdového válečku, kdežto druhý konec je uložen otočně na čepu nebo se opírá svou oválnou plochou o pevnou opěrku. Druhá možnost uložení brzdových čelistí je lepší, jelikož se samy v bubnu vystředují a opotřebení brzdového obložení je rovnoměrnější.

Brzdové obložení může být buďto nalepené, nebo přinýtované na čelist. Má za úkol produkovat co největší tření a to za všech teplot. V minulosti se vyráběly z asbestu, v dnešní době se však na výrobu používají celulózy, umělé hmoty, keramické a uhlíkové materiály.

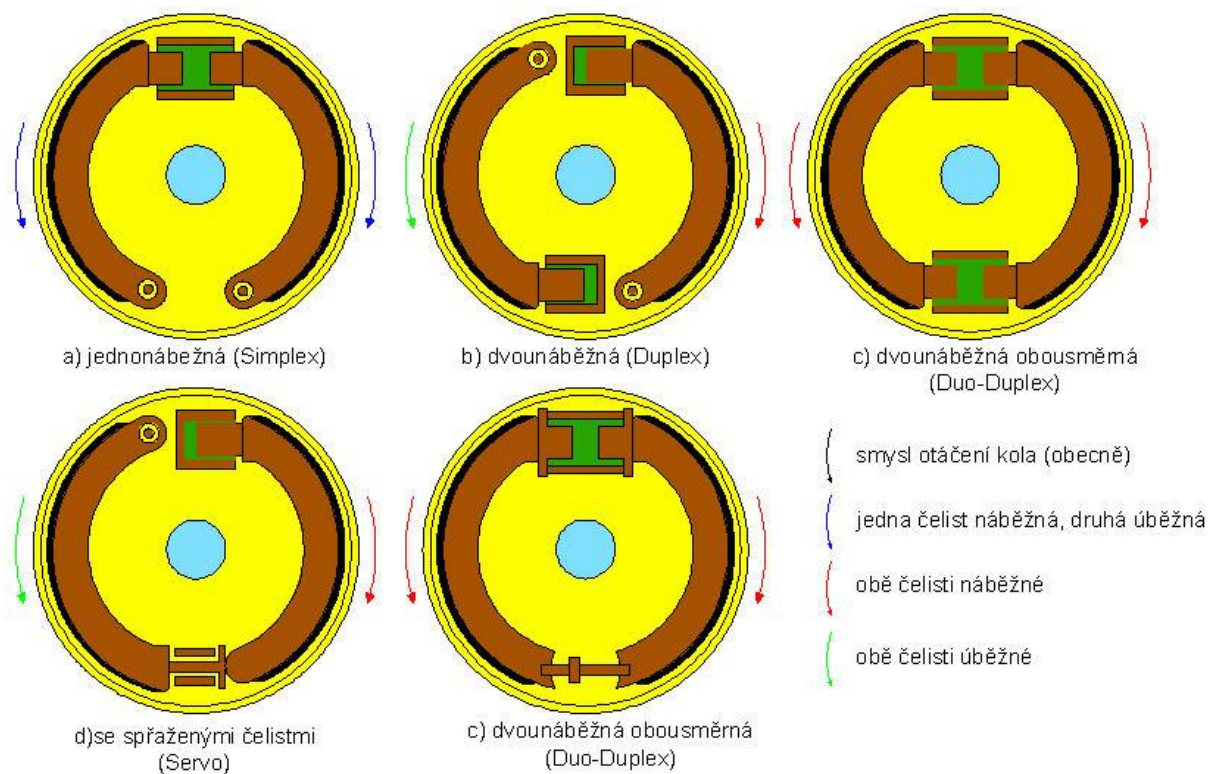
Štít brzdy neboli nosník brzdy se vyrábí z oceli pomocí lisování. Je přišroubován k podvozku a na něj se následně montují mechanické a hydraulické ovládací prvky, nastavovací prvky a brzdové čelisti. Pomocí nosníku se posílají reakční síly na nápravu při brždění. S brzdovým bubnem utváří celistvý komplet, což je velmi výhodné kvůli izolování vody a nečistot z okolního prostředí. Právě díky tomu je chlazení méně účinné a také nečistoty, které se utváří díky opotřebení třecích částí, zůstávají uvnitř brzdy, kde mohou způsobovat postupné zhoršování brzdného účinku a zvyšování hlučnosti brzd

Brzdový váleček ukrývá jeden či dva pístky, záleží na typu provedení brzdy. Hlavní brzdový válec produkuje tlak, který působí na pístky v brzdovém válečku a tím se vytváří rozpěrná síla. Manžety, které těsní pístky, jsou vyráběny z pryže. Na vnějších stranách pak nalezneme manžety proti prachu, které brání tento mechanismus před zanesením nečistotami. V nejvyšším bodě válečku je umístěn odvodušňovací ventil.

Rozpěrné zařízení přivádí přitlačnou sílu buď hydraulicky pomocí rozpěrných válečků, nebo mechanicky za asistence rozpěrné páky. Vyvinutím síly na brzdový pedál se tlak kapaliny přemístí na plochu pístu, který se vysune a tím přimáčkne brzdovou čelist k vnitřní straně bubnu. Rozpěrné zařízení má tedy za úkol přitlačovat brzdové čelisti k vnitřní třecí ploše brzdového bubnu. U kapalinových brzdových zařízení se zřídka kdy užívají brzdové klíny, nejvíce se používají kolové brzdové válečky. U parkovacích brzd, které jsou ovládány mechanicky, se rozevření brzdových čelistí uskutečňuje nejvíce za pomoci klíče či rozpěrné páky.

Druhy bubnových brzd dle konstrukce

Na základě uložení a ovládání brzdových čelistí dělíme bubnové brzdy na jedno-náběžné (Simplex), dvou-náběžné (Duplex), dvou-náběžné obousměrné (Duo-Duplex), brzdy se spřaženými čelistmi (Servo) a dvou-náběžné obousměrné se spřaženými čelistmi (Duo-Servo). Druhy bubnových brzd viz obr. 64.



Obr. 64: Konstrukční řešení bubnových brzd

Simplex - Brzda jednonáběžná: Jedná se o základní typ bubnové brzdy s nejprimitivnější konstrukcí. Brzda se skládá z náběžné a úběžné brzdové čelisti. Pro obě čelisti je zde jedno společné rozpěrné zařízení, které působí jako zdroj přitlačné síly. Funkci rozpěrného zařízení může zastávat například rozpěrný klínek, brzdová vačka, dvoupístkový brzdový váleček nebo páka (klíč). Všechny brzdové čelisti mají svou opěrnou plochu nebo otočný čep. Má malý samo posilovací účinek, který je stejně jako brzdový účinek samotný, stejný při jízdě dopředu i dozadu. U tohoto typu brzdy dochází k nerovnoměrnému opotřebení brzdového obložení. Když se přidají součásti, které poskytnou možnost aretační polohy, dá se použít také jako parkovací brzda.

Duplex - Brzda dvounáběžná: U tohoto typu brzdy má každá čelist své rozpěrné zařízení zvlášť. Důsledkem toho se při jízdě dopředu chovají obě čelisti jako náběžné. Proto je brzdový účinek v tomto případě lepší než u stejně velké jednonáběžné brzdy. Nejvíce se používá osazení dvěma jednopístkovými brzdovými válečky, kdy oba válečky tvoří současně opěrku pro druhou čelist. Avšak při opačném směru jízdy obě čelisti pracují jako úběžné a tím se dosti zmenšuje brzdový účinek.

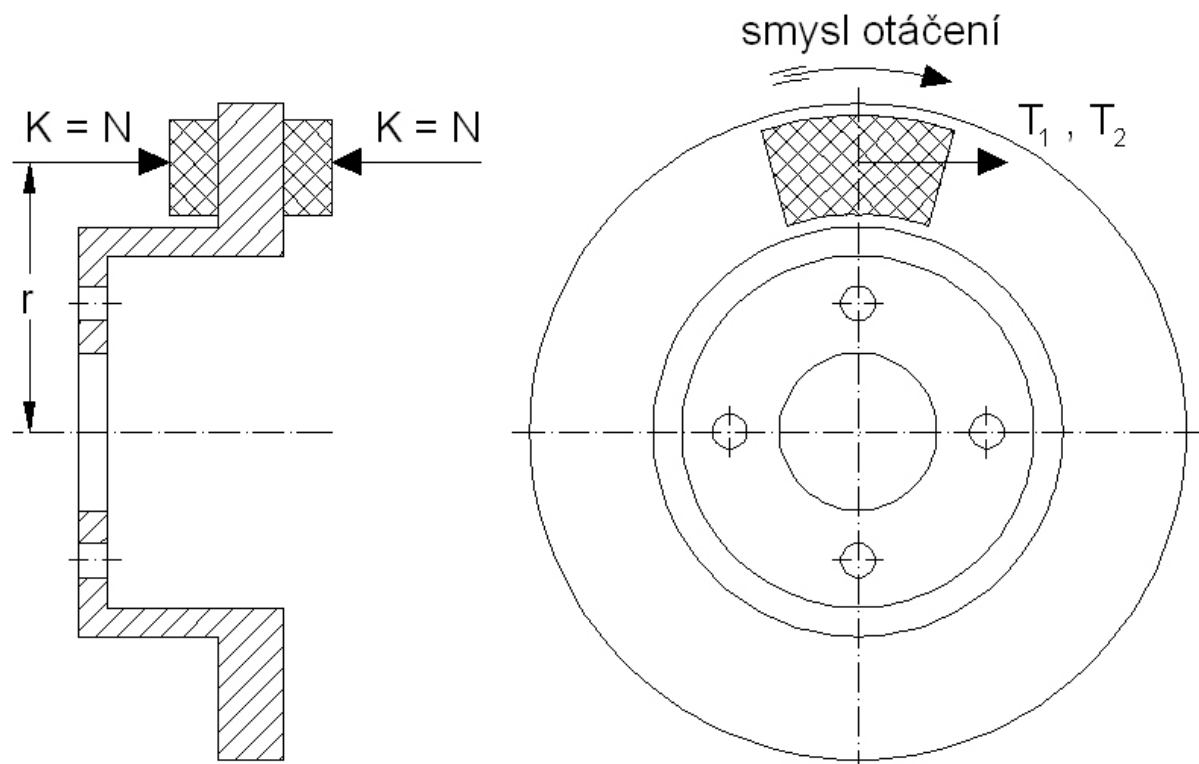
Duo-Duplex - Brzda dvounáběžná obousměrná: Toto provedení brzdy je vybaveno hned dvěma dvoupístkovými brzdovými válečky. A proto dosahuje stejného maximálního brzdného účinku při jízdě oběma směry.

Servo - Brzda se spřaženými čelistmi: Primární čelist je řízena jednostranným brzdovým válečkem. Síla, která působí na primární čelist, se přenáší dále přes spřažené uložení na sekundární čelist. Obě čelisti tak pracují při jízdě vpřed jako náběžné a při jízdě vzad jako úběžné.

Duo-Servo - Brzda dvounáběžná obousměrná se spřaženými čelistmi: zde jsou čelisti propojeny pohyblivou opěrkou a fungují v obou směrech otáčení brzdového bubnu jako náběžné, protože směr působení třecí síly a vytvořeného momentu se projeví u obou čelistí jako samoposilovací účinek. Brzda tohoto typu potřebuje jen malou ovládací sílu a při jízdě oběma směry má stejný brzdový účinek. Vlhkost a nečistoty hodně ovlivňují účinnost brzdy. Tento druh brzd se užívá především jako parkovací, v tom případě se jako rozpěrné zařízení používá brzdový klíč ovládaný lankem. Osobní automobily, které používají na obou nápravách kotoučové brzdy, se mnohdy kombinují s bubnovými brzdami právě tohoto typu Duo-Servo.

1.7.1.2. Kotoučové brzdy

Kotoučová brzda je složena z brzdového třmenu s hydraulickými válečky, vyměnitelných brzdových destiček, brzdového kotouče, který je pevně propojen s nábojem kola a zařízením, které zamezuje uvolnění brzdových destiček ze třmenu.



Obr. 65: Síly působící na brzdový kotouč

Brzdný účinek se získává za pomoci brzdových destiček, které působí na kotouč a generují tak třecí sílu. Kotouč je nejčastěji chlazen proudícím vzduchem, ale mnohdy také chladicí kapalinou se speciálním složením a díky tomu je zajištěno, že má brzda dlouhodobě kvalitní brzdný účinek. U kotoučové brzdy lze prostou změnou průměru docílit znatelně lepšího brzdného účinku, což je prospěšné v případě, kdy se do jednoho typu automobilu montují motory s odlišnými výkony. Kotoučová brzda je navržena jako provozní s hydraulickým ovládním. Jelikož v ní není obsažené mechanické rozpínání válečků, tak se nedá užívat jako parkovací brzda.

Jednou z výhod kotoučových brzd je snazší kontrola stavu brzdových destiček. Zpravidla je dostačující jen odmontování kola a výsečí v brzdovém třmenu lze stav destičky vizuálně zkontrolovat. Kdežto u skoro všech bubnových brzd je zapotřebí sundat buben, což nebývá snadné. Aby se dosáhlo ještě kvalitnějšího chlazení a brzdného účinku, tak jsou lepší kotouče vybaveny drážkováním nebo vnitřním chlazením. V praxi jsou v celém kotouči vyvrtány dutiny, skrze které proudí vzduch a díky tomu se ochlazuje materiál brzdového kotouče. Vrtání a drážkování viz obr. 8 a obr. 9. Směs užívaná pro výrobu brzdových destiček se postupem času také vyvíjela a dnes se aplikují různé typy směsí podle toho, jaké určení má dané vozidlo. Tvrdší směsi jsou určeny pro běžný provoz, naopak měkké směsi jsou vhodné pro sportovní automobily. Postupnou evolucí se také podařilo vyvinout mnohem odolnější a stabilnější směsi vůči změnám teplot. Především vůči vysokým teplotám.

Výhody a nevýhody kotoučových brzd:

- díky působení odstředivých sil je u kotoučové brzdy přítomen samočisticí efekt od nečistot a prachových částí
- během dlouho trvajícího brždění například na závodním okruhu se součinitel tření téměř vůbec nemění,
- nízká hmotnost,
- snadná výměna jednotlivých komponentů, přestože zde dochází k poměrně rychlému opotřebení třecích částí,
- v porovnání s bubnovými a špalíkovými brzdami jsou konstrukčně výkonnější, spolehlivější, jednodušší a jejich účinek se lépe dávkuje,
- na rozdíl od bubnové brzdy se nedá používat jako brzda parkovací,
- z důvodu blízkého a přímého účinku pístů na třecí komponenty je zde riziko vzniku parních bublin v brzdové kapalině kvůli příliš velkému prostupu horka.“

Prvotní generace kotoučových brzd měly pevný třmen. To ale bylo později nahrazeno provedením s plovoucím třmenem, které má jeden píst. Postupně se začaly používat varianty s dvou a čtyř-pístovými brzdovými třmeny. Když se však jedná o extrémní podmínky jako například u sportovních nebo dokonce závodních automobilů, aplikují se i šesti či dokonce osmi-pístové brzdové třmeny.

Brzdový kotouč

Je jednou z nejdůležitějších částí kotoučové brzdy. Podle něj se také tento typ brzdy nazývá. Brzdový kotouč může mít hned několik konstrukčních řešení. Každé řešení má jiný tvar kotouče. Nejjednodušším řešením je plochý kotouč, který má však několik negativních vlastností. Například trasa prostupu horka k ložiskům je vcelku krátká, tudíž se ložiska nadměrně zahřívají a také se snadněji tento typ kotouče bortí.

Tyto nedostatky eliminuje hrncovitý tvar. Za účelem lepšího chlazení jsou v kotoučích u nadměrně namáhaných brzd duté prostory, kde jsou kanálky umístěny radiálně. Klasické brzdové kotouče jsou nejčastěji vyráběny z ocelolitiny nebo z legované šedé litiny. Za příplatek se však dnes již vcelku běžně dají u prémiových automobilek jako například Porsche, Audi, Mercedes-Benz nebo BMW pořídit brzdy keramické či karbon-keramické, které mají znatelně nižší hmotnost a zároveň výrazně delší životnost. Jejich nevýhodou je ale nemalá cena.

Dále se také na brzdové kotouče velmi často aplikuje drážkování. Na třecí ploše jsou různě tvarovány drážky s precizně vytyčenou hloubkou. Tyto drážky mají hned několik velmi důležitých a užitečných funkcí. Indikují případné opotřebení brzdového kotouče, zajišťují odvod vody, zrychlují záběh nového brzdového obložení a zdokonalují samočistící efekt. V případě dlouhodobého radikálního brždění se brzdový kotouč zahřeje na několik stovek stupňů Celsia. Může to být 800 - 900 °C. V takovém případě pak dochází v prostoru mezi brzdovým obložением a kotoučem k uvolnění plynů, což má za následek klesání brzdového účinku neboli vadnutí. A právě drážkami se tyto plyny odvádí pryč z třecí plochy disku. Pokud při extrémním brždění teplota kotoučů vystoupá nad určitou mez, která může být rozdílná pro různé typy brzd, tak brzda jako celek ztrácí účinek. Pokud k přehřátí dojde, může se uskutečnit několik negativních scénářů. Buď začnou ztrácet svou funkci brzdové destičky, které fungují také jen do určité teploty, nebo se začne vařit brzdová kapalina nebo se kotouč vyhřeje na takovou úroveň, že na jeho povrchu vznikne kluzká plocha, čímž se sníží tření a tím se opět ztrácí brzdový účinek.

K nejprimitivnějším způsobům chlazení brzdových kotoučů se řadí užití vzduchových kanálků, které vedou od přední části automobilu (přední nárazník) právě k brzdám. Dalším velmi hojně používaným řešením je chlazení pomocí vnitřního chlazení. Takový chlazený kotouč je ve většině případů dvojnásobně široký v porovnání s klasickými nechlazenými kotouči. V prostředním úseku má vyhotovené žebrování, do kterého se poté za jízdy dostává

vzduch a tím se kotouč efektivněji chladí. Pro chlazené kotouče se patřičně modifikují také brzdové třmeny.

Jednou z nejdůležitějších příčin uvedení chlazených kotoučů byla neustále se zvyšující hmotnost vozidel. Velmi časté uspořádání u dnešních brzdových soustav je s chlazenými brzdovými kotouči na přední nápravě a klasickými kotouči na zadní nápravě automobilu.

Aby kotouč plnil správně svou funkci tak musí být jeho plocha hladká. Drobné rýhy nebo drážky vznikající za provozu nepředstavují závažnější problém. Avšak velké rýhy a drážky už problém jsou, jelikož urychlují opotřebení brzdových destiček a tím opět klesá efektivita brzd. Příčné trhliny a vady plochy kotouče jsou příčinou nadměrných teplot. Vysoké teploty vznikají například častým bržděním z vysokých rychlostí nebo při sjezdu táhlého svahu v horách. V extrémním případě se trhlina může zvětšit natolik, že může dojít k havárii zapříčiněné vylomením kusu kotouče.

Další vada brzdového kotouče může být koroze. Může ji zapříčinit špatná funkce brzdového zařízení nebo odstavení vozu ve vlhkém prostředí respektive mimo garáž. Koroze se projevuje dvěma způsoby. První je koroze obou nebo jedné brzdové plochy, kdy je příčinou nesprávná činnost třmenu brzdy. Druhým je koroze po obvodu kotouče, která se následně šíří i na činnou plochu kotouče. Při každé výměně brzdových destiček je nutné zkontrolovat kotouče a jejich tloušťku. Na všech kotoučích je na obvodu vyražena minimální hodnota tloušťky nebo bývá uvedena v katalogu od společnosti, která daný produkt vyrobila. Pokud pozorujeme zbarvení do modra, může to být důsledkem nadměrného brždění například při táhlých sjezdech, nebo je příčinou špatná funkce třmenu, který je v nepřetržitém styku s kotoučem. Díky této vadě se zvyšuje šance vzniku trhlin a deformací kotoučů a destiček.

Brzdové destičky a brzdové obložení

Aby se potlačilo riziko vytržení hlavního brzdového válce při všech bržděních a zastavováních, tak pro ideální dávkovatelnost brzdového účinku a říditelnost procesu brždění vyžadujeme látky s velkým koeficientem tření. To platí pro brzdové destičky i brzdové kotouče. Brzdové destičky na přední nápravě vykonávají násobně více práce nežli ty na zadní nápravě. To však neznamená, že by u zadních kol neměly být. Jestliže jsou bržděna i zadní kola tak se vůz v kritické situaci chová mnohem stabilněji. Brzdové destičky stejně tak, jako brzdové kotouče během přeměňování pohybové energie vozidla na energii tepelnou podávají enormní výkony. Nutností je, aby byly dostatečně tepelně odolné, jelikož jsou vystaveny velké

tepelné zátěži. Musí trvale třít o sebe svými povrchy a to bez nežádoucích efektů jako například kmitání brzdového kotouče nebo zaleštění či prohoření brzdového obložení. To vše zmenšuje účinnost brzd.

Třecí materiál je při kontaktu s jiným materiálem hlavním zdrojem brzdného účinku. Začínalo se se dřevem, bavlnou či konopím tlačným proti loukoťovému nebo železnému kolu. Je nutné, aby materiál naplňoval očekávání spojené s jeho určením. To ovlivňuje několik faktorů. Jedním z nich je aplikování velké síly skrze páku, dalším je účinek posilovače brzd, užití látky s velkým koeficientem tření a v neposlední řadě větší počet kotoučových brzd. Jako první se určuje vyhovující koeficient tření. Ten musí být stejný jako koeficient navržený na osu vozidla, aby se zabezpečil brzdový výkon v rovnováze s dalšími osami. Každý třecí materiál použitý ve vozidle musí mít konstantní koeficient tření v mezích maximální rychlosti automobilu z důvodu maximálních teplot a tlaků za nejhorších podmínek a situací. Například při velmi razantním brždění a zároveň při plné zátěži automobilu.

Nejčastěji používanými látkami na třecí materiál jsou všelijaká plnidla a brusidla, vlákna, pryskyřice a lubrikanty. Během vyvíjení nových materiálů je potřeba brát v potaz použití vozu, hmotnost vozu, klimatické a terénní podmínky.

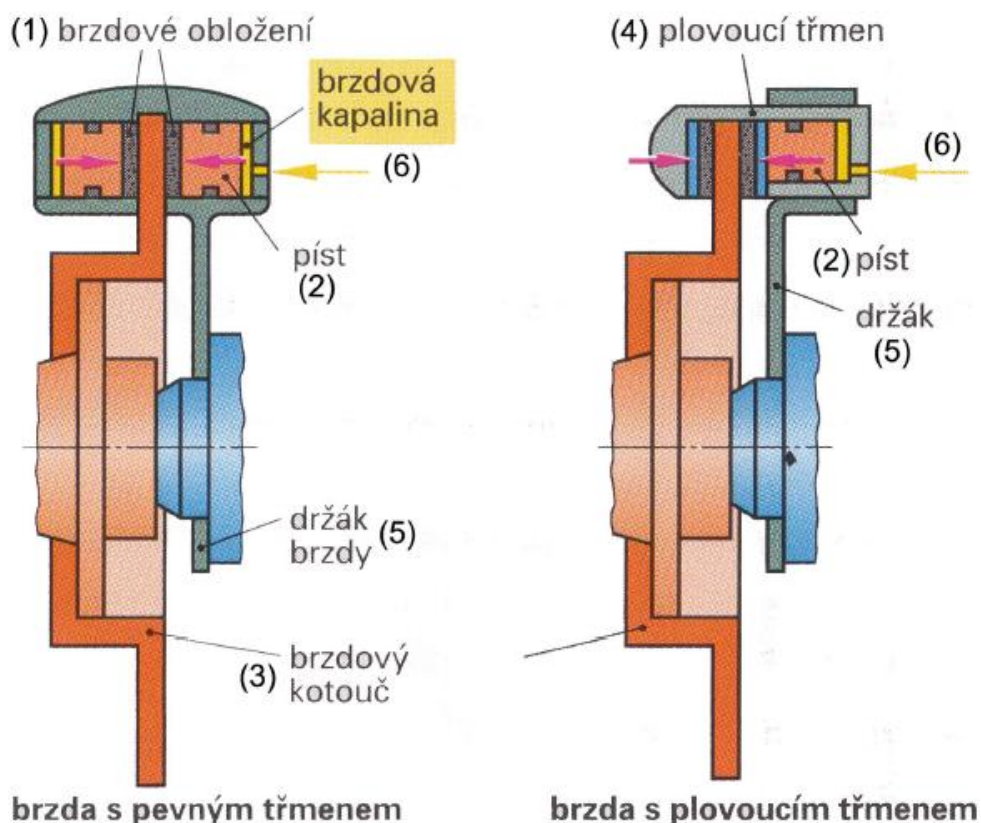
Opěrná deska je standardně vyráběna z rovne měkké oceli. Ta má pro účel desky perfektní vlastnosti. Deska má tloušťku v rozmezí tří až deseti milimetrů. Tolerance rozměrů jsou dány takto: 0,10 - 0,13 mm na šířku, aby se poskytla brzdícímu třmenu vůle. Rovinnost opěrné desky se vyžaduje na brzdě straně směrem k třecímu povrchu do 0,15 mm.

Aretační držáky jsou otvory na krajích opěrné desky, které napomáhají k náležité montáži brzdových destiček a k lepšímu usazení v těle brzdiče. Zabezpečují též vyhovující držení a brání destičku před nežádoucím vypadnutím.

Elektrický Indikátor opotřebení - nejprimitivnějším typem je prostý drát vedený do okraje brzdové destičky. Dotek s kotoučem brzdy spojí okruh s uzemněním automobilu a spustí varovnou ikonu v zorném poli řidiče na palubní desce. Vodič má svůj konec izolován, kvůli tomu, aby nedošlo prostřednictvím polokovového materiálu k vodivému spojení. Další typy konstrukcí užívají také drát, avšak dvojitý, který utváří kolem jádra obvod, kdy jádro je

propojené s okrajem destičky, nebo zapuštěné do třecího materiálu skrze opěrnou desku. Porucha bude signalizována řidiči opět na palubní desce vozu, pokud dojde k přetržení drátu.

Mechanický Indikátor opotřebení - nejčastěji se vyrábí z pružinové oceli, zpravidla je k opěrné desce přinýtován a obvykle je situován tak, aby když se brzdová destička opotřebuje na úplné minimum, přišel do styku s brzdovým kotoučem ve směru pohybu a pod pravým úhlem. V ten moment dochází ke způsobování vibrací, proti čemuž je brzdový systém konstruován. Vše je konstruováno tak, aby vibrace dosahovaly pro lidské ucho slyšitelného kmitočtu. Indikátory jsou běžně montovány na ty destičky, které dosahují rychlejšího opotřebení. Umístěny mohou být na jedné, nebo na více destičkách souběžně. V případě, kdy třmen brzdy nemá žádnou vadu, je však opotřebení většinou rovnoměrné, a tak je i jeden indikátor opotřebení spolehlivý.



Obr. 66: Kotoučová brzda

U kotoučových brzd s pevným třmenem jsou na obou stranách třmenu (4) vytvořeny válečky, ve kterých se pohybují pístky (2). Při brzdění přitlačují pístky brzdové obložení (třecí segmenty) (1) z obou stran na brzdový kotouč (3)

(přítlačná síla je vytvořena tlakem kapaliny (6)), přičemž těleso třmene je nepohyblivé.

U kotoučových brzd s plovoucím třmenem je třmen (4) uložen posuvně v pevném držáku (5). Pístek (2) ve tlačí obložení (1) proti brzdovému kotouči (3). Reakční síla posouvá třmen (4), který se přitlačí na kotouč na opačné straně.

Brzdové obložení u brzdy bubnové bývá buď nalepeno, nebo přinýtováno k brzdovým čelistem. U brzdy kotoučové bývá nalepeno na nosné kovové prvky. Od brzdového obložení se očekává neměnný součinitel tření při značných teplotách, odolnost vůči tvorbě skelné vrstvy při nadměrném tepelném zatížení, nečistotám a vodě, dlouhá životnost a značná mechanická a tepelná pevnost.

Jako brzdové obložení se často užívá organických materiálů. Pro enormně velké zatížení se obložení vyrábí ze spékaných práškových kovů. U brzdových obložení z organických materiálů se aplikují vláknité nebo práškové třecí materiály, které se skládají z keramických, minerálních, kovových či organických látek a jsou drženy pohromadě organickými pojivy, jako jsou například kaučuk nebo pryskyřice. Kdysi se používal i azbest, ten je dnes už nahrazen odlišnými materiály, jelikož je zdraví škodlivý. Je nahrazen například skleněnými, uhlíkovými nebo ocelovými vlákny. Obložení by mělo mít součinitel tření nad hodnotou 0,4 a mělo by odolat i teplotám mezi osmi sty až devíti sty stupni Celsia. Azbest je zdraví škodlivý především kvůli karcinogenním látkám obsaženým v něm. To nevyhnutelně vedlo k plošnému zákazu jeho používání v třecích materiálech brzdových zařízení. Jinak však vlastnosti azbestového vlákna byly přímo ideální k použití v třecích materiálech brzd. Těmi vlastnostmi jsou velký koeficient tření (zhruba 0,4), skvělá odolnost vůči vysokým teplotám (až nad hranici 600°C), jednoduchá mísitelnost s pryskyřicemi a dalšími sloučeninami, perfektní pružnost, pevná struktura a prvotřídní mechanická odolnost.

Dnešní materiály neobsahující azbest, které se používají jako brzdové obložení, již dosti uspokojivě vyřešily nedostatky svých předchůdců. Destička nemá na zadní straně vložky,

vrstvu proti vibracím ani distanční destičky. Třecí materiál je hladký, jednolitý, bez náběhových neboli snížených hran a zmizela také střední dělicí drážka.

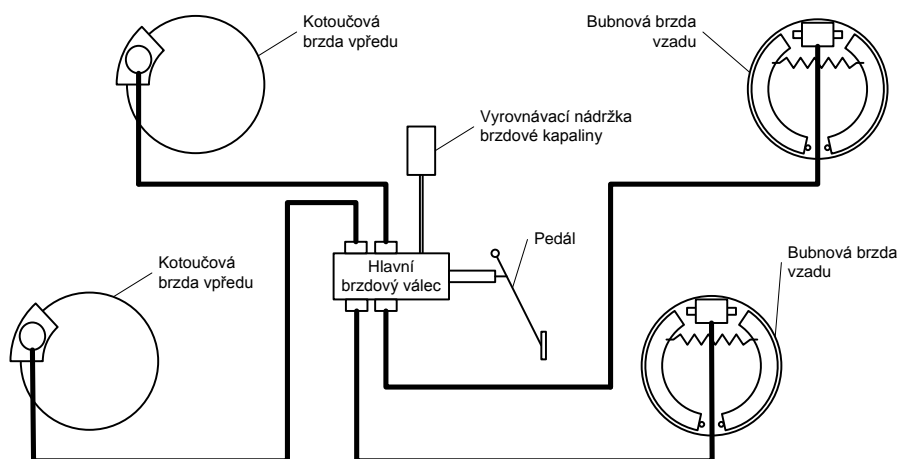
1.7.1.3. Brzdová kapalina

Je základním médiem pro přenos sil mezi brzdovými válci na jednotlivých kolech a hlavním brzdovým válcem. Brzdová kapalina nutně potřebuje jisté vlastnosti určené výrobcem automobilu. Z tohoto důvodu se velmi doporučuje užívat jen danou brzdovou kapalinu. Tato tekutina má specifické vlastnosti, díky kterým je dalšími kapalinami nenahraditelná. Pozitivními vlastnostmi jsou například vysoký bod varu převyšující hodnotu 200°C, téměř perfektní nestlačitelnost a má vliv jako inhibitor koroze. Negativní vlastností je pohlcování vody, což má za následek klesání bodu varu a právě kvůli tomu je nutno každý rok či dva brzdovou kapalinu vyměnit.

Nejčastěji se brzdová kapalina produkuje na bázi alkoholu. Obvykle se jedná o různé glykol-éterové směsi se specifickými složkami. Je nutné, aby neúčinkovala chemicky na těsnění z pryže, nepůsobila na kovové segmenty brzdového systému korozivně a musí být chemicky neutrální. Obecně vyhovují kladeným nárokům a mnohdy je i překonávají. Alkoholy jsou však značně hygroskopické a tudíž pohlcují okolní vlhkost vzduchu a při dlouhodobém vlivu mohou způsobit narušení lakovaných povrchů.

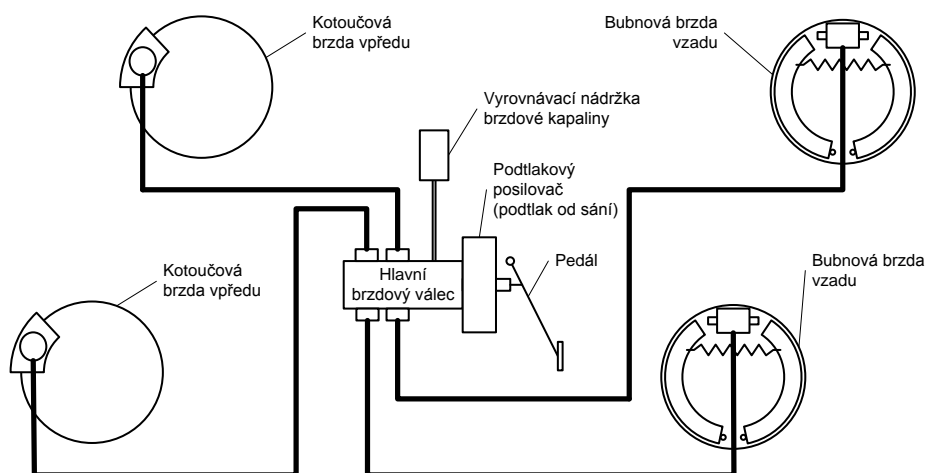
Přímočaré brzdové soustavy s kapalinovým převodem

Přímočinné brzdové soustavy s mechanickým převodem (kapalinové (hydraulické) brzdy) se dnes používají u většiny osobních automobilů (M1) jako provozní brzdy. Síla řidiče se převádí jednoduchým hydraulickým převodem.



Obr. 67: Brzdový okruh s kapalinovým převodem

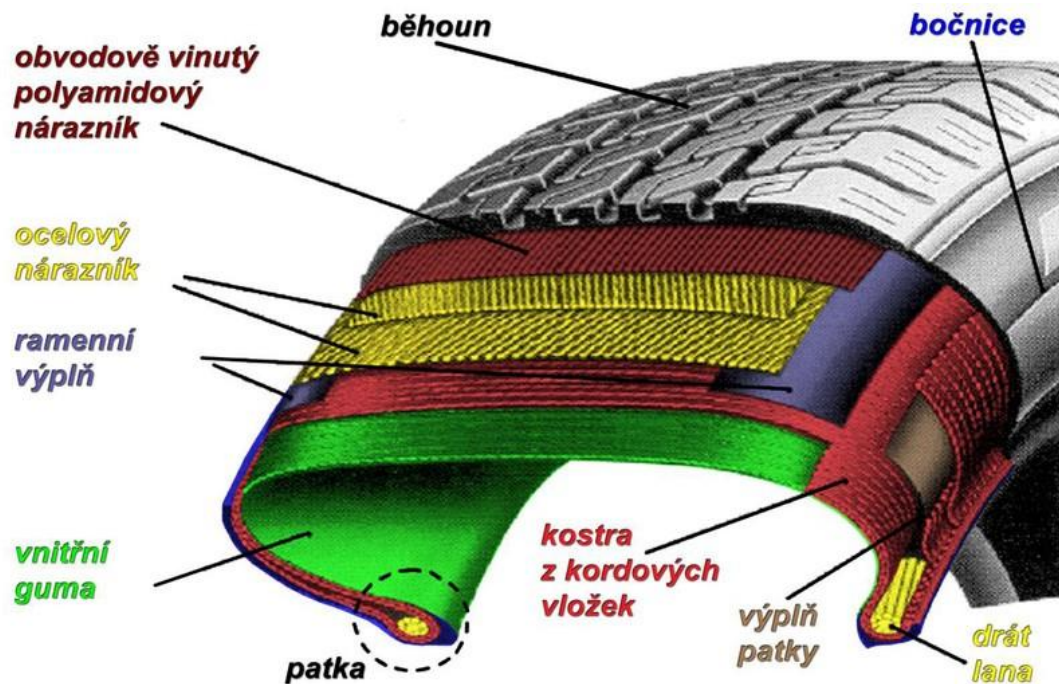
Přímočinné brzdové soustavy s kapalinovým převodem s podtlakovým posilovačem



Obr. 68: Brzdový okruh s kapalinovým převodem a podtlakovým posilovačem

Brzdový posilovač zesiluje tlak vyvinutý nohou řidiče při ovládní brzdy prostřednictvím brzdového pedálu. Tím se brždění usnadňuje řidiči, jelikož stačí vyvinout menší fyzickou sílu, která je dostačující pro správnou funkci. V téměř všech vozidlech je posilovač brzd zkombinován s hlavním brzdovým válcem. Důležité je, aby posilovač neovlivňoval citlivost a přesnost ovládní brzdové síly. Dle konstrukce rozlišujeme dva typy a to hydraulický a podtlakový.

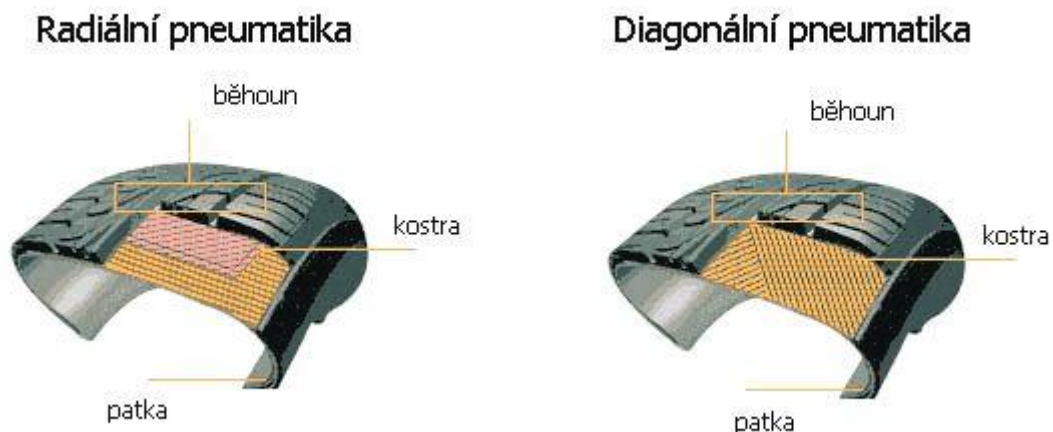
1.8. Pneumatiky



Obr. 69: Konstrukce pneumatiky

Kostra pneumatiky

Kostra tvoří základní nosnou část pneumatiky, která zachycuje dynamické silové namáhání, zachycuje zatížení a určuje pevnost pneumatiky. Skládá se z více vrstev kordové tkaniny, tzv. vložek, které mohou být bavlněné, polyesterové, plastové nebo ocelové a jsou obklopeny tenkou kaučukovou směsí. Počet vložek závisí na konkrétním druhu pneumatiky. Okraje jednotlivých vložek jsou zakotveny kolem ocelového lanka v patkách pláště a podle úhlu natočení je dělíme na radiální a diagonální.



Obr. 70: Radiální a diagonální pneumatika (konstrukce)

Radiální pláště pneumatik - pásy jsou vedeny od patky k patce nejkratší cestou (pogumovaná textilie vyztužená kordy z nylonu, umělého hedvábí, polyesteru nebo skelného vlákna). S osou rotace svírají úhel 90° a jsou opatřeny nárazníkem. Díky pružným bočním stěnám radiální pneumatika dobře přilne k povrchu vozovky. Tuhý pás z ocelového nebo textilního drátu vedený po obvodu pneumatiky (mezi běhounem a kostrou) zajišťuje potřebnou směrovou stabilitu. Pneumatika radiální konstrukce může obsahovat až osm ocelových nebo šest textilních pásů, které při průjezdu zatáčkou zajišťují stálý kontakt běhounu s vozovkou bez ohledu na naklonění vozidla či samotné boční vychýlení pneumatiky. Radiální pneumatika je širší než diagonální, nabízí také větší přilnavost v ostrých zatáčkách. Mají také delší životnost, díky rovnoměrně rozloženému tlaku v kontaktní oblasti pneumatiky a vyšší komfort jízdy při vyšší rychlosti díky flexibilním bočním stěnám, které poskytují výborné tlumení nerovností na povrchu vozovky.

Diagonální pláště pneumatik - pásy jsou vedeny od patky k patce pod úhlem $32-40^\circ$ a nejsou opatřeny nárazníkem. Mají pevnější boky pneumatik, díky kterým lépe odolávají těžkému zatížení a bočnímu proražení pneumatiky. Při vyšší rychlosti se ovšem pneumatika deformuje a mění svůj tvar, což značně ovlivňuje jízdní vlastnosti. Diagonální konstrukce je vhodná pro vozidla dosahující malých rychlostí a přiměřeně pružným podvozkem.

Pneumatika smíšené konstrukce (bias-belted)

Tato konstrukce je kompromisem vlastností radiálních a diagonálních pneumatik. Jednotlivé pásy jsou vzájemně kříženy pod úhlem větším než 60°. Vrstvy nárazníkového kordu jsou zde uloženy střídavě pod úhlem menším než 25°.

Výhody radiálních oproti diagonálním:

- lépe zachycují boční síly
- menší valivý odpor = menší spotřeba paliva
- lepší adheze
- menší opotřebení = vyšší životnost
- odolnost proti průrazu (díky nárazníku)

Nevýhody:

- vyšší cena
- citlivé na správně nahuštění
- hlučnější na kostkové dlažbě

Rameno pneumatiky

Tvoří přechod mezi bočnicí a běhounem. Hlavní funkcí ramene je podpírat krajní část běhounu proti kostře, a zajišťovat tím rovnoměrný oděr běhounu po celé jeho šíři. Pro tuto funkci je rameno vybaveno podpěrným žebrováním, díky kterému se zmenší hmotnost běhounu alepší se odvod tepla.

Nárazník

Obvodově neroztažitelný, výstužný pás, který rozkládá obvodové a vnější síly po celém ráfku a zlepšuje dynamické spojení kostry a běhounu. Je tvořen z několika pogumovaných vložek s nejčastěji ocelovými vlákny kříženými pod úhlem 15-20°. Nárazník přejímá hlavní část nárazu od krytu vozovky a chrání tím pneumatiku proti průrazu.

Běhoun

Vnější plocha pláště zajišťující styk mezi pneumatikou a krytem vozovky, tzv adhezi. Je opatřena dezénem, což je soustava podélných, příčných a šikmých drážek předepsané hloubky, které vznikají během lisování pláště při jeho vulkanizaci, kdy se kaučuková směs zatlačí do obvodové části formy. Podélné drážky zajišťují přenos bočních sil a ovlivňují podélnou stabilitu silničního vozidla. Příčné drážky přenášejí hnací a brzdící síly na kryt vozovky. Šikmé(diagonální) drážky plní částečně funkci obou předchozích. Během provozu vzniká v pneumatice vlivem hysterezních pochodů teplo, které musí běhoun v dostatečné míře odvádět. Základním prvkem běhounové směsi je syntetický nebo přírodní kaučuk. Ve valné většině pneumatik osobních automobilů je kaučuk syntetický, zatímco u autobusů a nákladních automobilů se stále používá také kaučuk přírodní, který má příznivý vliv na hysterezní pochody pneumatik s vysokou vrstvou běhounu. Nedílnou přísadou do kaučukové směsi při výrobě běhounu jsou saze, které zvyšují odolnost proti oděru a přispívají k výsledné barvě nejen běhounu ale celé pneumatiky. Jelikož je běhoun nejvíce namáhaná část pneumatiky, musí se skládat z kaučukových směsí s velkou adhezí k vozovce, odolností proti oděru, velkou pevností a malou hysterezí.

Druhy dezénu pneumatik

Část pneumatiky, která přichází do kontaktu s povrchem vozovky, musí zajišťovat požadované jízdní vlastnosti a bezpečnou jízdu, je právě dezén. Většina lidí rozděluje pneumatiky pouze podle ročního období, ale málokdo si všimne tvaru dezénu, který má právě na jízdní vlastnosti a bezpečnost zásadní vliv. Je proto potřeba při výběru pneumatik pečlivě uvážit jaké pneumatiky jsou pro vás vhodné a uvědomit si, že pravidlo „čím dražší, tím lepší“ nemusí být tou nejlepší volbou. Například závodní pneumatiky disponují výbornou přilnavostí, odvodem vody, a spousty dalšími vlastnostmi ve kterých běžné pneumatiky převyšují. Jako mínus a důvod proč nejsou vhodným výběrem pro většinu řidičů je například vyšší pořizovací cena, překvapivě daleko nižší životnost, díky měkčí struktuře, která zajišťuje výbornou adhezi, a skutečnost, že závodní pneumatiky jsou určeny pro konkrétní povětrnostní podmínky a často i povrch.

Symetrický dezén

Symetrický dezén je nejběžnějším dezénem a můžeme se s ním setkat na naprosté většině automobilů. Je to díky své univerzálnosti, kdy obě poloviny dezénu jsou totožné, včetně všech drážek a výstupků, zrcadlově otočené a nezáleží u nich na směru rotace. Vyznačují se dlouhou životností, poměrně vysokou směrovou stabilitou a nízkou hlučností.

Směrový dezén

Směrový dezén se používá zejména u výkonnějších vozidel nebo zimních a celoročních pneumatik. Je to dáno tvarem dezénu, který má tvar písmene „V“ a zajišťuje rychlý odvod vody z oblasti pneumatik a tím zabraňuje tvoření tzv. aquaplaningu. Má předem daný směr otáčení, který je vyznačen šipkou na boční straně pneumatiky. Při montáži pneumatiky ve špatném směru otáčení by ztratila své schopnosti, a naopak by napomáhala k vytváření hydrodynamického klínu mezi kolem a vozovkou (aquaplaningu) a stala by se velmi nebezpečnou.

Asymetrický dezén

Asymetrické pneumatiky mají na rozdíl od dvou předchozích obě poloviny dezénu odlišné. To jim umožňuje přizpůsobit se konkrétnímu povrchu vozovky (mokrý, suchý,..). Stejně jako u směrových zde platí směr rotace v jednom směru. Na vnější straně mají větší prvky (drážky, výstupky apod.) běhounu než na straně vnitřní, které přispívají ke zvýšení stability na převážně suchých silnicích a na vnitřní straně, kde je větší počet menších prvků s větším počtem kanálků zajišťujících dobrý odvod vody pro lepší přilnavost na cestě a zabránění tvorbě aquaplaningu. Také jsou často používány u celoročních pneumatik.

Bok pláště

Spojuje běhoun s patkami, vyroben je z pryže a chrání kostru před poškozením a mechanickými vlivy. V závislosti na deformaci pneumatiky vlivem nesprávného nahuštění, teplotním změnám, působení deformačních sil při přejezdu nerovností, a zachycováním bočních sil při průjezdu směrovým obloukem musí bok pláště dobře snášet dynamické namáhání bez nevratných změn. Na bočnici je uvedeno typové a rozměrové označení pláště, výrobní číslo apod.

Patka pláště

Slouží ke spojení pláště pneumatiky s ráfkem, na který ji přitlačuje vnitřní přetlak vzduchu. Nosnou částí patky je výztužné ocelové lanko, ke kterému jsou zakotveny jednotlivé vložky kostry. Patka je jednou z hlavních nosných částí pneumatiky, která musí přenášet všechny síly mezi pneumatikou a ráfkem bez vzájemného posunutí (radiální, boční, tangenciální), například při jízdě směrovým obloukem nebo brzdění. Musí také tvořit dokonale vzduchotěsnou izolaci mezi ráfkem a pneumatikou.

Ocelové (patní) lanko

Zajišťuje správné přilehnutí pneumatiky k ráfku, těsnost a přenos podélných sil. Lanka jsou tvořena z vysokopevnostní oceli, díky které mohou být zatíženy až 1800 kg bez rizika přetržení. Pro velké namáhání plášťů pneumatik nákladních automobilů a autobusů jsou patky opatřeny dvěma lanky, které pneumatiku dokonale zpevní.

Zimní pneumatiky

Zimní pneumatika splňující předepsané bezpečnostní kritéria je na boční stěně pneumatiky označena symbolem sněhové vločky na hoře. Elasticita gumy je u zimních pneumatik díky většímu podílu přírodního kaučuku přizpůsobena na nižší teploty, než je tomu u pneumatik letních, díky čemuž je pneumatika měkčí a dochází tím k lepší přilnavosti pod teplotou +7 °C. V jednotlivých člancích běhounu mají mnoho dalších miniaturních drážek, díky kterým má pneumatika více hran pro zamezení smyku či prokluzu na zasněženém nebo zledovatělém povrchu, odvádějí vodu a tím zamezují tvorbě aquaplaningu. Dalším významným rozdílem oproti letní pneumatice je hloubka dezénu, která u nové pneumatiky činí 8 mm a minimální dovolená hodnota je 4 mm (v České republice). Hlubší dezén, společně s již zmíněnými miniaturními drážkami slouží jako dutina pro sních.

Letní pneumatiky

Letní pneumatiky mají tvrdší složení, díky menšímu obsahu přírodního kaučuku než pneumatiky zimní, které by se díky vyššímu a měkčímu dezénu v letních měsících velice rychle opotřebovávaly a měly špatné jízdní vlastnosti. Použití letních pneumatik je vhodné při venkovních teplotách nad 7 °C, kdy letní pneumatiky začínají měknout a dobře přilnou k povrchu vozovky. Díky svému složení, nižšímu dezénu a menšímu počtu drážek mají letní

pneumatiky menší valivý odpor, který se projeví na snížené spotřebě paliva a menší hlučnosti.

Celoroční pneumatiky

Celoroční pneumatiky mají označení „M+S“ (mud + snow). Svými vlastnostmi nemohou konkurovat zimním pneumatikám v zimě ani letním v létě, nabízejí však od obou trochu. Vhodnou variantou jsou pro řidiče s malým ročním nájezdem v oblastech s mírnými povětrnostními podmínkami

Pneumatiky s duší

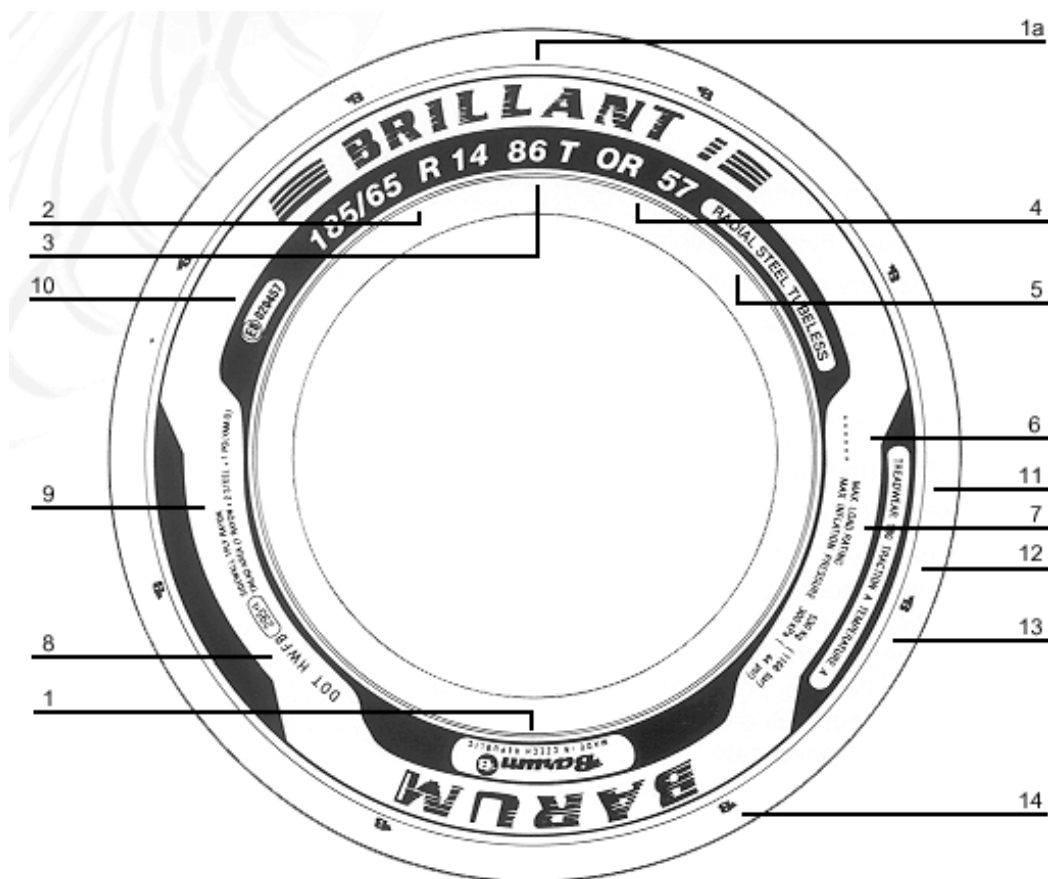
Pneumatiky s duší jsou označeny nápisem TUBE TYPE na bočnici pláště pneumatiky. Duše jsou plněny vzduchem o předepsaném tlaku pro daný typ pneumatiky a zaručuje správné dosednutí patky pneumatiky k disku kola. Každá duše je opatřena jednosměrným ventilem pro naplnění vzduchem. Pro každou pneumatiku je přesně stanovený rozměr duše, při nedodržení rozměru by mohlo dojít k znehodnocení duše, rychlému opotřebení pneumatiky a následně i špatnému vyvážení kola. Duše musí dobře odolávat změnám teplot v pneumatice, být dokonale těsná a musí být umožněna snadná montáž a demontáž pláště pro její výměnu.

Bezdušové pneumatiky

Bezdušové pneumatiky jsou označeny nápisem TUBELESS na bočnici pláště pneumatiky. Na vnitřní straně pneumatiky je navulkanizovaná vzduchotěsná pryž, která zamezí úniku vzduchu z pneumatiky. Ventil je zde umístěn přímo v ráfku kola. U bezdušových pneumatik vznikají během provozu nižší teploty než u pneumatik s duší, protože zde odpadá vzájemné tření mezi duší a pláštěm.

Značení pneumatik

Každému uživateli dopravních prostředků musí být snadno zjistitelné, jaký přesný rozměr pneumatik je pro jeho prostředek a podmínky vhodný. Postupným vývojem pneumatik, kdy se rozšiřoval počet dopravních prostředků a druhů kol, stoupal i počet samotných výrobců pneumatik. Bylo tedy nutné zavést jednotné značení, aby se každý zákazník mohl v širokém spektru pneumatik snadno orientovat.



Obr. 71: Označení pneumatiky

Označení pneumatik

1. Výrobce a název pneu
2. Rozměr pneu
3. Index nosnosti/rychlosti
4. Označení dezénu
5. Konstrukce kostry pneu
(radiální, Steel, bez duše)
6. T1 číslo formy
7. Max. tlak huštění
8. DOT – datum výroby
9. Počet vložek kostry
10. Homologační číslo
11. Odolnost opotřebení v %

12. Součinitel adheze (A,B,C)

13. Odolnost proti dynamické
únavě (A,B,C)

14. Indikátor opotřebení TWI

letní pneu - 1,6mm/min.

zimní pneu – 4mm/min

Nosnostní index (Load index)

Nosnostní index (také nazývaný hmotnostní/zátěžový) udává maximální zátěž na jedné pneumatice. Tento index spolu s ostatními je zapsán pro každý automobil v technickém průkazu. Na automobil může být použita pneumatika s vyšším indexem, nikoliv menším. To se pak ovšem projeví na komfortu jízdy, kdy má pneumatika tužší bočnici. Pneumatika s vyšším indexem je odolnější vůči poškození (najetí na ostré předměty, obrubníky, díry).

Rychlostní index (GSY)

Rychlostní index je písmenem označená hodnota, která udává maximální možnou rychlost pro danou pneumatiku. Index je uveden ve velkém technickém průkazu a u letních pneumatik zde platí stejné pravidlo jako u výše zmíněného hmotnostního indexu, a to, že na příslušném automobilu nesmí být použita pneumatika s nižším rychlostním indexem, než je uveden v technickém průkazu. U zimních pneumatik toto pravidlo neplatí a je zde možné použít pneumatiky s nižším rychlostním indexem. V tomto případě musí být v zorném úhlu řidiče upozornění na tuto skutečnost pomocí nálepky nebo cedulky. U novějších aut je možnost nastavit hlídání překročení této maximální rychlosti na palubním počítači. Písmeno rychlostního indexu odpovídá tabulkovým hodnotám v kilometrech za hodinu.

Index opotřebení

Hloubka dezénu je jeden z hlavních prvků ovlivňující vlastnosti pneumatik a její kontrola je proto velmi důležitá. Norma stanovuje minimální hloubku dezénu pro letní a zimní pneumatiky. Obecně platí, že s poklesem hloubky dezénu roste riziko vzniku aquaplaningu na mokré vozovce. Je několik způsobů, jak průběžně zjišťovat hloubku dezénu. Tím nejpřesnějším je samotné přeměření hloubky speciálním hloubkoměrem nebo posuvným měřidlem. Když pomineme laické kontroly pomocí mincí, které nás odhadově

informují zdali je běhoun ještě dostatečně hluboký, můžeme hlídat minimální hloubku dezénu přímo na pneumatice bez jakýchkoliv pomůcek. Valná většina pneumatik je opatřena tzv. indexem opotřebení, který nám indikuje již kritický stav hloubky dezénu.

Nejčastějším ukazatelem opotřebení jsou destičky zabudované v mezerách podélných dezénových drážek, které mají výšku minimální přípustné hloubky dezénu. Indikace dosažení minimální hloubky dezénu nastane v případě, kdy se dezén dostane na úroveň těchto destiček. Místo umístění destiček je označeno symbolem na boku pneumatiky. Znakem bývá zkratka TWI (Tread Wear Indicator), trojúhelník nebo značka sněhové vločky u zimních pneumatik.

DOT (Department of Transportation)

Jedná se o čtyřmístné číselné označení identifikující datum výroby pneumatiky. První dvojice označuje kalendářní týden a druhá dvojice označuje rok výroby.

Rozměry pneumatik

1. Vnější průměr nezatížené pneumatiky (D) – vzdálenost dvou tečen vnějšího povrchu nezatížené pneumatiky.
2. Šířka profilu nezatížené nahuštěné pneumatiky (b) – maximální vzdálenost dvou rovin kolmých k ose rotace kola, které se dotýkají vnějšího obrysu nezatížené nahuštěné pneumatiky.
3. Šířka profilu zatížené nahuštěné pneumatiky (bq) – maximální vzdálenost dvou rovin kolmých k ose rotace kola, které se dotýkají vnějších povrchů boku zatížené nahuštěné pneumatiky v nejméně deformované oblasti.
4. Šířka profilu pneumatiky (s) – maximální vzdálenost dvou rovin kolmých k ose rotace, které se dotýkají vnějších povrchů boků nezatížené nahuštěné pneumatiky.
5. Výška profilu (h) – polovina rozdílu mezi vnějším průměrem pneumatiky a jmenovitým

průměrem ráfku.

6. Statický poloměr zatížené nahuštěné pneumatiky (r_s) – vzdálenost osy rotace nepohybující se nahuštěné pneumatiky od opěrné rovinné podložky rovnoběžné s osou rotace pneumatiky při předepsaném radiálním zatížení.
7. Profilové číslo pneumatiky. Profilové číslo je stanoveno z šířky a výšky profilu nezatížené nahuštěné pneumatiky a je uváděno v %.

2. Seznam použitých zkratek

ASD - Automatisches Sperrdifferential

ASR - Antriebs Schlupf Regelung

ESP - Electronic Stability Programme

GKN - Guest, Keen and Nettlefolds

LSD - Limited Slip Differential

ZF - Zahnradfabrik

2WD - Two-Wheel Drive

4WD - Four-Wheel Drive

3. Použitá literatura

- Barum Pneu http://www.barum-pneu.cz/pics/technicky_radce/znaceni-plastu-na-bocnici.gif
dostupné online 13.5.2024
- BAUER, František. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN isbm978-80-86726-52-6.
- DOČKAL, Vladimír, Jan KOVANDA a František HRUBEC. Pneumatiky. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01882-2.
- Druhy dezénů a segmenty pneumatik. Mpneu [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <http://www.mpneu.cz/typypneumatik/>
- GILLESPIE, T. D. Fundamentals of vehicle dynamics. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, c1992. ISBN 1560911999.
- GSCHEIDLE, Rolf. *Tabulky pro automechaniky: tabulky, vztahy, přehledy, normalizované postupy : matematika, vedení podniku, základní odborné znalosti, materiály, technické kreslení, odborné znalosti, elektrické vybavení, předpisy*. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa-Sobotáles, 2009. ISBN isbn978-80-86706-21-4.
- Homokinetický kloub, <https://autoblink.cz/homokineticky-kloub-jak-funguje-a-jak-se-projevuje-jeho-poskozeni/> dostupné online 19.5. 2024
- <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1489> dostupné online 13.5.2024
- https://www.automobilrevue.cz/rubriky/clanky/technika/samocinne-bezestupnove-prevodovky-plynule-a-bez-zubu_40397.html dostupné online 16.4.2024
- KRÁL, Jiří. Dezén a typy dezénů pneumatik. PNEUMATIKY [online]. 2007, 28.05.2013 [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/typy-dezenu-pneumatik-t4>
- KRÁL, Jiří. Nosnostní index. PNEUMATIKY [online]. 2007, 02.05.2009 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/nosnostni-index-t4>
- PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. Automobily pro 2. a 3. ročník SOU. Vyd. 3., přeprac. Praha: Informatorium, 1997. ISBN 80-86073-02-5.
- Údržba pneumatik: Jak měřit opotřebení pneumatiky. Rezulteo [online]. 2009 [cit.2020-01-17]. Dostupné z: <http://www.rezulteo-pneumatiky.cz/pruvodce-pnemautik/udrzba-pneumatik/jak-merit-opotrebeni-pneumatiky-4112>
- VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-239-0026-9.

Ing. ZDENĚK, Jan, Ing. ŽDÁNSKÝ, Bronislav a Ing. ČUPERA, Jiří. Automobily 2: Převody, ISBN:
78-80-87143-39-1

Název: Vozidlové mechanizmy II

Autor: Ing. Jakub Mařík, Ph.D.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

**Adresa vydavatele: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, Praha
–Suchdol, 165 00**

Pořadí vydání: 1. vydání

Rok vydání: 2024

ISBN 978-80-213-3381-9

Vydala Česká zemědělská univerzita ve svém nakladatelství