

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V
PRAZE

Technická fakulta

Karoserie a podvozky vozidel

bakalářská práce

Autor práce: **David Čemus**

Vedoucí práce: **Ing. Zdeněk Kvíz, Ph.D.**

PRAHA 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci na téma: Karoserie a podvozky vozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že se na moji bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne: 30.3.2016

Podpis: _____

David Čemus

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce Ing. Zdeňku Kvízovi, Ph.D. za odbornou pomoc a cenné připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za veškerou podporu při studiu.

Abstrakt:

Bakalářská práce na téma „Karoserie a podvozky vozidel“ je zaměřena na problematiku podvozků a karoserií osobních automobilů. V práci se zabývám jednotlivými technickými řešeními podvozků a karoserií vozidel zejména z hlediska konstrukce a použitých materiálů. V práci je uveden vývoj a moderní trendy při konstrukci těchto částí automobilu.

Klíčová slova: karoserie, podvozek, vozidlo

Chassis and body vehicles**Summary:**

Bachelor thesis's subject „Body and chassis vehicles“ is focused at issues of chassis and body personal vehicles. In this thesis I deal with individual technical solution chassis and body car particularly in terms of construction and used materials. In this thesis is shown evolution modern trends this parts of vehicles.

Keywords: body, chassis, vehicle

Obsah

1	Úvod	1
2	Technická řešení podvozků motorových vozidel	2
2.1	Kola a pneumatiky	2
2.1.1	Požadavky na kola	2
2.1.2	Uložení kol	3
2.1.3	Ráfek.....	4
2.1.4	Pneumatika	5
2.2	Zavěšení kol	7
2.2.1	Druhy zavěšení kol	7
2.3	Odpružení.....	13
2.3.1	Účel.....	13
3	Technická řešení uspořádání karoserií motorových vozidel	16
3.1.1	Požadavky na karoserie	16
3.1.2	Podvozková karoserie.....	17
3.1.3	Polonosná karoserie	17
3.1.4	Samonosná karoserie	18
3.1.5	Materiály používané pro výrobu karoserií.....	21
3.1.6	Rámy.....	24
3.1.7	Požadavky na rámy.....	24
3.1.8	Hlavní úkoly rámu	24
3.1.9	Druhy rámu.....	25
4	Vývoj podvozků s ohledem na bezpečnost a stabilitu vozu	26
5	Moderní trendy konstrukce podvozků a karoserií	27
6	Závěr.....	29
7	Citovaná literatura	31

1 Úvod

Automobil se dá považovat jako jeden ze symbolů 20. století. V průběhu let urazil jeho vývoj dlouhou cestu. První automobily často vznikaly jako upravené kočáry, které byly doplněny motorem, převodovkou, řízením a brzdami. Tyto vozy byly montovány ručně a každý byl originál. Cena takového vozu byla na tehdejší podmínky poměrně vysoká a ne každý si mohl automobil dovolit. Průlom nastal zhruba v první polovině 20. století, kdy byla zavedena pásová výroba. Začaly se vyrábět velké série a automobil se stal o něco dostupnější. V dnešní době si většina z nás život bez osobního automobilu nedokáže představit. Automobily každý den využíváme při cestě do zaměstnání, přepravě nákladů, ale také třeba při cestě na dovolenou. Automobil tvoří poměrně složitý a propracovaný celek, který je složen z několika částí. Mezi hlavní části automobilu patří hnací soustava, příslušenství s výbavou, karoserie a podvozek. Tato bakalářská práce je zaměřena zejména na karoserii a podvozek. Karoserie je velmi důležitou a nedílnou částí automobilu, která vytváří prostor pro cestující a náklad. Slouží také jako ochrana před nepříznivými vlivy silničního provozu a počasím. Dále zajišťuje bezpečnost a komfort posádky při cestování. Zejména na bezpečnost je kladen velký důraz a každý automobil musí splňovat nařízené předpisy a normy. Podvozek je část automobilu, která ovlivňuje jízdní vlastnosti a chování celého vozu během jízdy. V dnešní době jsou na podvozek kladeny stále vyšší nároky co se komfortu a bezpečnosti týká. Z tohoto důvodu jsou konstruktéři tlačeni k neustálému vylepšování a zdokonalování podvozku s ohledem na zachování přijatelné ceny vozu a jeho náhradních dílů.

Cílem této práce je seznámení s problematikou karoserií a podvozků zejména osobních automobilů. V této práci jsou uvedeny a popsány základní části karoserie a podvozku. Práce je zaměřena na funkční rozbor jednotlivých částí, jejich konstrukci a princip činnosti s ohledem na kladené požadavky.

2 Technická řešení podvozků motorových vozidel

Podvozek osobního automobilu je jednou z nejkomplicovanějších částí celého vozu. Vývoj, testování a zkoušení jednotlivých komponentů zabere automobilovým společnostem mnoho času a vynaloží na něj nemalé finanční prostředky. Podvozek je sestaven z několika hlavních částí, ze nichž má každá svoji úlohu a je nedílnou součástí celku. Podvozek tvoří 23-25% hmotnosti vozidla, stejný podíl tvoří také z ceny vozu. [1]

Mezi hlavní části podvozku patří:

Kolo s pneumatikou - spojovací prvek automobilu s vozovkou. Kola přenášejí hnací a brzdny moment, při přejezdu nerovností napomáhají pérování, v neposlední řadě nesou hmotnost vozidla včetně posádky a nákladu.

Zavěšení kol - je způsob spojení kola s rámem nebo karoserií. Umožňuje radiální pohyb kola při pružení a zajišťuje přenos sil mezi kolem a karoserií (popřípadě s rámem).

Odpružení - zachycuje a eliminuje kmitavé pohyby nápravy vůči karoserii (popřípadě rámu), tím chrání vozidlo, posádku a náklad před nežádoucími otřesy.

Řízení - umožňuje udržení přímého směru jízdy a jeho změnu.

Brzdový systém - slouží ke zpomalení, zastavení a zajištění stojícího vozidla.

2.1 Kola a pneumatiky

Jak bylo řečeno, kolo s pneumatikou společně tvoří spojovací prvek automobilu s vozovkou. Kola převádí hnací moment na hnací sílu, zachycují a přenášejí většinu surných sil a momentů vznikajících za jízdy a brždění, nesou a vedou vozidlo po vozovce. V neposlední řadě také napomáhají pérování a tím zlepšují komfort a bezpečnost jízdy.

2.1.1 Požadavky na kola

- malá hmotnost
- minimální údržba
- dostatečná pevnost a tuhost
- snadná montáž
- malý odpor vzduchu
- dobrý odvod tepla z hlavy a pneumatiky

Kola, jež jsou umístěna na koncích každé nápravy, se skládají z těchto částí: *hlava* (díky níž je upevněno k nápravě), *ráfek* (slouží k uložení pneumatiky). Hlava a ráfek jsou navzájem spojeny diskem, hvězdicí či dráty. Podle tohoto spojení rozeznáváme kola:

- disková
- hvězdicová
- drátová
- paprsková



Obrázek 1 - Druhy kol dle konstrukce: a) diskové kolo, b) paprskové kolo, c) hvězdicové kolo, d) drátové kolo [12], [13], [14], [15]

2.1.2 Uložení kol

2.1.2.1 Letmé

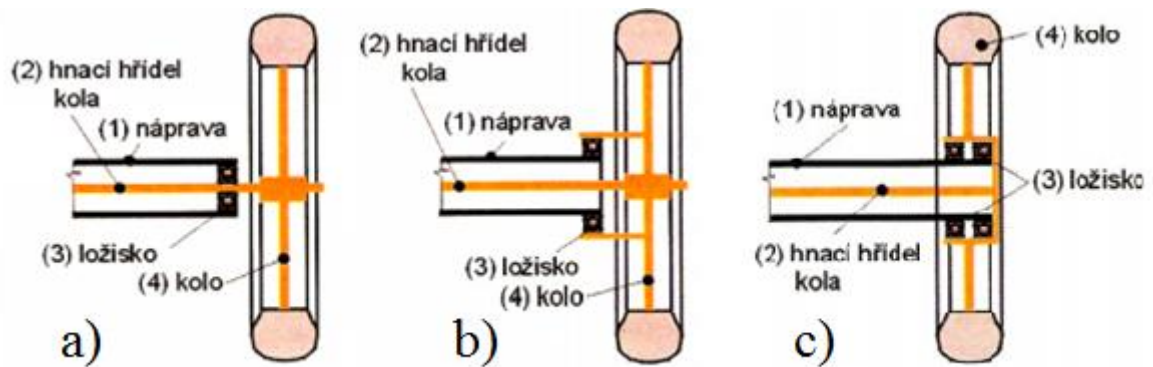
Hnací hřídel je namáhán na krut přenášením točivého momentu a na ohyb, který vzniká zatížením kola tíhou automobilu. V případě zlomení hnacího hřídele dochází k oddělení kola od nápravy.

2.1.2.2 Pololetmé

Hnací hřídel je opět namáhán na krut, ale jen částečně na ohyb, protože část ohybového momentu přenáší náprava. Tím je hnací hřídel odlehčen. Při zlomení hnacího hřídele opět dojde k oddělení kola od nápravy

2.1.2.3 Na mostě

Hnací hřídel je namáhán pouze na krut. Ohybový moment je přenášen přes konstrukci nápravy, díky uložení kol ve dvou ložiskách. Při zlomení hnacího hřídele nedochází k oddělení kola od nápravy, ale pouze k přerušení přenosu hnacího momentu. Toto uložení umožňuje menší průřez hnacího hřídele, tím je nejen lehčí, ale také i pružnější a záběr kol měkčí.



Obrázek 2 - Způsoby uložení kol a) letmé, b) pololetmé, c) na mostě [3]

2.1.3 Ráfek

Ráfek je nedílnou součástí celého kola, slouží především k uložení pneumatiky. Pneumatika musí být s ráfkem spojena tak, aby byl umožněn přenos svislé, boční a obvodové síly bez vzájemného relativního pohybu mezi pneumatikou a samotným ráfkem. Zpravidla se používají ráfky ocelové, avšak postupem času se stále více používají ráfky z hliníkových slitin, vyznačující se menší hmotností. Ráfky jsou jednodílné či vícedílné.

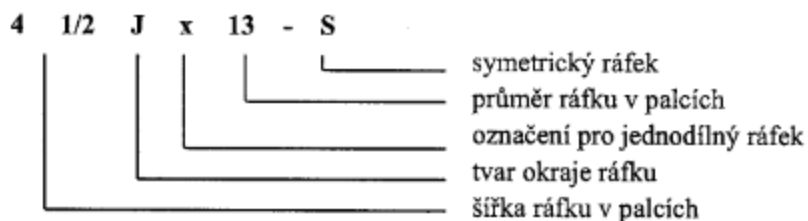
2.1.3.1 Hlavní části ráfku:

- Opěrné plochy – jsou to boční dorazy pro pneumatiku, respektive pro její patku, vzdálenost mezi těmito plochami charakterizuje světlou šířku ráfku.
- Dosedací plocha – nejčastěji bývá skloněna o 5° vůči středu ráfku. Přenos obvodových sil je umožněn přitlakem patek pneumatiky k dosedacím plochám.
- Prohloubení – umožňuje montáž pneumatiky na jednodílný ráfek.
- Okraj ráfku – u osobních automobilů bývá nejčastěji okraj J nebo B.

2.1.3.2 Značení ráfků.

Rozměry, které jsou zpravidla u ráfků značeny, jsou šířka a průměr ráfku. Obě tyto hodnoty se obvykle udávají v palcích. Symbol, který se nachází mezi hodnotou šířky a průměru ráfku, charakterizuje jeho typ. Prohloubené (jednodílné) ráfky se značí křížkem („x“), ploché (dělené) se značí pomlčkou („-“).

System značení prohloubených symetrických ráfků pro osobní automobily:



Značení ráfku ISO má průměr ráfku na začátku:

13	x	5	J - S	symetrické provedení
13	x	5	J	asymetrické provedení

Obrázek 3 - System značení prohloubených symetrických ráfků pro osobní automobily [1]

2.1.4 Pneumatika

Pojmem pneumatika se rozumí plášť (příp. s duší), ochranná vložka nebo bezdušový ventil, namontované na ráfek a naplněné stlačeným vzduchem, to vše je složeno v jeden celek. Duše a ochranná vložka u bezdušové pneumatiky odpadá, funkci těchto dvou komponentů přechází na samotný plášť a bezdušový ventil.

2.1.4.1 Konstrukce pneumatiky

Kostra

Kostra se skládá z vložek, které jsou tvořeny z bavlněných, plastových (Nylon, Raylon), polyesterových nebo ocelových vláken, která jsou spojena pryží. Z hlediska toho, jak jsou pásy těchto vložek vedeny, rozeznáváme pneumatiky radiální a diagonální. U radiálních pneumatik jsou pásy vedeny od patky k patce kolmo na rovinu rotace kola. U diagonálních pneumatik jsou pásy vedeny od patky k patce a vzájemně se kříží pod úhlem 30° až 40°.

Radiální pneumatiky, ve srovnání s diagonálními, lépe zachycují boční síly, mají lepší adhezi, menší odpor valení a méně se opotřebovávají. Na druhou stranu jsou o něco dražší, hlučnější při jízdě na nerovném terénu a choulostivější na předepsané a správné nahuštění.

Nárazník

Nárazník vytváří tzv. most mezi běhounem a kostrou pláště. Je tvořen vložkami z vhodných druhů vláken, které jsou spojeny pryží, podobně jako je tomu u kostry. Jednotlivé vrstvy nárazníků jsou vrstveny tak, že se jejich vlákna lehce kříží a svírají s obvodovou kružnicí v axiálním směru úhel cca 5° až 25°. Nárazník zachytává velkou část rázů od vozovky, zlepšuje tak odolnost kostry proti průrazu.

Běhoun

Běhoun vytváří stykovou plochu mezi samotnou pneumatikou a vozovkou, po které se vozidlo pohybuje. Při jízdě je nezbytné, aby kontakt mezi vozovkou a běhounem byl pokud možno co největší a nejstabilnější. Dále běhoun izoluje spodní vrstvy před nepříznivými účinky počasí či mechanického poškození. Na správnou funkci pneumatik má vliv také dezén, jež je vytvořený na běhounu. Jedná se o síť podélných a příčných drážek, které mají předepsanou hloubku. Podélné drážky přenášejí boční síly a přímo ovlivňují směrovou stabilitu vozu. Příčné drážky slouží k přenosu hnací síly na vozovku. Hloubka těchto drážek významně ovlivňuje vznik potřebné adheze mezi vozovkou a pneumatikou.

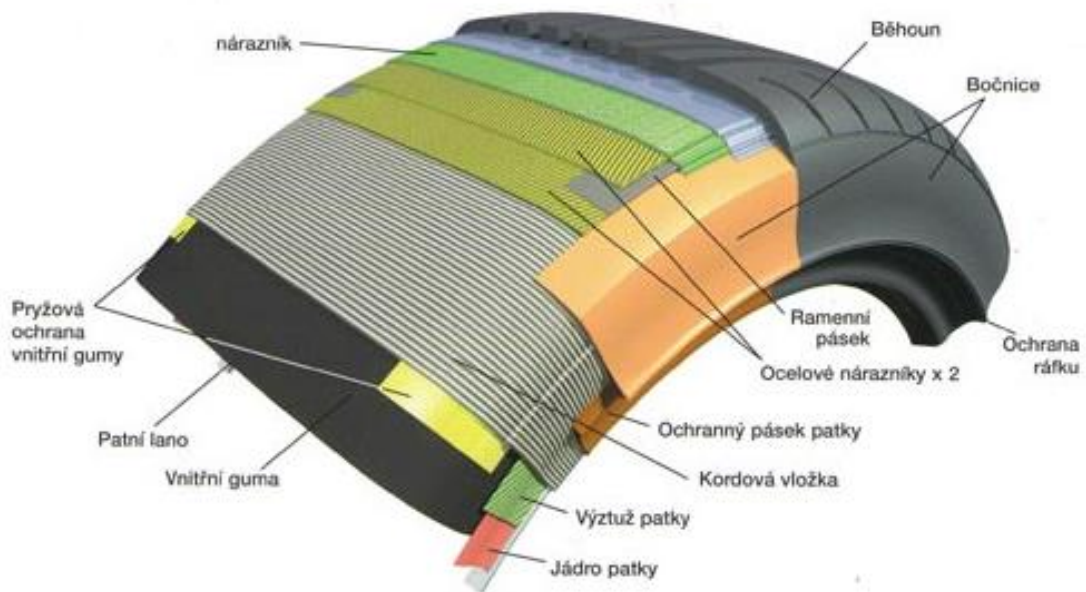
Na vlastnosti a životnost pneumatiky má vliv také směs, ze které je dezén vyrobený. Hlavní složkou těchto směsí je u moderních pneumatik kaučuk. U osobních automobilů to bývá zpravidla kaučuk syntetický, u nákladních automobilů a autobusů se používá mnohdy i kaučuk přírodní. Další důležitou složkou přidávanou do těchto směsí jsou saze. Ty zvyšují odolnost vůči odírání díky svému ztužujícímu účinku.

Patka pláště

Patka je vyztužená spodní část, které dosedá na ráfek. Vyztužení zajišťuje ocelové lanko (u osobních automobilů bývá jedno, u nákladních automobilů bývají dvě), k němuž jsou ukotveny jednotlivé vložky kostry. Patka je přitlačována na ráfek pomocí tlaku vzduchu v pneumatice a je nutné, aby přenášela síly mezi pneumatikou a ráfkem. V případě bezdušových pneumatik musí ještě zajistit utěsnění vzduchu v pneumatice.

Bok pláště

Bok pláště je spojovací prvek běhounu s patkami. Chrání kostru pneumatiky zejména před mechanickým poškozením a nepříznivými vlivy počasí. Musí být odolný vůči provoznímu namáhání, ale také vůči stárnutí. Bok pláště je pryžový, pro zlepšení vlastností se však přidávají přísady (antioxidanty a antiozonanty).



Obrázek 4 - Konstrukce pneumatiky [16]

2.2 Zavěšení kol

Jedná se o způsob spojení kola s rámem nebo karoserií. Hlavní funkce zavěšení kol jsou následující:

- Přenášení sil a momentů mezi kolem a karoserií, popřípadě rámem. Mezi přenášené síly a momenty patří např. podélná síla a jejich moment (hnací a brzdná síla, hnací a brzdný moment), příčná síla (odstředivá), radiální síla (od zatížení vozidla). Vše musí být podloženo pevnostními kontrolními výpočty.
- Umožnění radiálního pohybu kola při přejezdu nerovností a následném propružení, přenos všech sil s tímto pohybem spojených.
- Zamezení nežádoucích pohybů kola, obzvláště boční posuv a naklápění kola (kinematické řešení zavěšení).

2.2.1 Druhy zavěšení kol

Rozeznáváme dva základní druhy zavěšení:

- závislé zavěšení (tuhá náprava)
- nezávislé zavěšení

Pojem náprava je celek, který se skládá z nápravnice, zavěšení kola, nábojů ložisek, brzdového ústrojí, pružících komponentů a komponentů řízení (u přední nápravy).

2.2.1.1 Závislé zavěšení (tuhá náprava)

Závislé zavěšení má jeden společný příčný nosník (most nápravy), na kterém jsou uloženy kola. Z kinematického ohledu se jedná o jedno těleso. Při propružení (svislý pohyb) jednoho kola dochází i k pohybu druhého kola.

Jedním z nejstarších systémů zavěšení tuhé nápravy je provedení s dvojicí listových pružin uložených podélně. Tento systém se využívá i dnes, zejména na zadních nápravách těžkých nákladních automobilů. Listové pružiny v tomto případě zastávají hned tři funkce:

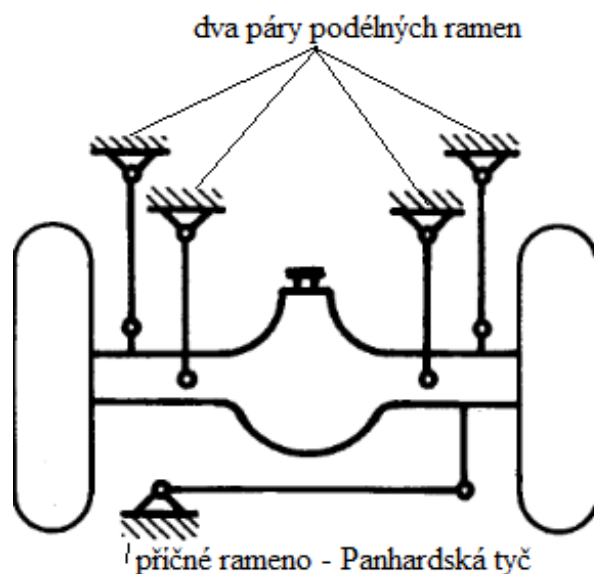
- odpružení
- třecí tlumení mezi nástavbou a nápravou
- vedení nápravy

U moderních automobilů se dnes většinou používají vinuté pružiny. Vinutá pružina však nevykazuje téměř žádné boční vedení, není tedy schopna přenášet boční síly. Vedení nápravy v bočním i podélném směru musí být tedy zajištěno jiným konstrukčním prvkem. K zajištění bočního a podélného vedení nápravy se používají následující konstrukce:

- čtyři podélná a jedno příčné rameno (panhardská tyč)
- Wattův přímovod
- ojnicové vedení
- čtyři ramena – vedení v podélném i příčném směru zajišťují dvojice šikmých ramen

Panhardská tyč

Panhardská tyč zajišťuje vedení nápravy v příčném směru jízdy a přenos podélných sil a momentů. Je to příčné rameno, které bývá nejčastěji doplněno o čtyři ramena podélná, které přenášejí síly a momenty v podélném směru. Uložení této tyče je řešeno pomocí vhodně dimenzovaného uložení. V případě svislého pohybu nápravy (propružení) dochází k bočnímu posunutí nápravy. S tímto jevem souvisí boční zrychlení – kmitání, jež ovlivňuje, respektive zhoršuje, komfort jízdy. Panhardská tyč musí být co nejdelší a ve vodorovné poloze, aby se docílilo snížení účinku bočního kmitání.



Obrázek 5 - Schéma tuhé nápravy vedené čtyřmi podélnými rameny a jedním příčným (Panhardská tyč) [1]

Wattův přímovod

Jedná se o tříčlenný mechanismus s pěti klouby. Úkolem tohoto kloubu je ustavení nejčastěji tuhých náprav vozidel v příčném, případně i podélném směru. Toto provedení je dokonalejší náhrada Panhardské tyče. Prostřední krátké rameno je kloubově spojeno s nápravou. Konce tohoto ramena jsou zakotveny na odpérované hmotě vozidla (k rámu či karoserii) pomocí delších výkyvných ramen, jež mají stejnou délku. Střed nápravy koná v celém svém zdvihu svislý pohyb, a to i v případě nestejněho odpružení jednotlivých kol.

Ideální Wattův přímovod je středově souměrný a výkyvná ramena jsou stejně dlouhá. Jestliže je z konstrukčních důvodů nutné použít ramena různých délek, začnou se výhody přímovodu ztrácet. [6]

Náprava De-Dion

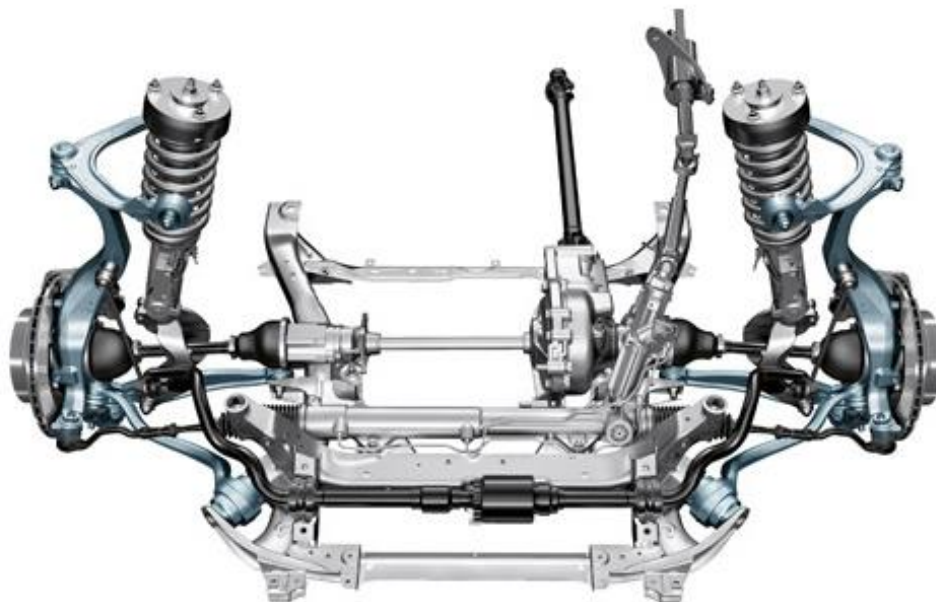
Výhodou této nápravy je snížení neodpružených hmot. Toho bylo docíleno pevným spojením rozvodovky a diferenciálu s karoserií automobilu. Tuto nápravu můžeme vidět zejména u starších automobilů značky Alfa Romeo. K masovému využití této nápravy však nedošlo, hlavně díky vysokým výrobním nákladům.

2.2.1.2 Nezávislé zavěšení

U nezávislého zavěšení jsou kola ke karoserii zavěšena samostatně nezávisle vůči sobě. To znamená, že nedochází k přenosu pohybu z jednoho na druhé kolo a každé z kol tvoří samostatnou jednotku. Tím nedochází k třepetání nápravy. Výhodou tohoto zavěšení je, že hmotnost neodpružených hmot je výrazně menší díky upevnění diferenciálu a rozvodovky ke karoserii. Tím se zlepši nejen jízdní vlastnosti, ale rovněž komfort jízdy.

Lichoběžníková náprava

Hlavními prvky této nápravy jsou dvě různě dlouhá příčná ramena trojúhelníkového tvaru. Uložení těchto ramen je zajištěno pomocí pryžových pouzder. Vrchní rameno je zpravidla kratší, aby byla změna rozchodu kola na nápravě co nejmenší. Díky tomu také vzniká více prostoru pro uložení motoru. Ve spodním ramenu bývá uložena vinutá pružina, která zajišťuje odpružení. Náprava musí být schopná přenášet jak podélné, tak příčné síly. Název této nápravy je zřejmý z průřezu do příčné svislé roviny. Ramena totiž tvoří lichoběžník. Nevýhodou je, že při přejezdu nerovností a následném propružení je ovlivněna geometrie. Konkrétně se mění hodnoty odklonu a rozchodu kol, sbíhavosti či boční posuv kola. Lichoběžníková náprava se nejvíce používá u osobních automobilů střední či vyšší třídy jako přední řídicí. Využití také nachází u dodávkových automobilů či autobusů. [4]



Obrázek 6 - Lichoběžníková náprava BMW X6 [4]

Náprava McPherson

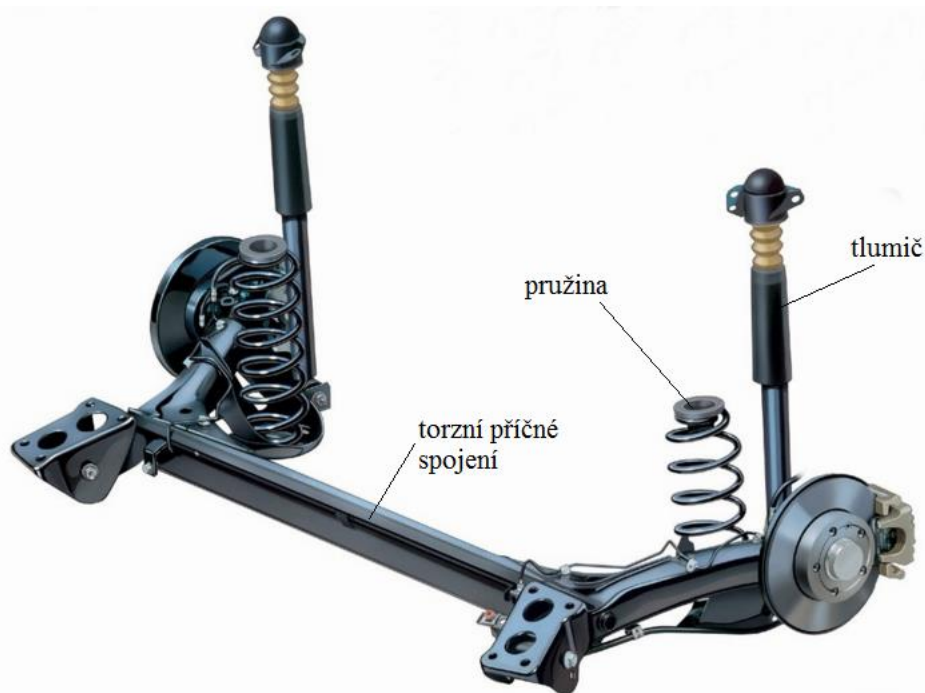
Náprava McPherson vznikla modifikací lichoběžníkové nápravy, kdy bylo horní příčné rameno nahrazeno tlumičovou vzpěrou. Tato vzpěra je vlastně správně dimenzovaný teleskopický tlumič. Horní konec vzpěry je uložen ve valivém axiálním ložisku (případně ve dvou). Axiální ložisko vytváří horní závěs a zajišťuje přenos hmotnosti příslušné části automobilu na vinutou pružinu. Ve spodní části je pružina opřena o miskou připevněnou k vnější části tlumiče. Kolo je uloženo kolmo na podélnou osu vozidla pomocí kulového kloubu. Kola se otáčejí kolem pomyslné spojnice středu axiálního ložiska a kulového kloubu (osa otáčení). Tato spojnice je zároveň zatěžovací osa pružiny. V případě použití této nápravy jako řídicí, plní náprava funkci odpružení, tlumení a natáčení kol. Zpravidla se náprava používá jako řídicí z důvodu své jednoduchosti, ceny a úspornosti prostoru. Může být však použita i jako zadní hnaná a hnací náprava. [3]

Kyvadlová náprava úhlová

Uložení kol je řešeno pomocí dvou rozvidlených ramen s šikmou osou kývání, z tohoto důvodu se můžeme setkat s označením „šikmý závěs“. Ramena jsou jedním koncem spojena k náboji kola a druhým koncem ke karoserii díky silentblokům. Z důvodu vzniku samořízení při propružení má vozidlo nedotáčivé vlastnosti. Dochází také ke změně rozchodu a odklonu kola. Musí být tedy zajištěna změna délky hnacích hřídelů, které přenášejí hnací moment z rozvodovky na kola. Tato náprava se používá jako zadní hnací, není možné použít jako nápravu řídicí.

Kliková náprava

Kliková náprava je složena z podélných ramen, která jsou připevněna ke karoserii pryžovými ložisky. Osa výkyvu ramen je příčná - kolmá na podélnou rovinu vozu. Požadavkem je, aby byly síly v ložiskách (uložení) pokud možno co nejmenší. Umístění pružiny co nejvíce k ose kola snižuje svislé zatížení. Umístění ložisek co nejdál od sebe snižuje vodorovné zatížení. Kliková náprava může být odpružena i pomocí torzních tyčí, které jsou uloženy ve vodících trubkách. Společně je tento celek namáhán na krut. Torzní tuhost příčných trubek ovlivňuje tuhost odpružení.

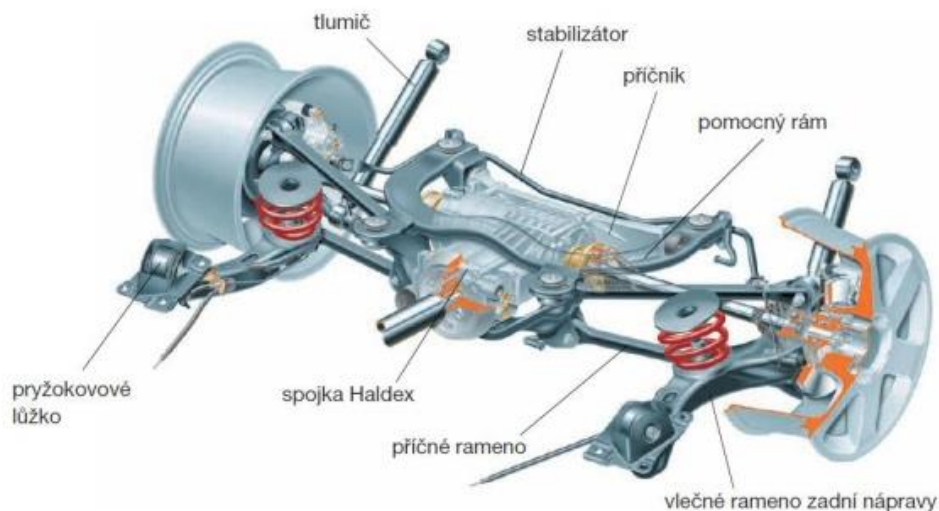


Obrázek 7 - Zadní kliková náprava s torzní propojovací příčkou [10]

U osobních automobilů se dnes nejvíce využívá náprava s torzní propojovací příčkou. Podélná ramena jsou spojena s příčkou odolnou vůči ohybu, je však torzně měkká a plní funkci příčného stabilizátoru. V případě stejnoběžného propružení obou kol nedochází k deformaci příčky, v případě protiběžného provedení však dochází ke zkrutu. Tato náprava může být chápána jako přechod mezi klasickou klikovou a tuhou nápravou. Z důvodu vysokého namáhání torzní příčky je však omezené její zatížení. Tato náprava je často využívána jako zadní náprava vozů nižší a střední třídy.

Víceprvková náprava

Konstrukce této nápravy se skládá z několika podélných, příčných či šikmých ramen (až z pěti), která umožňují téměř dokonalé vedení kola a optimální kinematiku nápravy. Ramena jsou na sebe vzájemně nezávislá a dovolují tak, požadované nastavení podvozku, zejména geometrii. Díky tomu lze dosáhnout minimálních změn odklonu, rozchodu a sbíhavosti kol. Náprava se také vyznačuje nízkou hmotností, nízkým třením, nízkým hlukem a vibracemi, ale také prostorovou účinností. Nevýhodou této nápravy je složitější konstrukce a s tím spojené vyšší pořizovací náklady a náklady na případnou opravu. Víceprvková náprava může být využita u automobilů střední a vyšší třídy jako náprava hnaná i hnací, přední či zadní. [5]



Obrázek 8 - Zadní víceprvková náprava Škoda Octavia 4x4 [5]

2.3 Odpružení

Odpružení zachytává kmitavé pohyby nápravy a zmenšuje jejich účinek na podvozkové části a karoserii. Tím přímo ovlivňuje jízdní vlastnosti a chování vozidla při provozu. Další vlastností odpružení je ochrana posádky, eventuálně nákladu, před nežádoucími otřesy a rázy. Z hlediska bezpečnosti je důležité, aby odpružení zajistilo neustálý kontakt pneumatik s vozovkou. Tím mohou být přenášeny hnací a brzdící síly. Neustálý kontakt kol s vozovkou je základní předpoklad pro zajištění ovladatelnosti vozu a požadované bezpečnosti. Odpružení nepřímo zvyšuje životnost některých dílů na vozidle, protože nejsou namáhány tak velkými otřesy a rázy. Tlumiče mají za úkol tlumit pohyb náprav a podvozku. [1]

2.3.1 Účel

- tlumit rázy od nerovnosti vozovky
- tvrdé nárazy přeměnit na volnější výkyvy karoserie
- zajistit trvalý styk kola s vozovkou
- přenášet svislé síly od nápravy na rám
- zachycovat točivý a klopný moment při akceleraci a brždění
- zabránit nežádoucím pohybům během jízdy

Listová pera

Listové pero se skládá z hlavního listu a dalších několika listů. Hlavní list bývá zakončen okem, ve kterém se nachází pouzdro a čep pera. Oka bývají kalené ocelové nebo bronzové. Listy jsou k sobě navzájem spojeny pomocí třmenů a spon. Při propružení je listové pero namáháno na ohyb a mění svoji délku. Z tohoto důvodu je pero na jedné straně pevně připojeno k rámu, na straně druhé v kluzné patce či třmenu. Aby u delších listů nedocházelo k vybočování z přímého směru, jsou navzájem spojeny sponami. Podélnému posunu listů zabraňuje středový šroub. Listová pera jsou velmi rozšířeným druhem pružin. Nejvíce se využívají u nákladních a užitkových automobilů. Ovšem u osobních automobilů se od jejich použití v dnešní době opustilo, protože nejsou schopna zajistit potřebný komfort. [9]

Vinuté pružiny

Vinutou pružinu tvoří navinutý drát kruhového průřezu, který má požadovaný průměr. Z hlediska uložení je nutné, aby stlačující síla působila v ose pružiny. Vinuté pružiny mohou mít konstantní průměr (válcové) nebo proměnlivý průměr (kuželové, soudkové, zeštíhlené). Tvrdost pružiny ovlivňuje především průměr drátu, průměr celé pružiny a počet pružících závitů. Modifikací těchto parametrů lze dosáhnout progresivity. V dnešní době se vinuté pružiny používají téměř u všech osobních automobilů. Můžeme téměř s jistotou říci, že se jedná o nejvyužívanější systém odpružení z důvodu nízké ceny, malých rozměrů, nízké hmotnosti, jednoduché montáže a demontáže.

Torzni tyč

Jak už název napovídá, základem tohoto systému odpružení je tyč, zpravidla kruhového průřezu. Tyč je za jízdy namáhána na krut a dochází k jejímu zkrucování (torzi). Oba konce tyče jsou zesíleny a opatřeny drážkováním či šestihranem. Torzní tyče nejsou namáhány na ohyb, zpravidla bývají uloženy v ocelové ochranné trubce, která zamezuje jejímu prohnutí. V současné době nejsou torzní tyče u osobních automobilů příliš používány. Nevýhodou je složité dosažení progresivní charakteristiky, která udává trend. Torzní tyče však používají nákladní automobily, například Tatra.

Pryžové a polyuretanové pružiny

Pryžové pružiny se používají téměř u každého vozidla jako přídavný pružící prvek. Například uložení převodovky v silentblocích. Pryž je levná, má poměrně vysokou životnost, nevyžaduje údržbu a má vysoké vlastní tlumení. Oproti tomu je náchylná na chemikálie, olej, teplotu.

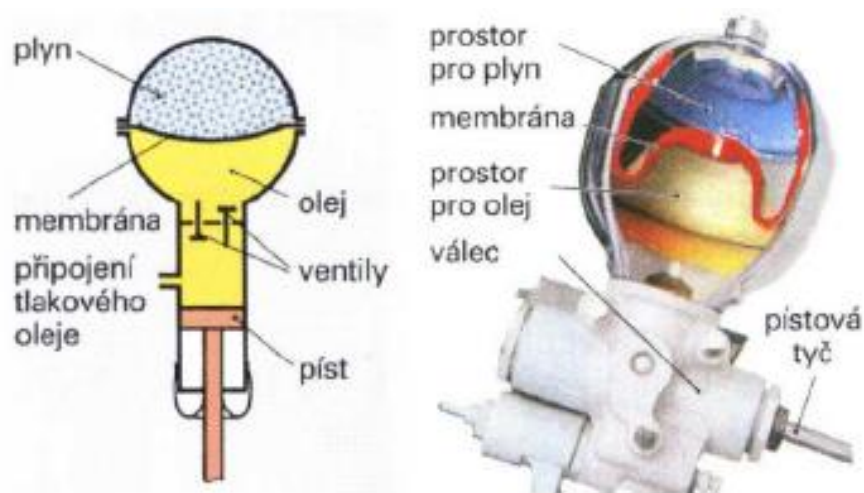
Polyuretanové pružiny jsou oproti pryžovým pružinám odolné vůči působení chemikálií, odolávají velkým změnám teplot a je možné stlačit je až na 80% bez deformace. Další velkou výhodou je jejich velmi progresivní charakteristika. Využívá se například jako pomocná pružina u listových pružin. [1]

Vzduchové (pneumatické) odpružení

Náprava automobilu je odpružena pomocí pryžových měchů, ve kterých je vzduch. Vzduch je do měchů přiváděn pomocí kompresoru. Množství přiváděného vzduchu je řízeno pomocí regulačního ventilu, který je připevněn k rámu automobilu a ovládací pákou k nápravě. Tento druh odpružení se používá zejména u nákladních automobilů a autobusů. Obecně tam, kde se během provozu výrazně mění zatížení. Vzduchové odpružení také umožňuje změnu světlé výšky, proto se s tímto systémem můžeme setkat u terénních automobilů a SUV. U autobusů nebo trolejbusů tento systém umožňuje snížení světlé výšky v zastávce, což umožňuje bezpečný výstup a nástup cestujících.

Hydropneumatické odpružení

Kombinace vzduchového (pneumatického) a hydraulického odpružení. Pružným prvek je plyn (dusík) oddělený od kapaliny pomocí membrány. Ve válci se nachází píst spojený s nápravou. Při přejezdu nerovnosti dochází k pohybu pístu, kapalina nad pístem přenáší tento pohyb na deformaci membrány. Mezi pístem a membránou jsou umístěny ventily, které redukuje škrcení průtoku kapaliny a fungují jako tlumič pérování.



Obrázek 9 - Hydropneumatické odpružení [9]

3 Technická řešení uspořádání karoserií motorových vozidel

Karoserie je část osobního automobilu sloužící k přepravě osob společně s jejich zavazadly. Má za úkol ochranu posádky před nepříznivými vlivy silničního provozu a počasí. Provedení karoserie závisí na počtu přepravovaných osob, množství nákladu a druhu provozu (sportovní účely, silnice, terén).

3.1.1 Požadavky na karoserie

- Dostatečný výhled všemi směry pro posádku, zejména řidiče.
- Zajistit ochranu proti vodě, hluku a prachu (dobrá těsnost dveří, vík a kapot).
- Co největší a dobře přístupný zavazadlový prostor.
- Ochrana proti korozi a opotřebení, vysoká životnost.
- Co nejmenší hmotnost a odpor vzduchu.
- Dostatečně velký prostor pro posádku.
- Zaručit maximální bezpečnost pro cestující.
- Zajistit účinné topení a vytápění vozidla.
- Pevnost a tuhost (na karoserii působí současně různá namáhání).

Dle **konstrukce** rozdělujeme karoserii na:

1. podvozková
2. polonosná
3. samonosná

3.1.2 Podvozková karoserie

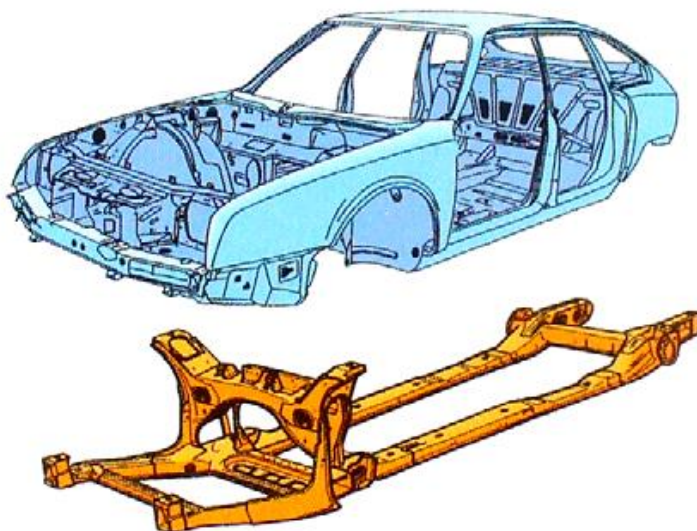
Podvozková karoserie musí být upevněna na nosný rám, tvořící spolu základní konstrukci automobilu. Rám karoserie se připevňuje na podvozek automobilu, kde je mimochodem umístěn motor, převodovka a další příslušenství poháněcího ústrojí. Samostatný podvozek je sám o sobě schopný jízdy. Karoserie bývá na rám nejčastěji připevněna šrouby s gumovými podložkami, které tlumí hluk a chvění vznikající během jízdy. Namáhání vzniklé během jízdy od vnějších sil a momentů zachycuje podvozek s rámem. Podvozková karoserie se v dnešní době používá zejména u nákladních automobilů, přívěsů, návěsů, ale také u velkých osobních automobilů.



Obrázek 10 - Podvozková karoserie [17]

3.1.3 Polonosná karoserie

Polonosná karoserie z části přebírá funkci rámu a slouží tím jako nosný prvek automobilu. Podvozek tedy není schopný samostatné jízdy bez karoserie. Tato karoserie je k rámu upevněna pomocí pevných rozebíratelných spojů. Namáhání vzniklé při jízdě a zatížení za klidu (statické) zachycuje rám společně s karoserií. [8]



Obrázek 11 - Polonosná karoserie [9]

3.1.4 Samonosná karoserie

V současné době je to nejvyužívanější typ karoserie. Tento typ karoserie přenáší celé zatížení a přebírá tím funkci rámu vozidla. Tím pádem není nutné použití rámu a podvozku automobilu. Díky tomu, že zde není nosný rám, má vozidlo menší hmotnost a lepší jízdní vlastnosti. Hnací mechanismus, nápravy, řízení a další příslušenství je umístěno přímo na karoserii. Tam, kde jsou tyto prvky připevněny, je karoserie vyztužena. Některé prvky (např. motor) jsou uloženy v silentblocích z důvodu omezení přenosu vibrací a zlepšení komfortu pro cestující. Prvním vozidlem, které bylo vybaveno touto karoserií, byla Lancia Lambda v roce 1922.



Obrázek 12 - Samonosná karoserie [2]

Samonosnou karoserií můžeme rozdělit na 3 podkategorie. Za prvé je to karoserie rámová, ve které je umístěn neoddělitelný rám s požadovanou tuhostí. Za druhé karoserie

skořepinová, jež je složena z nosníku s dostatečně dobrou tuhostí a zejména menší hmotností. A za třetí je to karoserie panelová. [8]

Dle **konstrukce střechy** rozdělujeme karoserie na:

- Automobily s uzavřenou karoserií
- Automobily s měnitelnou karoserií
- Automobily s otevřenou karoserií

Automobily s uzavřenou karoserií

Mají pevnou, tuhou střechu a různý počet dveří i míst k sezení.

Tudor

Automobil s uzavřenou karoserií a stupňovitou zádí, který má dvoje dveře. Je opatřen sedadly ve dvou řadách pro 2 až 3 cestující v jedné řadě. Tento typ se v současnosti používá jen zřídkakdy.

Sedan

Uzavřená karoserie se stupňovitou zádí, jež má 4 dveře. Sedadla jsou situována ve dvou řadách pro 2 až 3 cestující v každé z řad. Zavazadlový prostor je oddělen od prostoru pro posádku.

Hatchback

Tento druh karoserie se vyznačuje šikmou zádí. Karoserie má 3 až 5 dveří, z nichž jedny jsou umístěny v zadní řadě. Závěsy zadních dveří jsou umístěny u střechy automobilu a slouží k přístupu do zavazadlového prostoru.

Liftback

Zadní část karoserie je charakteristická tím, že za spodní hranou průzoru zadních dveří je vodorovná či téměř vodorovná plocha. Víko zavazadlového prostoru (zadní dveře) se otevírá společně se zadním oknem, závěsy jsou umístěny též u střechy vozidla.

Kupé

Automobil s dvěma dveřmi, přední řada sedadel je určena pro přepravu dvou až tří cestujících. Zadní sedadla mohou být pevná nebo sklopná, někdy se označují jako nouzová, s omezeným prostorem pro cestující. Zavazadlový prostor je oddělený od prostoru pro posádku. Střecha se snižuje plynule dozadu a omezuje prostor pro cestující v druhé řadě.

Limusina

Karoserie se čtyřmi nebo šesti dveřmi. Sedadla jsou rozvržena ve dvou řadách minimálně pro 6 a maximálně pro 9 cestujících. Za přední řadou sedadel jsou sedadla sklopná, obvykle umístěná proti směru jízdy. Prostor pro řidiče a cestující je rozdělen mezistěnou, která je umístěna za přední řadou sedadel.

Osobní dodávkový automobil (Kombi)

Automobil určený pro přepravu osob a menších nákladů či zavazadel v jednom společném prostoru. Sedadla ve dvou řadách s nejméně čtyřmi místy, zadní řada sedadel bývá většinou sklopná za účelem zvětšení zavazadlového prostoru, který je přístupný dveřmi na zádi vozidla.

Velkoprostorové kombi (Mikrobus, MPV)

Uzavřená karoserie s pevnou střechou, kde tuhá část střechy může být otevíratelná. Pro tento typ karoserie je typický velký společný prostor pro cestující a zavazadla. Automobil je pro 5 až 7 cestujících, se sedadly nejméně ve dvou řadách. Zadní řada sedadel je vyjímatelná nebo se sklopnými opěradly za účelem zvětšení ložné plochy. Boční dveře jsou zpravidla posuvné pro pohodlný nástup a výstup cestujících. Tento typ automobilu je oblíben zejména v USA u rodin s dětmi.

Automobily pro volný čas (SUV – sportovní užitková vozidla)

Tento typ automobilu je určený jak pro jízdu na pozemní komunikaci, tak pro jízdu lehkým terénem. Velký důraz je zde kladen na komfort cestujících a jízdní vlastnosti na silnici. Automobily bývají vybaveny pohonem všech kol, i když to není pravidlem.

Automobil s měnitelnou karoserií

Mají sklápěcí čalouněnou střechu, která ve složené poloze zapadá za sedadla.

Kabriolet

Čtyřdveřová proměnlivá karoserie, minimálně 4 místa se sedadly ve dvou řadách. Automobil opatřen sklápěcí střechou, boční okna a rámy dveří jsou spouštěcí, čelní stěna je pevná.

Polokabriolet

Karoserie proměnlivá, pro minimálně 4 cestující sedící ve dvou řadách. Střecha automobilu je sklápěcí a čalouněná. Boční okna a rámy dveří jsou také spouštěcí, čelní stěna pevná.

Roadster kabriolet

Automobil s dvěma až třemi místy umístěnými v jedné řadě, velký zavazadlový prostor zasahující za přední řadu sedadel. Popřípadě možnost nouzových sedadel ve druhé řadě.

Automobil s otevřenou karoserií

Mají zpravidla jednoduchou plátěnou střechu nebo pevnou, odnímatelnou střechu (tzv. „hard-top“)

Roadster

Dvoudveřový automobil pro 2 až 3 cestující v jedné řadě s otevřenou karoserií, vybaven jednoduchou plátěnou střechou. Automobil má odnímatelná boční a dveřní okna, čelní rám s oknem může být sklopný. Může být také vybaven snímatelnou pevnou střechou (tzv. „hard top“).

Turér, Faeton

Čtyřdveřová karoserie s jednoduchou plátěnou střechou. Minimálně 4 místa k sezení ve dvou řadách. Boční a dveřní okna jsou snímatelná, čelní stěna může být sklopná.

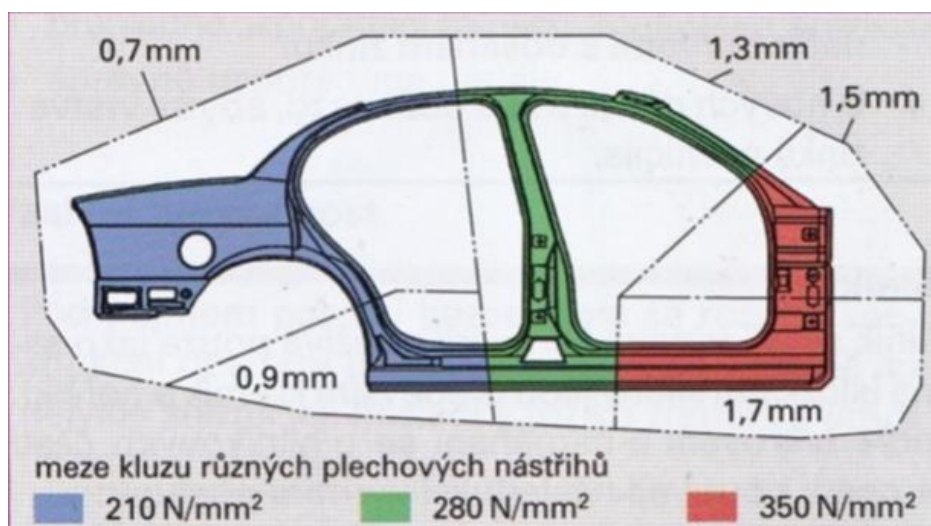
3.1.5 Materiály používané pro výrobu karoserií

Při výrobě karoserií je v současné době využíváno velkého množství konstrukčních materiálů. V žádných jiných odvětvích průmyslové výroby se takto široké spektrum materiálů nevyužívá. Použití a zpracování jednotlivých materiálů závisí na jejich vlastnostech. [7]

3.1.5.1 Ocel

Ocel je nejvíce využívaný materiál pro výrobu karoserie. Převážná část karoserie je totiž vyrobena z ocelového plechu. Mezi hlavní důvody použití ocelového plechu patří jeho vysoká pevnost, snadná tvárnost, dobrá svařitelnost, snadné spojení dvou kusů pájením, dostatečná životnost při antikorozi úpravě a v neposlední řadě jeho příznivá cena. Plechy jsou dodávány ve formě svitků, pásů a tabulí. Při výrobě karoserií osobních automobilů se používají plechy s různou pevností a tloušťkou, zpravidla od 0,5 mm do 2 mm. Tenké plechy se používají pro výrobu např. blatníků, střech či kapot, kdežto silnější se využívají pro výrobu nosných částí karoserie (jsou více namáhány) např. příčných a podélných nosníků či podběhů. Při stavbě

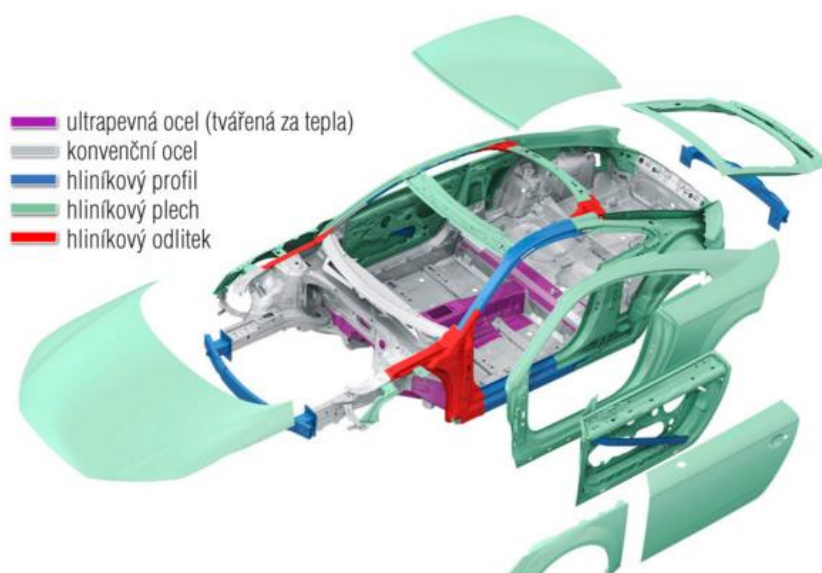
karoserie se také používají plechy s vysokou pevností, ty se uplatňují např. k výrobě A-sloupků a B-sloupků, kde výrazně napomáhají ke zpevnění karoserie. Jednotlivé díly jsou vzájemně spojeny nejčastěji bodovým svařováním (na automatizovaných linkách) či nýtováním. Značnou nevýhodou těchto plechů je skutečnost, že při rovnání za tepla ztrácejí svou pevnost. Při teplotě 400°C ztrácejí 50% ze své pevnosti. Z tohoto důvodu jsou poškozené karoserie vytahovány na speciálních rovnacích stolicích. Rovnat lze jen karoserie, jejichž nosníky nebo plochy nejsou popraskány nebo zkorodovány. Současný trend ve snižování emisí nutí výrobce k hledání způsobů snížení hmotnosti celé karoserie. Snížení hmotnosti se dá dosáhnout metodou nazvanou ULSAB (Ultra Light Steel Auto Body) spočívající na sendvičovém řešení. Touto metodou lze snížit hmotnost zhruba o 25%. Tato technologie využívá dva slabé ocelové plechy (0,2 – 0,65 mm) s vysokou pevností (550 - 800 MPa), mezi nimiž je umístěna umělá hmota (polypropylen) o větší tloušťce. Pevnostní plechy zachytí a přenesou hlavní napětí, střední polypropylenová vrstva zvyšuje celkovou tuhost. Karoserie vyrobené touto technologií jsou nejen lehčí, ale také o 80% odolnější vůči namáhání krutem a o 52% odolnější vůči ohybu. Další cestou, která vede ke snížení hmotnosti, je metoda zvaná „tailored blanks“. Na různé části samonosné karoserie se podle potřeby volí jiný druh oceli s různou tloušťkou, pevností a povrchovou úpravou. Jednotlivé části se svařují pomocí laserové technologie. Díky této metodě mohou konstruktéři využít speciální vlastnosti materiálu a tloušťky plechů tam, kde je jich zapotřebí ke snížení hmotnosti při současném zvýšení tuhosti konstrukčního dílu.



Obrázek 13 - Metoda Tailored Blanks [9]

3.1.5.2 Lehké kovy

Nejčastěji využívaným lehkým kovem pro výrobu karoserií je hliník a jeho slitiny. Metoda, jež využívá hliník, je nazývána zkratkou ASF (Aluminum-Space-Frame-Technik). Uvedená technologie se používá zejména v oblasti dveří, nosičů nárazníků u zavěšení kol a dalších dílů karoserie. Výhodou hliníku oproti ocelovým plechům je zejména nižší hmotnost a větší odolnost vůči korozi. Nevýhodou je jeho 3x větší cena než ocel. Náklady na zhotovení hliníkového plechu jsou poněkud menší díky snadné deformovatelnosti, celková hmotnost karoserie je však jen o 30% nižší, protože je nutno použít silnější plechy z důvodu menší pevnosti. Slitiny hliníku odolávají korozi, nelze je ovšem použít ve všech částech karoserie, z čehož plyne zvýšené nebezpečí koroze. Toto riziko lze snížit exolováním plechů, které však zvyšuje náklady na výrobu. Hliníkové karoserie se používají pro zvláštní vozidla (sportovní, závodní) a autobusy. U ostatních automobilů se používají jen na některé díly karoserie (kapota, lišty, víka atd.).



Obrázek 14 - Audi TT – využití hliníku při stavbě karoserie [11]

3.1.5.3 Plasty

Využití plastů při výrobě karoserie je stále častější. V současné době se zatím celé karoserie z plastů nevyrábějí, v budoucnu však lze očekávat, že vyráběny budou. Plasty se používají na výrobu nejrůznějších dílů karoserie - např. kapot, nárazníků, blatníků, ochranných lišt, mřížek chladičů, doplňků osvětlení, zrcátek a mnoho dalších dílů. Mezi hlavní přednosti plastů patří: malá hmotnost, odolnost vůči korozi, vysoká pevnost a tuhost, dobré tlumení hluku a snadná smontovatelnost velkých dílů. Oproti tomu mezi nevýhody řadíme: křehnutí při nižších teplotách, obtížná oprava při poškození, drahá a nákladná výroba, nízká absorpce nárazové

energie. Zhotovení plastových dílů se provádí zejména vstřikováním na speciálních vstřikovacích lisech nebo vakuovým tažením. Plasty se volí převážně v závislosti na svých mechanických a teplotních vlastnostech. K výrobě dílů karoserie se používají termoplasty, reaktoplasty (termosety) či elasticky modifikované plasty. Termoplasty jsou materiály tvárné pomocí tepla, z toho důvodu nesmějí být vystavovány vysokým teplotám, které by se přiblížili blízko teploty měknutí. Mezi termoplasty můžeme zařadit PP (polypropylen), PE (polyetylen), PVC (polyvinylchlorid), PA (polyamid), PS (polystyrén), PC (polykarbonát), PUR (polyuretan) a další. Reaktoplasty jsou materiály tvrditelné teplem. V případě opakovaného ohřevu neměkknou, při přehřátí degradují, až dojde k jejich zuhelnatění. Mezi reaktoplasty patří epoxidové a formaldehydové pryskyřice.

Další skupinu plastů tvoří kompozitní materiály. Kompozitní materiály jsou takové, které jsou složeny ze dvou či více složek s různými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Tímto spojením vzniká zcela nový materiál se zvláštními vlastnostmi, které nemohou být samostatnou složkou dosaženy. Mezi významné typy kompozitů řadíme plasty vyztužené skelnými, kevlarovými nebo uhlíkovými (karbonovými) vlákny. V porovnání s ocelovými součástmi mají i při větším objemu podstatně nižší hmotnost. Jako další výhody můžeme zmínit odolnost vůči korozi, vysokou pevnost, vysokou ohnivzdornost a výrazně se nedeformují. Největší nevýhodou některých kompozitních materiálů (zejména plasty vyztužené uhlíkovými vlákny) je jejich vysoká cena. Z tohoto důvodu jsou využívány zejména u závodních a sportovních vozidel (např. u formule 1).

3.1.6 Rámy

Rám vozidla tvoří nosnou část automobilu, na které jsou umístěny ostatní mechanismy tj. motor, převodová ústrojí, koncové převody, brzdy atd. V dnešní době je však většina automobilů vybavena samonosnou karoserií, která přebírá funkci rámu. [3]

3.1.7 Požadavky na rámy

- co nejmenší hmotnost
- co nejdelší životnost
- dostatečně pevný, tuhý, pružný

3.1.8 Hlavní úkoly rámu

- zajištění bezpečnosti posádky
- přenášet hnací, suvné a brzděné síly vznikající během jízdy
- nést karoserii a náklad, přenášet tíhu na nápravu
- zajistit spojení nápravy mezi sebou

3.1.9 Druhy rámu

Žebřinový rám

Tento typ rámu se skládá ze dvou podélníků a většího počtu příček, které mají většinou U nebo I profil. První příčka může být nárazník. Spojení podélníků a příček je provedeno svařováním nebo nýtováním, případně je možno použít šroubové spoje. Aby nedocházelo k posunutí podélníku, používají se uzlové plechy nebo šikmé vzpěry. Rám může být v přední části zúžen pro lepší uložení motoru a většího místa pro kola řídicí nápravy. Podélníky bývají obvykle v místech náprav přizpůsobeny (prohnuty) tak, aby bylo umožněno pérování. Tento rám se používá a nákladních automobilů a větších osobních automobilů.

Křížový rám

Druh rámu, který má podélníky tvarovány tak, že se v prostřední části vzájemně sblíží a vytvářejí tak pomyslný kříž ve tvaru X. Podélníky jsou opět, jak tomu bylo u žebřinového rámu, spojeny nejčastěji svařováním nebo nýtováním. Tento rám má větší tuhost než žebřinový, ovšem jeho využití není příliš časté.

Páteřový rám

Nástavný

Základem tohoto rámu je páteřový nosník kruhového průřezu, který je na obou koncích opatřen přírubou. V přední části je na přírubu připojen motor. V zadní části je na přírubu připojena rozvodovka, případně přídatná převodovka. Páteřovým nosníkem většinou prochází spojovací hřídel. Výhodou tohoto rámu je jeho pevnost především v krutu, je tedy vhodný zejména pro terénní vozidla. Nevýhodou je, že nedovoluje pružné uložení motoru, což má za následek zesílení zvuku způsobené vibracemi motoru. Zajímavostí je, že tento rám byl poprvé použit v osobním vozidle Tatra 11.

Vidlicový

Páteřový nosník je v přední části zakončen vidlicí, ve které je uložen motor s převodovkou. Zakončení vidlicí umožňuje pružné uložení motoru, tím odstraňuje nevýhodu předchozího provedení.

Plošinový rám

Ocelová podlaha karoserie vytváří nedílný celek s rámem. Plošinový nosník má konce vytvarovány do tvaru podélníků nebo je k němu připevněn (obvykle svařen). Nosník je opatřen prolisy, které zvyšují pevnost nebo vytvářejí prostor pro uložení tuhé nápravy. Toto provedení představuje přechod mezi rámem a samonosnou karoserií.

Obvodový rám

Podélníky se v přední a zadní části (v oblasti náprav) zužují pro snadnější uložení hnacích i hnaných kol. Uprostřed jsou naopak rozšířeny až na šířku karoserie. Karoserie má tím pádem ve své střední části oporu, z tohoto důvodu může mít lehčí nosnou konstrukci.

Příhradový rám

Rám tvoří příhradová konstrukce z výlisků z plechu. Rám má vysokou pevnost a tuhost při zachování nízké hmotnosti. V dnešní době se používá především u novějších autobusů, ale také například u sportovních vozidel a formulí.

4 Vývoj podvozků s ohledem na bezpečnost a stabilitu vozu

Technický vývoj ve všech oblastech výroby jde neustále kupředu a automobilový průmysl v tomto pokroku nikterak nezaostává. Je kladen stále větší důraz na pohodlí pasažérů, stabilitu, ovladatelnost vozu a hlavně na bezpečnost. Tím jsou požadavky na techniku stále větší. Hlavní vliv na tyto aspekty má podvozek a všechny jeho části. Velkou část funkcí obstarává elektronika, ale základem stále zůstává kvalitní mechanická práce. Snahou vývojářů je zrealizovat takový podvozek, jenž je vyrobený z kvalitních materiálů, má dobré jízdní vlastnosti a jehož cena je pokud možno co nejmenší.

V minulosti byly u osobních automobilů často využívány tuhé nápravy s listovými pery, zejména díky své jednoduchosti. Postupem času, jak se výkony osobních vozidel stále zvyšovali a dosahovalo se čím dál větších provozních rychlostí, nebyly tyto nápravy schopné zajistit požadovaný komfort a bezpečnost. Bylo tedy nutné vyvinout sofistikovanější druhy zavěšení a odpružení. Jedinou možnou variantou bylo nezávislé zavěšení v mnoha verzích. Dnes je nezávislé zavěšení kola standardní výbavou automobilů všech kategorií.

Velmi významnou roli zastávají samozřejmě finance. U levných automobilů, které nejsou určeny na sportovní využití a nedosahují velkých výkonů, dostačují konstrukčně a cenově méně náročné systémy. Hlavní koncepcí automobilů nižší a střední třídy je přední náprava McPherson v kombinaci se zadní klikovou nápravou spřaženou. Náprava McPherson se vyznačuje

dostačujícími jízdními vlastnosti a přijatelnou cenou. Tato náprava je v současné době nejrozšířenějším způsobem zavěšení. Kliková náprava s torzním propojovacím prvkem se vyznačuje svou konstrukční jednoduchostí, prostorovou nenáročností a příznivou cenou, je tedy využívána v celé řadě osobních automobilů. Listové pružiny, díky své potřebě velkého prostoru a malým komfortem, naopak nejsou u osobních automobilů v dnešní době využívány. Odpružení je u obou těchto výše uvedených náprav zajištěno vinutými pružinami. U vozidel vyšších tříd je kladen důraz na komfort, musí být použit podvozek na vyšší úrovni. Jako přední náprava se u těchto vozů využívá buď lichoběžníková náprava, nebo víceprvkové zavěšení. Víceprvkové nápravy jsou konstrukčně náročné a složité, což se projevuje v jejich ceně. Tyto nápravy se používají zejména na zadních nápravách. U některých luxusních automobilů je však samozřejmostí použití těchto náprav na přední i zadní nápravě. Ovšem největšího komfortu je dosaženo pomocí vzduchového odpružení, které využívají převážně luxusní limuzíny.

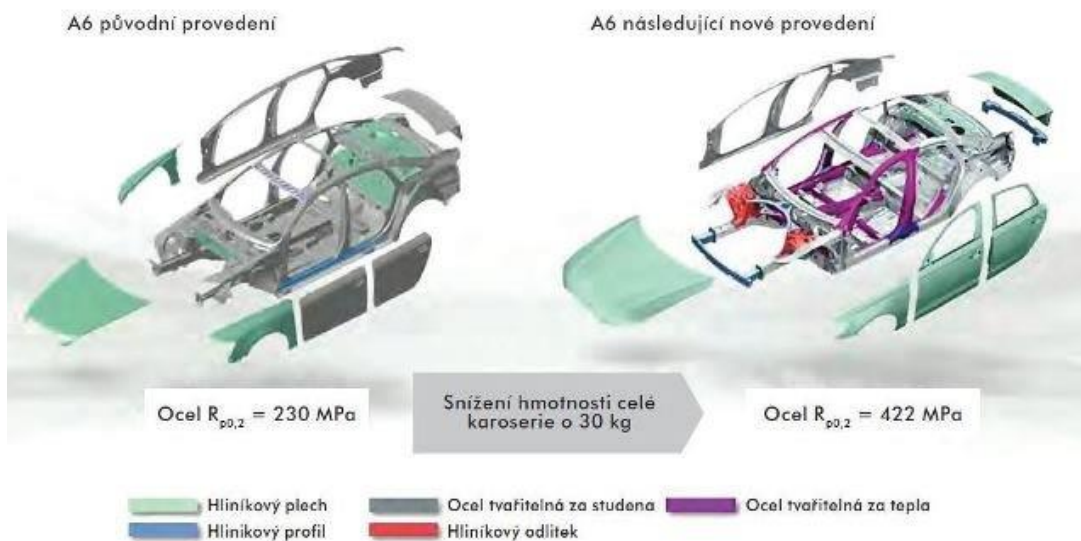
5 Moderní trendy konstrukce podvozků a karoserií

Moderní osobní automobily jsou vybaveny především samonosnou karoserií. Konstrukce této karoserie je tvarově a materiálově velmi složitá a podléhá mnoha legislativním předpisům. Jednotlivé díly různých tvarů a tloušťky jsou navzájem spojeny svařením, lepením, nýtováním nebo jiným mechanickým spojením.

Hlavním konstrukčním materiálem je stále ocel, i přesto, že jsou již vyrobeny samonosné karoserie plastové, z hliníkových či uhlíkových kompozitů. Evoluci v dnešní době představuje kombinace nových druhů ocelí, vysoko-pevnostních a ultra-pevných, které jsou tvarovány za tepla. Stále více je také využíván hliník, který je sice lehčí, ale cenově náročnější. Dále tu jsou karbonové konstrukce neboli uhlíkové kompozity. Kompozit se skládá z vláken (nejčastěji uhlíkových) a výplně. Pevnost, a také cena těchto kompozitů, je oproti oceli a hliníku několikrát vyšší. První použití těchto materiálů u automobilů bylo u vozidel formule 1. Postupem času došlo ke snížení ceny kompozitních materiálů až na desetinu a staly se tak dostupnější. Například automobilka McLaren již zahájila sériovou produkci automobilu MP4-12C z uhlíkových kompozitů. Koncepty vozidel vyrobených z těchto materiálů také představila automobilka BMW či Toyota.

Ovšem nesmíme zapomenout na stále pokračující výrobu rámu, ať už plošinových, páteřových či obvodových. Zajímavé jsou rámy vícetrubkové prostorové, jenž jsou zakryty povrchovými panely z oceli, plastů nebo kompozitů. Jsou vidět zejména mezi sportovními

a speciálními automobily. Další vývoj podvozků a karoserií je závislý především na materiálech, jejich dostupnosti a ceny. [2]



Obrázek 15 - Audi A6 - Příklad snížení hmotnosti karoserie [19]

6 Závěr

Osobní automobil, jak ho dnes známe, je výsledkem dlouholetého vývoje, testů a pokusů, podle kterých se ho vývojáři snaží vyladit k dokonalosti. Je tomu již více než 120 let, kdy Karl Benz získal patent na čtyřtakový tříkolku, považovanou za první automobil vůbec. Od té doby prošel automobil obdivuhodným technickým vývojem, jímž samozřejmě prošla také karoserie a podvozek. První karoserie byly dřevěné ručně vyráběné a svým vzhledem připomínaly kočáry. Další stupeň vývoje představovala podvozková karoserie. Ta byla tvořena nosným rámem z ocelových nosníků. Na tyto nosníky byly připevněny kapotovací plechy, které vytvářely uzavřený prostor pro posádku. Zpočátku byly karoserie hranaté a automobil připomínal krychli, později však vývojáři začali brát v úvahu aerodynamiku vozu, což se promítlo na finálním vzhledu automobilu - ten nesl oblejší tvary a umožnil lepší proudění vzduchu kolem automobilu. V dnešní době je nejvíce využívaná samonosná karoserie přenášející celé zatížení, není nutné použít rámu. Automobil má tak nižší hmotnost a lepší jízdní vlastnosti.

Zprvu bývala vozidla vybavena závislým zavěšením, které splňovalo bezpečnostní a komfortní požadavky na ně kladené zejména díky nižším konstrukčním rychlostem a nižším výkonům tehdejších automobilů. Postupem času se však výkony vozidel a požadavky na bezpečnost a komfort zvětšovaly a bylo potřeba vymyslet nový systém zavěšení kol. Výrobci proto přišli s nezávislým zavěšením. Každé kolo je zavěšeno na karoserii samostatně, nezávisle na pohybu protilehlého kola. Toto konstrukční provedení umožňuje podstatné snížení hmotnosti neodpružených hmot a příznivě ovlivňuje jízdní vlastnosti. Nezávislé zavěšení přináší mnohem větší komfort, je tedy použito téměř u většiny současných osobních automobilů a téměř z nich vytlačilo závislé zavěšení.

V současné době se setkáváme s tím, že je velká část výroby realizována pomocí robotů, lisů a automatizovaných linek umožňujících velkosériovou výrobu. Automobilky jsou tak schopné vyrábět miliony automobilů ročně. Například v Číně - dnes největším výrobcem vozidel, bylo vyrobeno více než 20 000 000 kusů za rok. Velice diskutovaným tématem je dnes snížení spotřeby pohonných hmot a emisí CO₂. S tím úzce souvisí snížení hmotnosti vozidel, které je dosaženo využitím nejmodernějších materiálů. Snížení hmotnosti napomáhá zlepšení jízdních vlastností, prodloužení životnosti řady součástí, snižování spotřeby paliva a snižování emisí. Mezi nové materiály se řadí zejména vysoko-pevnostní a lehké oceli tvaritelné za tepla, uhlíkové kompozity a umělé hmoty. Otázkou však zůstává ekologická likvidace a recyklovatelnost takovýchto dílů po konci jejich životnosti. Likvidace ocelových dílů je

zpravidla dobře vyřešena. Prakticky celá ocelová karoserie je v dnešní době recyklovatelná, což se však o kompozitních materiálech a plastech říci nedá. Snížením emisí a spotřeby pohonných hmot sice klesá přímé ekologické zatížení, avšak problém ekologické likvidace stále není vyřešen.

7 Citovaná literatura

- [1] VLK, F. (2006). *Podvozky motorových vozidel. 3. vydání*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK.
- [2] HYAN, T. (22. Duben 2013). *Karoserie & podvozek – Dlouhá cesta*. Načteno z Automobilrevue:
http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/karoserie-podvozek-dlouha-cesta_42039.html
- [3] JAN, Ž. Z. (2001). *Automobily 1. : podvozky. 1. vydání*. Brno: Avid spol. s.r.o.
- [4] SAJDL, J. (14. Duben 2011). *Lochoběžníková náprava*. Načteno z Autolexicon:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/lichobeznikova-naprava/>
- [5] SAJDL, J. (19. Květen 2011). *Víceprvková náprava*. Načteno z Autolexicon:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/viceprvkova-naprava/>
- [6] SAJDL, J. (19. Květen 2011). *Wattův přímovod*. Načteno z Autolexicon: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/wattuv-primovod/>
- [7] VLK, F. (2000). *Karoserie motorových vozidel. 1. vydání*. Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK.
- [8] VLK, F. (2003). *Stavba motorových vozidel*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK.
- [9] GSCHEIDLE, R. a. (2002). *Příručka pro automechanika*. Praha: Europa - Sobotáles.
- [10] SAJDL, J. (13. Květen 2011). *Kliková náprava*. Načteno z Autolexicon:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/klikova-naprava/>
- [11] DUCHOŇ, J. (12. Červen 2014). *AUDI TT 2014 - TTRADICE*. Načteno z Automobilrevue:
http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/predstavujeme/audi-tt-2014-ttradice_43148.html
- [12] WHEELS.ORG (2012). *Wheels*. Načteno z Steel.org:
<https://www.steel.org/~media/Images/SMDI/Image%20Gallery/Wheels/citroenc5b.jpg>
- [13] TSW.COM (2016). *TSW Alloy Wheels Collection*. Načteno z Tsw.com:
http://www.tsw.com/alloy_wheels.php
- [14] SAFHOLLAND.DE (2016). *Trilex wheel system*. Načteno z Safholland.de:
<http://ww1.safholland.de/sites/germany/en/aboutus/press/pressphotos/Pages/default.aspx?ImageGroup=IG14>
- [15] CADILAC.MOTHERAUTO.COM (2015). *Cadillac spoke wheels wire*. Načteno z Cadillac.motherauto.com: <http://cadillac.motherauto.com/cadillac4/cadillac-spoke-wheels-wire.html>
- [16] CESKEPNEU.CZ (2016). *Technické informace*. Načteno z Ceskepneu.cz:
<http://www.ceskepneu.cz/index.php?page=technicke-informace>

- [17] SUBARU-ALM.CZ (2012). *Subaru Forester 2.0 DX*. Načteno z Subaru-alm.cz: <http://www.subaru-alm.cz/subaru-forester-2-0-d-x#!prettyPhoto>
- [18] ŠKUNOV, I. (2014). *Opravy automobilových karosérií. 1. vyd.* Brno: Computer Press
- [19] ŠANOVEC, J. (8. Březen 2016). *Lehké konstrukce karosérií osobních automobilů*. Načteno z Mmspektrum: <http://firmy.mmspektrum.com/clanek/lehke-konstrukce-karoserii-osobnich-automobilu.html>

Seznam obrázků

Obrázek 9 - Druhy kol dle konstrukce: a) diskové kolo, b) paprskové kolo, c) hvězdicové kolo, d) drátové kolo [12], [13], [14], [15].....	3
Obrázek 10 - Způsoby uložení kol a) letmé, b) pololetmé, c) na mostě [3].....	4
Obrázek 11 - Systém značení prohloubených symetrických ráfků pro osobní automobily [1].....	5
Obrázek 12 -Konstrukce pneumatiky [16].....	7
Obrázek 13 - Schéma tuhé nápravy vedené čtyřmi podélnými rameny a jedním příčným (Panhardská tyč) [1].....	9
Obrázek 14 - Lichoběžníková náprava BMW X6 [4].....	10
Obrázek 15 - Zadní kliková náprava s torzní propojovací příčkou [10].....	12
Obrázek 16 - Zadní víceprvková náprava Škoda Octavia 4x4 [5].....	13
Obrázek 9 - Hydropneumatické odpružení [9].....	16
Obrázek 10 - Podvozková karoserie [17].....	17
Obrázek 11 - Polonosná karoserie [9].....	18
Obrázek 12 - Samonosná karoserie [2].....	18
Obrázek 13 - Metoda Tailored Blanks [9].....	22
Obrázek 14 - Audi TT – využití hliníku při stavbě karoserie [11].....	23
Obrázek 15 - Audi A6 - Příklad snížení hmotnosti karoserie [19].....	28