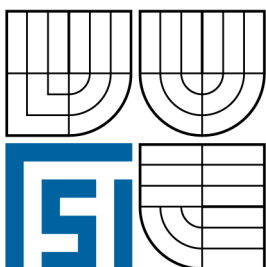


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF

SOUTĚŽNÍ AUTOMOBILY SKUPINY R

GROUP R RALLY CARS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FILIP ČERNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PETR HEJTMÁNEK

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student: Filip Černý

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Soutěžní automobily skupiny R

v anglickém jazyce:

Group R Rally Cars

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování technického přehledu konstrukce vozů pro automobilové soutěže skupiny R, porovnání s vozy ostatních skupin a zamyšlení nad dalším vývojem soutěžních automobilů.

Cíle bakalářské práce:

Vytvořte ucelený přehled konstrukce vozů skupiny R a porovnejte jejich technické specifikace s vozy skupiny A a N, zaměřte se zejména na netradiční nebo inovační technická řešení. Zformulujte další možný vývoj automobilových soutěží.

Seznam odborné literatury:

[1] Rally : Specializovaný motoristický magazín. ALITRON s.r.o. ISSN 1212-9836.

[2] www.fia.com

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Hejtmánek

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 19.11.2009

L.S

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE:

ČERNÝ, F. *Soutěžní automobily skupiny R*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojího inženýrství, 2010. 31 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hejtmánek.

ABSTRAKT

V této bakalářské práci je zpracován technický přehled závodních automobilů nové skupiny R. Tato skupina je primárně určena pro závodní soutěže v rally, pořádané mezinárodní automobilovou federací FIA. Je zde popsáno rozdělení vozů do jednotlivých skupin, jejich konstrukční řešení a bezpečnostní prvky. V závěru je krátce nastíněna možná budoucnost a vývoj těchto závodních automobilů.

Klíčová slova

Skupina R, rallye, FIA, sekvenční převodovka, turbodmychadlo, zavěšení, HANS

ABSTRACT

In this bachelor's thesis is elaborated a technical overview of the new car racing group R. This group is primarily designed for rally racing competition, organized by the FIA. It describes vehicles dividing into different groups, their structural design and safety features. Finally is shortly outlined possible future development of these racing cars.

Key words

Group R, rally, FIA, sequential gearbox, turbocharger, suspension, HANS

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předloženou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím předložených materiálů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 29. 5. 2009

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto Děkuji panu Ing. Petru Hejtmánkovi za cenné rady a pomoc při hledání zdrojů týkajících se mé bakalářské práce.

OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Historie.....	10
3. Mezinárodní automobilová federace FIA.....	12
4.Specifikace skupiny R podle pravidel FIA.....	13
5. Motor.....	15
5.1 Turbodmychadlo.....	16
5.2 Specifikace motorových olejů.....	18
6. Převodovka.....	19
6.1 Spojka.....	21
6.2 Diferenciál.....	22
7. Podvozek.....	24
7.1 Zavěšení.....	25
7.2 Tlumiče.....	25
8. Brzdy.....	26
9. Bezpečnost.....	27
9.1 HANS systém.....	28
10. Budoucnost.....	29
11. Závěr.....	30
12. Seznam použitých zdrojů.....	31

1. Úvod

Rallye, časové soutěže závodních automobilů, se v posledních letech dostávala na stále více finančně neúnosnější míru, a to nejen ve vrcholné skupině WRC (World Rally Car), ale i v nižších kategoriích, kde peníze hrají mnohdy nejdůležitější roli, aby závodní tým mohl vůbec existovat. Týmy s malým zázemím mají pouze omezený počet finančních prostředků ze soukromého sektoru a náklady si musí hradit z velké části sami. U WRC je to jednodušší, a to vzhledem k větší popularitě, díky níž mají mnohem vyšší počet významných sponzorů. Nicméně i zde se projevila finanční krize a mnoho továrních týmů ukončilo účast na světovém poháru. Právě proto se rozhodla Mezinárodní automobilová federace FIA jednat a začala vytvářet nová pravidla, která úzce vymezují míru technických úprav v jednotlivých skupinách za účelem snížení jak pořizovací ceny, tak i nákladů na údržbu. Vzhledem k rozsáhlým úpravám musela FIA přehodnotit účelnost stávajících skupin, díky čemuž vyšlo najevo, že bude lepší vytvořit zcela nové rozdělení. Proto vznikla skupina R, která má za úkol postupně nahradit stávající třídy, a která je hlavním bodem mé bakalářské práce.

Toto téma jsem si vybral proto, že už od svého útlého věku mám zálibu v automobilech a ve všem co je s nimi spojeno. Navštěvuji pravidelně soutěže nejrůznějších typů, od okruhových, asfaltových, až po měřené časové úseky nebo závody do vrchu, které se konají v blízkosti mého bydliště. Při hledání podkladů pro psaní této bakalářské práce bych si chtěl prohloubit znalosti ohledně jednotlivých vozidel a jejich technických specifikací, které jsou ve všech směrech nadmíru zajímavé.



Obr.1 Mazda 2 R2 [7]

2. Historie

První automobilový závod Paris-Rouen se uskutečnil 22. července 1894 ve Francii a byl organizován pařížským magazínem Le Petit Journal. Startovalo se v Paříži a cílem bylo město Rouen. V tehdejší době to bylo něco nevídaného a díky obrovské popularitě, kterou tento závod vzbudil se začal tento druh motorsportu rychle rozvíjet. [19]

Termín „RALLY“ poprvé zazněl v roce 1907 a to díky rally Monte Carlo, která se stala prvním závodem svého druhu vůbec. Od této chvíle se rallye stala nedílnou součástí motoristického světa a postupně se závodění rozšířilo po celé Evropě a nakonec i do celého světa.

V roce 1973 založilo FIA oficiální světovou rallye 13-ti sérií tří denních závodů s názvem The World Rally Championship. Největší popularitu však získal světový šampionát až vznikem skupiny B v roce 1982, která představovala nevídanou podívanou vzhledem k obrovským výkonům, nízké hmotnosti a pohonu všech čtyř kol, kterými disponovaly tyto závodní speciály. Bohužel díky obrovským rychlostem, které tato auta dosahovala a nepříliš dobrým bezpečnostním prvkům, docházelo k tragickým nehodám, při kterých umírali nejen závodníci, ale i diváci. Po havárii Henryho Toivonena a jeho navigátora, při které oba zahynuli, se FIA rozhodla po krátkých čtyřech letech tuto skupinu zrušit. Nicméně i přes tyto smutné události se skupina B stala legendární a díky ní zažívala rallye největší slávu a těšila se obrovské popularitě.



Obr. 2 Audi Quattro S1 [10]

Po zániku skupiny B, se objevily skupiny N a A, které se staly nedílnou součástí rallye až dodnes. Tyto dvě skupiny představovaly podkategorie skupiny B a byly omezeny značně přísnějšími předpisy jak na techniku tak na bezpečnost. Auta musela splňovat podmínku 5000 vyrobených kusů, později FIA snížila tento počet na 2500 kusů. Tyto skupiny se dále dělily podle stupně úprav a objemu motoru na další podkategorie, kde třída N představovala základní téměř sériové vozy u kterých byly povoleny pouze značně omezené úpravy. Hlavními oblastmi změn byl podvozek, zvláště pak silnější brzdová soustava a sportovní tlumiče. Naproti tomu třída A, která vychází ze třídy N, disponovala značnými možnostmi dalších úprav. V této kategorii je daleko více umožněno upravovat motor. Například jsou povoleny vyztužené ojnice a písty, úpravy sacích kanálků, závodní řídicí jednotky atd. Podvozek je naprosto odlišný od toho sériového, také převodovky doznaly velkých změn.

Po chvilkové odmlce, kdy rallye díky zrušení skupiny B ztrácela na divácké atraktivitě, se FIA rozhodla v roce 1997 založit novou vrcholnou třídu WRC (World rally Car), díky čemuž přilákala i více soutěžních týmů. Tato třída funguje dodnes, ale bohužel se také potýká se značnými finančními problémy. Dnes v podstatě o pohár konstruktérů bojují již jen dvě automobilky a to Ford a Citroen. Proto v roce 2011 bude tato skupina úplně zrušena a nahrazena finančně a technicky méně náročnější skupinou S2000.



Obr. 3 Lancia Delta S4 [12]

3. Mezinárodní automobilová federace FIA

Mezinárodní automobilová federace FIA (francouzsky The Fédération Internationale de l'Automobile) je sdružení předních světových motoristických organizací, jehož úkolem se stalo řízení motoristického sportu po celém světě. Společnost byla založena v roce 1904 se sídlem v Paříži. Je to neziskové sdružení, které spojuje 228 národních motoristických a sportovních organizací ze 132 zemí na 5 kontinentech. Tyto členské kluby sdružují na 100 milionů motoristů.

FIA je řídicím orgánem, který spravuje pravidla a předpisy pro všechny automobilové soutěže včetně rallye po celém světě. Sepisuje veškerá pravidla, ať už se jedná o bezpečnostní prvky nebo maximální povolené technické úpravy na vozech pro jednotlivé automobilové skupiny. Jejím úkolem je podporovat rozvoj motosportu na všech úrovních a zpřístupnit tak tento druh zábavy co nejširším vrstvám lidí.



Obr. 4 FIA Logo [6]

4. Specifikace skupiny R podle pravidel FIA

Vozy skupiny R jsou určeny pro automobilové soutěže. Jak už bylo řečeno v úvodu, skupina R vznikla za účelem zjednodušení stávajících závodních skupin A, N a samostatných závodních tříd S1600, S2000, WRC. V podstatě jde jen o sjednocení jejich členění na skupiny R1-R5. Většinu aut homologovaných podle předpisů skupiny R lze normálně zařadit do současných tříd. Tyto nové skupiny vycházejí z filozofie, že čím je auto silnější, tím může mít víc povolených úprav a naopak.

Označení tříd je složeno z písmene R, čísla a písmene A, B, C, D, T. Proti současným třídám je toto značení otočené. Číslo znamená skupinu povolených úprav. Čím je větší, tím více změn je na vozidle povoleno. Písmeno značí objem motoru, kde A je do 1400 ccm, B do 1600 ccm a C do 2000 ccm. D znamená turbodiesel do objemu 2000 ccm s restriktorem o vnitřním průměru do 32 mm. T označuje přeplňované zážehové motory do 1600 ccm s restriktorem o vnitřním průměru do 29 mm.

Tam kde se již nový systém členění používá, jako je například Velká Británie, se výsledné hodnocení člení pouze podle čísla a jelikož se zde jezdí dle mezinárodních sportovních řádů, je nejvyšším číslem 4. To znamená, že mají jen čtyři třídy R1-R4, kde do R4 spadají vozy tříd S2000 a N4. R5 je skupina vyhrazena pro třídu A8, kam spadají i vozy WRC. Skupiny R4 a R5 neprošly téměř žádnými změnami (kromě pojmenování), tudíž se jimi dále zabývat nebudeme.

Určitou komplikací může být to, že každá kombinace čísla a písmene není povolena. V tabulce 1 je názorně zobrazeno výše popsané rozdělení.

Jedinou opravdovou novinkou proti starým třídám je třída R3T a R3D, ostatní vozy lze s menšími výchyly rozčlenit do skupin podle starých pravidel.

<i>Objem</i> <i>Stupeň úprav</i>	do 1400 ccm	nad 1400 ccm do 1600 ccm	nad 1600 ccm do 2000 ccm
1.stupeň	R1A	R1B	-
2. stupeň	-	R2B	R2C
3.stupeň	-	-	R3C

Tab. 1 Přehled rozdělení skupiny R [6]

Vozidla skupiny R musí být vyrobena nejméně v 2500 totožných kusech během 12 za sebou jdoucích měsíců a homologovaná federací FIA jako cestovní vozy (skupina A) a produkční vozy (skupina N). Upravovat se může cca. 10 technických oblastí vozidla vzhledem k povolenému stupni úprav jako je např. motor, převodovka, podvozek atd. U skupin R1-R3 (dále jen skupin R) by měla pohon zajišťovat dvě hnaná kola, povolen je buď přední nebo zadní náhon. Minimální hmotnost automobilů je dána pro každou třídu v tabulce 2.

Třída	Minimální hmotnost
R1A	980 kg
R1B	1030 kg
R2B	1030 kg
R2C	1080 kg
R3C	1080 kg
R3T	1080 kg
R3D	1150 kg

Tab. 2 Minimální hmotnost [6]

Vzhledem k bezpečnosti posádky musí být vůz vybaven ochrannou konstrukcí, jakou je homologovaná ochranná klec (obr. 5), která je umístěna v prostoru pro posádku, co nejbližše skeletu automobilu a má za úkol zabránit při havárii příliš velkým deformacím karoserie.

Jinými slovy skupina R se skládá z vozů od takřka sériové výroby až po automobily ve všech směrech značně technicky upravené.



Obr. 5 Ocelová ochranná klec [9]

5. Motor

Motor je základní hnací jednotkou celého automobilu, proto jsou na něj kladeny velké nároky jak z hlediska výkonu, tak množství povolených úprav. Motory a technika vozů skupiny R se dělí podle objemu a stupně úprav, jak už bylo nastíněno v tabulce 1. Motory vycházejí ze sériových agregátů, které jsou montovány do běžně prodávaných silničních automobilů. Dle skupiny se také motory dělí podle druhu spalovaného paliva na zážehové a vznětové, ale také i podle druhu přeplňování na atmosférické motory a motory přeplňované turbodmychadlem. První stupeň úprav neznamena pro motor takřka žádné změny. Vše musí být zachováno v původním stavu.

U druhého a třetího stupně úprav je povoleno změnit kompresní poměr z 11,5:1 na 12:1, aby docházelo k lepšímu spalování paliva vlivem větších tlaků, což je docíleno úpravou povrchu těsnící roviny hlavy válců v rozsahu maximálně 1 mm. Písty, kliková hřídel, setrvačnický mohou být zachovány původní nebo směji být vyměněny za homologované dle FIA. Ojnice mohou být dodatečně ošetřeny a odlehčeny, např. navrtáním ok. Vačkové hřídele jsou libovolné, ale musí být zachován jejich počet.

Hlavním úkolem mechaniků je dosažení nejvyššího možného výkonu a kroutícího momentu v co nejširším spektru otáček motoru. Například firma M-sport vyvíjející vůz Ford Fiesta R2 získala povolenými úpravami motoru 1.6 16V Zetec pro danou skupinu výkon 170 koňských sil (127 kW) při 7500 ot./min. a maximální točivý moment 182 Nm dostupný od 5700 ot./min.

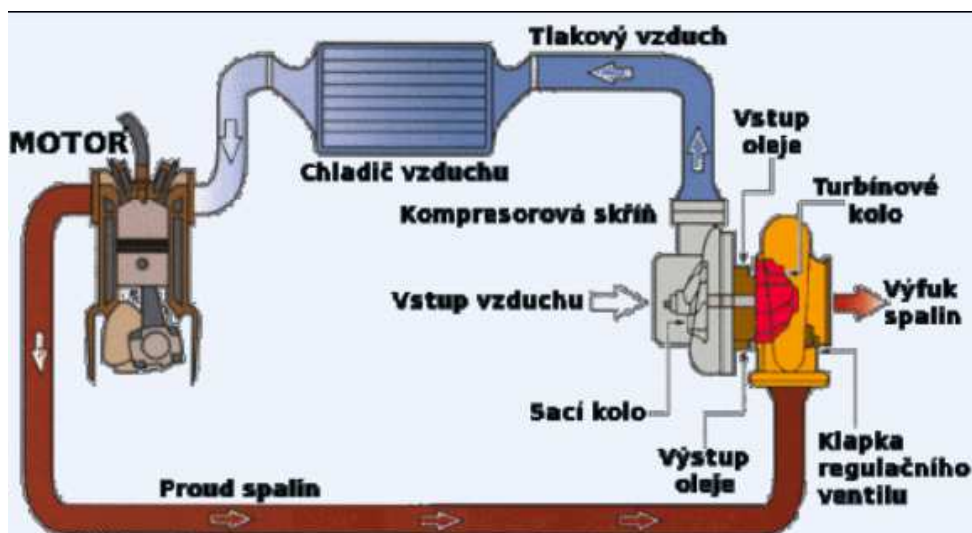


Obr. 6 Motor vozu Renault Twingo R1 [11]

5.1 Turbodmychadlo

Už v roce 1885 se pánové Daimler a Diesel zajímají o možnost zvýšení výkonu a snížení spotřeby u svých vynálezů. První turbodmychadlo, poháněné výfukovými plyny, je vyvíjeno mezi lety 1909 a 1915 doktorem Büchim, šéfinženýrem výzkumného oddělení firmy bratří Sulzerů. V roce 1915 navrhuje první prototyp pro dieselové motory, nápad se však nesetkává s pochopením. V roce 1925 ale Büchi konečně uspěje a jeho turbodmychadlo se objevuje v nákladních vozech firmy Saurer. Také dvě německé dieselové lodě jsou osazeny touto technologií. Díky tomuto úspěchu Büchi prodává licenci spoustě firem po celém světě. [1]

Turbodmychadlo je dmychadlo poháněné výfukovými plyny. Skládá se ze dvou hlavních částí – dmychadlové a turbínové. Dmychadlo stlačuje vzduch vstupující do motoru a výrazně tak zvyšuje jeho objemovou účinnost oproti klasickému nepřepřlňovanému motoru. Turbína pohánějící dmychadlo je roztáčena výfukovými plyny vystupujícími z motoru a je umístěna na stejné hřídeli. Dmychadlo se otáčí velmi rychle – 10 000 až 200 000 ot./min. v závislosti na velikosti, váze rotujících částí, nárůstu tlaku a konstrukci turbodmychadla. Tak vysoké otáčky by představovaly problém pro klasická kuličková ložiska, která by mohla explodovat. Proto se používají fluidní ložiska, ve kterých jsou pohybující se části odděleny a zároveň chlazeny tenkou vrstvou oleje. Olej se většinou bere z mazací soustavy motoru a musí být po průchodu turbodmychadlem chlazen olejovým chladičem. [2]



Obr. 7 Schéma přepřlňování [2]

Turbodmychadlem jsou vybaveny vozy, které spadají do skupin R3T a R3D. Tedy vozy se zážehovým motorem do objemu 1600 ccm a vozy se vznětovým motorem do objemu 2000 ccm. Tyto motory opět vycházejí ze sériových agregátů. Původní systém přepřlňování nebo systém přepřlňování homologovaný dle FIA musí zůstat zachován.

Motory musí být vybaveny restriktorem, což je zařízení, které omezuje množství nasávaného vzduchu turbodmychadlem díky zmenšení průměru sání. Je povoleno dvoustupňové přepřňování, což je přepřňování motoru o malém objemu dvojicí turbodmychadel, které má za úkol dosáhnout vyššího stupně přepřňování (už od nejnižších otáček) a také co nejvíce eliminovat prodlevu turbodmychadla, za účelem zvýšení účinnosti celého systému. Restriktor však musí být namontován před prvním turbodmychadlem po směru toku vzduchu.

Nevýhodou turbodmychadla, pokud pracuje s vysokými tlaky je, že nasávaný vzduch se abnormálně ohřívá vlivem stlačování a po vstupu směsi do válce může docházet k jejímu předčasnému samovolnému vznícení, což může způsobovat problém zvláště u zážehových motorů. Zahřátý vzduch má také větší objem a tudíž se do motoru dostane méně vzduchu a ten spaluje bohatší směs. Proto se za turbodmychadlo umísťuje chladič vzduchu (Obr. 7), který tento problém řeší.

Další jistou nevýhodou turbodmychadla je jeho prodleva, která je způsobena dobou, kterou potřebují výfukové plyny k tomu, aby roztočily turbínu a dmychadlo. Tato prodleva jde z části omezit již zmiňovaným dvoustupňovým přepřňováním, ale u závodních vozů je potřeba tento efekt zcela eliminovat. K tomuto účelu slouží buď **Blow-off ventil** nebo **Anti-Lag systém (ALS)**.

Blow-off ventil

Blow-off ventil slouží k uvolnění přetlaku mezi turbodmychadlem a škrťací klapkou. Tento přetlak vzniká sundáním nohy z plynu například při přezazování, při němž je turbodmychadlo naplno roztočeno a přebytečný tlak, který tímto pohybem vzniká, působí proti pohybu lopatek a také zahřívá rotující součásti a právě těmto nežádoucím vlivům blow-off ventil částečně zabraňuje.

Anti-lag systém

Tento systém funguje na bázi dohořívání nespáleného paliva ve výfukovém potrubí. Díky tomuto odpadovému spalování je turbodmychadlo udržováno v potřebných otáčkách i při přezazování a tím je zabráněno dlouhé prodlevě před plným záběrem. Je to však velice komplikovaný a přesný proces, který má na starosti řídicí jednotka. Není to jen zásah do řídicího programu motoru, ale je za potřebí i speciálních motorových dílů, které dokáží odolávat vysokým teplotám a tlakům, které vlivem tohoto děje vznikají.

Při ubrání plynu dojde ke změně časování zážehu, sací ventil zůstává částečně otevřen a do motoru se stále dostává bohatá směs. K zážehu ale dochází až při otevřeném výfukovém ventilu, kdy také dochází ke kontaktu směsi s rozpáleným výfukovým potrubím, což způsobí jeho vznícení a následná exploze udrží turbodmychadlo v potřebných otáčkách.

5.2 Specifikace motorových olejů

Na motorové oleje u závodních vozů jsou kladeny vysoké nároky, jelikož pracují v extrémních podmínkách naplno zatížených závodních motorů. Pro firmy zabývající se výrobou motorových olejů je soutěžní automobil jedním z nejlepších výzkumných pracovišť, kde mohou zkoumat jednotlivé vlastnosti a uplatnit tak získaná data i pro vývoj motorových olejů do běžně vyráběných automobilů.

Motorové oleje mají zásadní vliv na provoz motoru. Kromě jejich hlavní mazací funkce i za ztížených podmínek je požadováno od motorového oleje také chlazení (odvod tepla vzniklého hořením a třením), odstraňování nečistot, ochrana před korozí, dotěšňování spalovacího prostoru, zejména v oblasti pístních kroužků a tlumení hluku. Aby mohl všechny tyto funkce olej splnit, jsou do základových olejů míchány aditiva zlepšující jejich vlastnosti.

Typů aditiv je několik. Nejdůležitější jsou detergenty, disperzanty (čistící účinky) a aditiva zlepšující viskozitu a bod tuhnutí, zvyšující ochranu proti vysokému tlaku, zabráňující stárnutí a korozi kovových povrchů. [3]

Základní Funkce Oleje[4]:

- **Mazání** - Mazací složky obsažené v oleji vytváří pevný mazací film, který je pro hladký pohyb třecích dvojic kovových motorových částí nezbytný. Bez tohoto mazacího filmu by docházelo k vysokému tření, k přehřívání celého motoru a jeho následnému zadření.
- **Dotěšňování pístu ve válci** - Ačkoliv výrobní tolerance prostoru mezi pístem a válcem jsou extrémně malé, určitá minimální vůle zde existuje. Olej tuto mezeru napomáhá utěšňovat, udržuje stálý kompresní poměr a tudíž i výkon motoru.
- **Chlazení** - Méně známou, avšak o to podstatnější funkcí oleje je odvádění tepla z exponovaných motorových částí, kde je chlazení kapalinou obtížné nebo nedostatečné. Takto předaného tepla se olej následně zbavuje pomocí chladiče oleje.
- **Čištění** - Detergenty obsažené v oleji pomáhají předcházet tvorbě vysokoteplotních karbonových úsad. To udržuje motor čistý, obzvláště písty, a předchází se zapékání pístních kroužků.
- **Ochrana před korozí** – Během spalování paliva dochází k vzniku agresivních kyselin, které způsobují korozi kovových částí. Olej obsahuje speciální přísady, které tyto kyseliny neutralizují, a tak eliminují narušování hladkých povrchů kovových částí.

6. Převodovka

Převodovka zajišťuje přenos hnací síly na kola, a proto je nedílnou součástí celého pohonného ústrojí. V závodních vozech skupiny R jsou na ni kladeny velké nároky z hlediska přesnosti, rychlosti řazení a především výdrže, jelikož závodní převodovky musí zvládat přenosy obrovských sil. U převodovek vozů skupiny R je opět rozhodující stupeň povolených úprav. První stupeň nepovoluje změnu převodovky. Převodovka homologovaná na původním voze musí být zachována. Pro vozy skupiny R2 a R3 je povolena změna převodovky na sekvenční. Počet stupňů musí být však zachován.

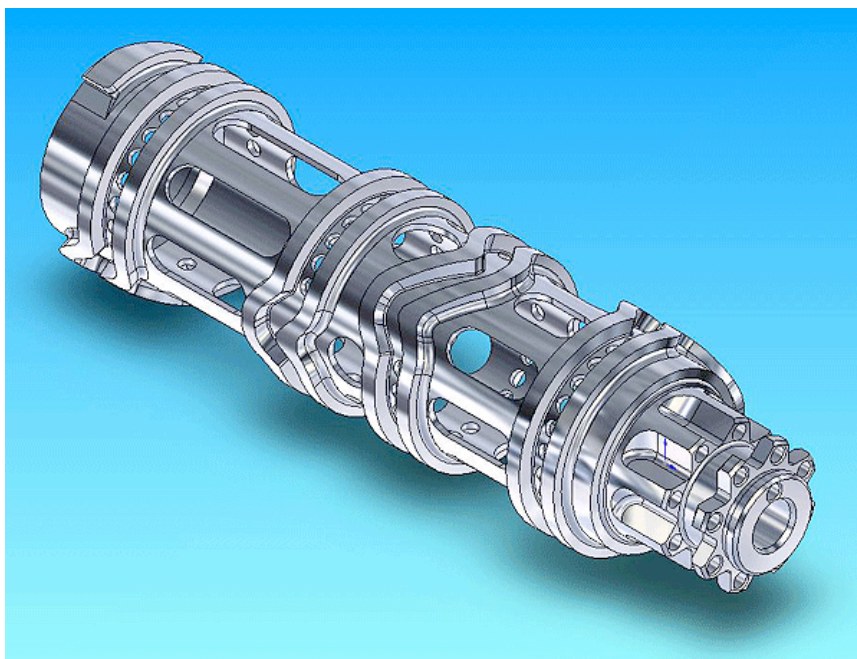
Nyní se společně v rychlosti podíváme, jak taková sekvenční převodovka funguje. V každé převodovce musí být alespoň dvě hřídele, z nichž jedna je hnací a druhá hnaná. Ty jsou navzájem spojeny ozubenými koly a každá dvojice ozubených kol tvoří jeden rychlostní stupeň. Převod každého stupně je dán počtem zubů na těchto kolech. Kola na hnací hřídeli jsou k ní připojená napevno, kdežto kola na hnané hřídeli se protáčí. V převodovce se proto neustále otáčejí všechna ozubená kola. Až zařazením rychlostního stupně dojde k pevnému spojení ozubeného kola na hnané hřídeli se samotnou hřídelí. Ke spojení dojde pomocí ozubené spojky. Ozubená spojka je spojena s hnanou hřídelí tak, aby se na hřídeli neprotáčela, ale mohla být posunutá řadící vidlicí. Až sem se klasická převodovka od sekvenční příliš neliší. Hlavní rozdíl je ve způsobu ovládání řadících vidlicí.

U klasické převodovky s ovládáním pomocí "háčka" jsou řadící vidlice posouvány po svých osách pomocí řadících táhel. Táhla jsou ovládána řadící pákou při jejím pohybu dopředu a dozadu. Výběr táhla a tím i řadících vidlicí na jiné ose je dán pohybem řadící páky do stran. To v praxi znamená, že na jedné ose jsou jedním táhlem spojené řadící vidlice zařazující první a druhý rychlostní stupeň, na druhé ose jsou jedním táhlem spojené vidlice zařazující třetí a čtvrtý rychlostní stupeň a tak dále.



Obr. 8 Sekvenční převodovka Kaps Transmissions. Zeleně jsou zvýrazněné osy řadících vidlic a červeně řadící vidlice. [5]

U sekvenční převodovky obstarává pohyb řadících vidlic řadící válec. Ten má v sobě vyfrézované zakřivené drážky, ve kterých jsou uchycené řadící vidlice. Pootočením válce do úhlu odpovídajícího vybranému rychlostnímu stupni dojde zároveň k natočení vodící drážky a vlivem jejího zakřivení i k posunu řadící vidlice po své ose. Zakřivení je navrženo tak, aby v mezních vychýleních došlo k posunutí ozubené spojky do polohy nutné k zařazení nebo naopak vyřazení rychlosti. Při každém natočení řadícího válce dojde k pohybu pouze jedné řadící vidlice. Jedna vidlice spíná dva rychlostní stupně, v každé mezní poloze jeden.

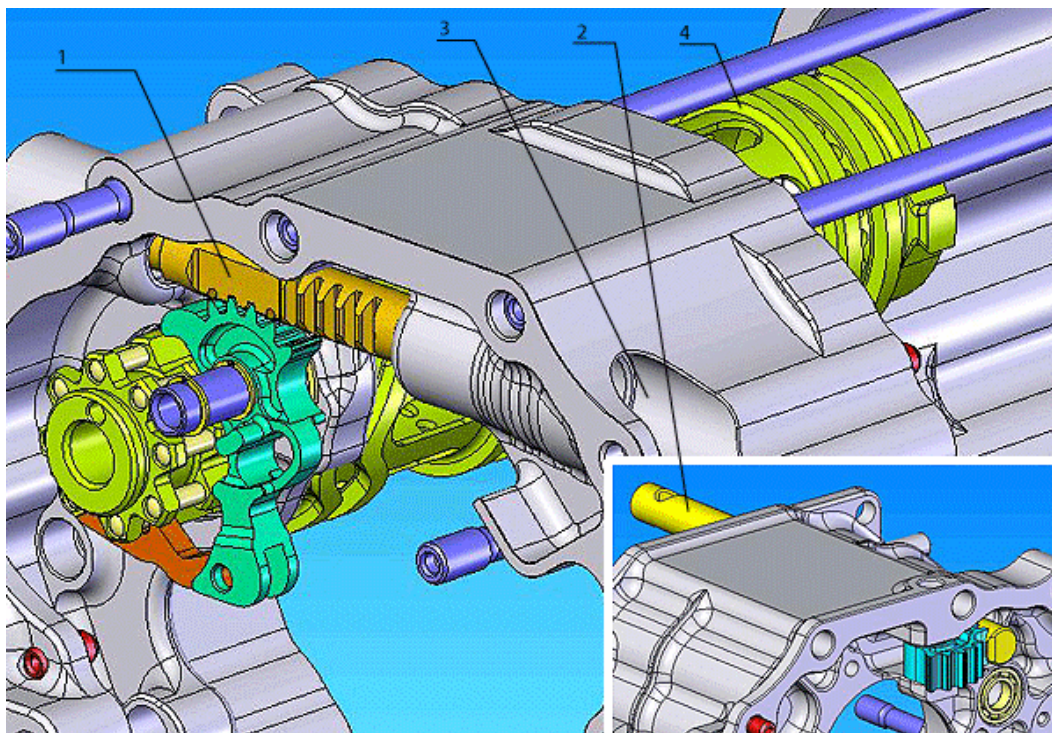


Obr. 9 Řadící válec převodovky Kaps Transmissions [5]

Jednotlivé převody jsou chráněné proti „vypadnutí“ pomocí speciálních zámků. Ty drží zařazenou rychlost uzamčenou, dokud je motor v záběru. Aby sekvenční převodovka mohla vyřadit, je potřeba aby došlo ke snížení kroutícího momentu a tím i k uvolnění těchto zámků. To je řešeno tak, že řadící mechanismus (přímo v převodovce nebo u řadící páky) je vybaven snímačem, který během přerážení zajistí krátké odstavení výkonu motoru. To je realizováno přerušením vstřikování paliva a popřípadě i odpojením zapalování.

U sekvenčních převodovek je možné použít dva způsoby ovládání. První způsob je pomocí táhla napojeného na řadící páku na středovém tunelu. Druhý způsob je hydraulický pomocí joysticku nebo „pádel“ pod volantem. Následující obrázek ukazuje mechanismus sekvenční převodovky Kaps Transmissions, který umožňuje oba dva způsoby ovládání. Pomocí táhla od páky řazení na středovém tunelu je posuvným mechanismem(2) ovládán hřebenový převod(1). Hřebenový převod(1) ovládá mechanismus pro natáčení řadícího válce.

Ten se stará o to, aby se při každém přeřazení řadící válec(4) natočil o přesně definovaný úhel a tím došlo k zařazení požadované rychlosti. Hydraulické ovládání je připojeno na ventily(3) na obou koncích hřebenového převodu(1) a ten pak funguje jako hydraulický píst. Ten je posouván tlakem z jedné nebo druhé strany. Z tohoto mechanismu je také patrná souvislost mezi hydraulickým přeřazením a současným pohybem řadící páky na středovém tunelu tak, jak to známe z různých onboard záběrů. Hydraulickým posunutím hřebenového převodu(1) totiž dojde přes ozubené kolo také k pohybu uchycení táhla řazení(2) a tím pádem i k pohybu řadící páky. [5]



Obr. 10 Mechanismus sekvenční převodovky: 1.Hřebenový převod ovládající mechanismus natočení válce. 2.Napojení mechanického táhla přes ozubené kolo k hřebenovému převodu(1). 3.Připojení hydrauliky pro ovládání hřebenového převodu(1). 4.Řadící válec [5]

6.1 Spojka

Spojka slouží ke spojení hnací a hnané hřídele, díky čemuž dochází k přenosu kroutícího momentu od motoru. U automobilů se používá čelní třecí spojky tzv. lamelové, která je umístěna mezi motorem a převodovkou. U vozů skupiny R se využívá mechanicky nebo hydraulicky ovládané jednolamelové spojky, kde maximální velikost přenášeného kroutícího momentu závisí na součiniteli tření, průměru lamel, počtu lamel a v neposlední řadě také na velikosti přitlačných sil. Pro první stupeň úprav skupiny R může být původní spojková lamela vyměněna za libovolnou avšak se stejným průměrem jako původní.

Pro skupiny R2 a R3 může být spojková lamela také libovolná, ale musí být zachován původní mechanismus nebo musí být homologovaná dle platných řádů FIA.

6.2 Diferenciál

Diferenciál je posledním mezistupněm, který stojí v cestě krouticímu momentu na poháněná kola. Jedná se o převodový mechanismus, který rozděluje hnací sílu z jedné hřídele na dvě další i při změně otáček každé z nich. Diferenciál je nedílnou součástí všech automobilů, která umožňuje různé otáčky kol v zatáčkách. Při zatáčení totiž vnitřní kolo logicky opisuje menší poloměr než-li kolo vnější, a proto se kolo na vnější straně zatáčky bude točit rychleji. Máme různé druhy diferenciálů a použití jednotlivých z nich záleží na podmínkách, ve kterých se automobil bude pohybovat. Diferenciály se dělí na otevřené a svorné. Vozy skupiny R1 musí mít původní diferenciál, tedy již zmíněný otevřený. Automobily skupiny R2 a R3 mohou mít diferenciál s mechanicky omezenou svorností, tím se rozumí jakýkoliv systém fungující výhradně mechanicky bez pomoci elektrického nebo hydraulického systému.

Členíme je na diferenciály otevřené, samosvorné, samosvorné s omezenou svorností, samosvorné typu Torsen a samosvorné s viskózní spojkou. Nyní se podíváme na jakém principu jednotlivé typy diferenciálů pracují.

Jednoduchý otevřený diferenciál

Jede-li auto po silnici rovně, obě hnaná kola se otáčí stejnoměrně. Točivý moment se přenáší přes vstupní pastorek, centrální kola mají stejné otáčky jako klec diferenciálu a tím zůstávají boční satelity v klidu. Při zatáčení se kola otáčí různou rychlostí - vnitřní pomaleji než je vstupní rychlost do diferenciálu, vnější rychleji a zároveň síla, která je potřebná k zatáčení vnitřního kola, je menší než vstupní a tudíž je nevyužitá síla přenesena z vnitřního kola na vnější. V takové situaci dochází k pohybu satelitů. Ty obíhají a zároveň se i točí na svých čepech. Vráť-li se jízda do přímého směru, přestanou se satelity otáčet a navrátí se k funkci pouze zubové spojky. Jedou-li obě hnaná kola automobilu po povrchu se stejnou přilnavostí, diferenciál rozděluje točivý moment rovnoměrně na obě kola. Jakmile dojde u jednoho z kol ke snížení přilnavosti, nastává problém. Diferenciál přivádí větší točivý moment na prokluzující kolo a menší na kolo, které je v záběru na pevném povrchu a auto se přestane pohybovat kupředu. Pokud přidáte více plynu, kolo se otáčí rychleji ale auto nezrychlí. Z výše uvedeného vyplývá, že např. při rozjíždění vozidla na sněhu je vhodnější použít dvojku či trojku, aby kola měla k dispozici pouze menší točivý moment a neproklouzla. [8]

Samosvorné diferenciály

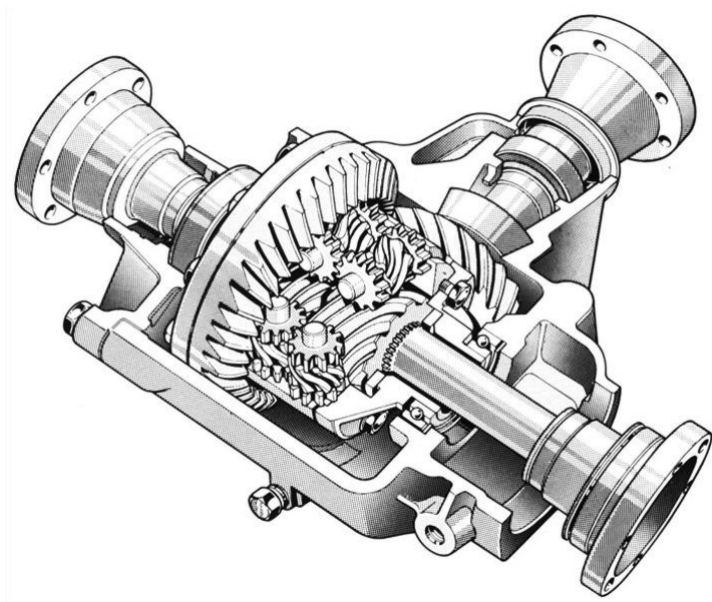
Vlastnosti diferenciálu jsou dány jeho mechanickou účinností, tj. ztrátami vznikajícími vzájemným pohybem jeho hlavních dílů ozubených kol. Běžný souměrný diferenciál s kuželovými nebo čelními koly a příkými zuby má poměrně vysokou účinnost a může proto dělit točivý moment v poměru jen málo se lišícím od 1 :1. Aby mohl na jednu stranu

přenášet výrazné víc než 50% přiváděného momentu, musí mít nižší účinnost (resp. méně správně vyšší svornost). Toho se dosahuje jinými konstrukcemi diferenciálů, např. se šroubovými koly (Torsen), se vzpěrnými tělisky (kuličkový diferenciál), nebo jeho náhradou viskózní spojkou (diferenciál Ferguson), popř. doplněním lamelovou spojkou (brzdou) zatíženou pružinou, vyvolávající tření mezi vzájemně se otáčejícími lamelami. [8]

Samosvorné diferenciály s omezenou svorností - LSD

Konstrukčně vychází z otevřeného diferenciálu, obsahuje však navíc další přidavné uzavírací zařízení. Tímto zařízením může být např. sada pružin a spojek. Když se kola točí stejnou rychlostí, oba boční převody se otáčejí. Spojky nastupují, když se jedno kolo točí pomaleji než druhé. Spojky se snaží docílit toho, aby se kola otáčela stejnou rychlostí. Chce-li se jedno kolo otáčet rychleji než druhé, musí překonat odpor pružin a spojek. Tuhost pružin v kombinaci s třením spojky určuje, kolik točivého momentu je třeba, aby se tato snaha překonala. [8]

Samosvorný diferenciál typu TORSEN (citlivý na rozdíl momentů)



Obr. 11 Diferenciál typu Torsen [8]

Název samosvorného šnekového (šroubového) diferenciálu, vyvinutého a vyráběného americkou firmou Gleason, odvozený z jeho charakteristické vlastnosti - citlivosti na změny hnacího momentu. Funkce tohoto diferenciálu, poprvé použitého počátkem osmdesátých let u vozů Audi a Lancia s pohonem všech kol, využívá vlastností šnekového převodu, jenž může přenášet točivý moment ze šneku na šnekové kolo, ale nikoli naopak. U diferenciálu Torsen jsou šneky planetovými koly, kdežto satelity tvoří tři dvojice šnekových kol malého průměru. Satelity též dvojice jsou vzájemně spřaženy čelními koly s přímými zuby a každý zabírá s jedním planetovým kolem. Při přímé jízdě a stejné adhezi kol se otáčí diferenciál jako celek, otáčky klece a obou planetových kol jsou stejné a na každé kolo se přenáší stejný hnací moment. Zhorší-li se adheze jednoho kola (např. vlivem menšího zatížení nebo nižšího součinitele tření mezi pneumatikou a vozovkou), nemůže se protáčet, poněvadž není

možný přenos otáčivého pohybu ze satelitů na planetové kolo jako u čelního nebo kuželového diferenciálu. Díky svornému účinku se ale zvětší podíl hnacího momentu připadající na kolo s lepší adhezí. Naopak v zatáčce ani zvýšená svornost neomezuje vyrovnávací činnost diferenciálu a obě kola se valí po vozovce otáčkami odpovídajícími jejich dráze. Svornost, resp. mechanická účinnost diferenciálu závisí na geometrii ozubení šnekového soukolí a může dosáhnout až 90% (tedy mechanická účinnost 10%). Samosvorný diferenciál Torsen se používá buď jako mezinápravový, nebo pro zadní nápravu (obr. 11). Svorného účinku se dosahuje třením ve šroubovém ozubení planetových kol a satelitů. Dvojice satelitů jsou spřaženy čelními koly s přímým ozubením. [8]

Samosvorný diferenciál s viskózní spojkou (citlivý na rozdíl otáček)

Součástí převodového ústrojí zejména pohonu všech kol, často doplňující mezinápravový diferenciál a měnící jeho účinnost podle trakčních schopností předních a zadních kol. Je to vícelamelová spojka uzavřená ve skříni naplněné silikonovou kapalinou vysoké viskozity. Každá ze dvou sad lamel je spojena s jedním hnacím hřídelem. Jsou-li adhezní podmínky předních a zadních kol stejné, otáčí se spojka jako celek, popř. menší rozdíly vyrovnává pomalým vzájemným natáčením obou sad lamel. Se zvětšujícím se rozdílem otáček roste v závislosti na viskozitě kapaliny odpor proti vzájemnému otáčení lamel a větší část hnacího momentu se přenáší na kola s lepšími trakčními schopnostmi. Proti jiným samosvorným diferenciálům či mechanickým závěrům diferenciálů má viskózní spojka výhodu samočinnosti, plynulé změny účinnosti, je nehlučná a neopotřebovává se, neboť jednotlivé lamely nejsou v přímém styku, ale obaleny tenkou vrstvou kapaliny. Navíc působí jako tlumič záběru a chrání převodné ústrojí před rázy. Viskózní spojkou tvoří dvě soustavy lamel vzájemně oddělených malými spárami a uložených ve skříni naplněné kapalinou vhodné viskozity. Používá se nejčastěji jako mezinápravový diferenciál nebo samosvorný diferenciál nápravový. [8]

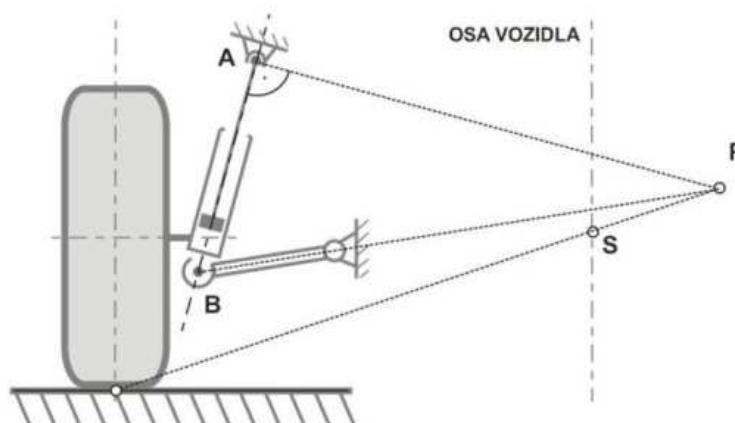
7. Podvozek

Podvozek je jednou z nejdůležitějších součástí závodních vozů vůbec, jelikož hraje hlavní roli v tom, jak se bude přenášet výkon z motoru na vozovku. Bez dobrého nastavení a použití správných dílů může být automobil sebevýkonnější, ale nikdy nebude zajíždět lepší časy než vůz, byť s o polovinu nižším výkonem, ale dobře nastaveným podvozkem. Podvozek se skládá ze dvou základních částí a těmi jsou tlumiče a zavěšení, které mají za úkol udržet vůz na silnici. Oproti sériovým vozům je podvozek aut skupiny R podstatně tužší, jelikož musí zamezit naklánění vozu při průjezdu zatáčkami ve vysokých rychlostech a hlavně udržet kontakt kola s nerovným povrchem vozovky. Tlumiče musí zvládat pohlcování obrovských rázů, které při jízdě vznikají. Proto musí být vyrobeny z vyztužených materiálů, které jsou schopny odolávat takovýmto silám.

7.1 Zavěšení

U závodních automobilů skupiny R se používá jako téměř u všech sportovních vozů nezávislého zavěšení kol. Princip tohoto systému je v tom, že jsou jednotlivá kola zavěšena na karoserii zvlášť a tím je tedy každé kolo prakticky nezávislé na pohybu kola protilehlého. Tím se zajišťuje podstatné snížení hmotnosti neodpružených hmot. U poháněných náprav je pohon (rozvodovka a diferenciál) upevněn na karoserii. U vozů skupiny R se používá nezávislého zavěšení kol typu MacPherson.

Zavěšení typu MacPherson je realizováno příčným ramenem uchyceným pod osou kola, pružicí a tlumicí jednotkou a spojovací tyčí řízení. Náprava MacPherson je odvozena od lichoběžníkové nápravy, horní rameno je však nahrazeno posuvným vedením. To má oproti lichoběžníkové nápravě výhodu v získání většího prostoru např. pro uložení agregátu či prostornějšího zavazadlového prostoru. Spodní rameno nápravy bývá trojúhelníkové. Je-li tato náprava použita jako řídící, natáčí se kolo při řízení kolem obou ložisek teleskopické vzpěry (Obr. 12). Úsečka AB pak tvoří rejdovou osu kola. [13]



Obr. 12 Kinematické schéma zavěšení typu MacPherson [13]

Vedení ve vzpěře je konstruováno jako hydraulický tlumič. Takové řešení vyžaduje mnohem tužší a pevnější konstrukci tlumiče. Pístnice je kvůli většímu příčnému zatížení mnohem silnější než u jiných typů náprav. K zamezení nežádoucího tření píst-válec a pístnice-vedení se často šroubová pružina ukládá šikmo nebo bývá horní ložisko uloženo do měkkého pryžového lůžka. [13]

7.2 Tlumiče

Tlumiče mají za úkol absorbovat rázy od kol, které jsou způsobovány nerovnostmi na vozovce. Vozy skupiny R používají sportovní nastavitelné tlumiče z pevných materiálů jako je např. ocel, u kterých lze vzhledem k jízdním podmínkám měnit tlumicí účinek a výškové nastavení.

Tlumiče jsou tvořeny pístem připevněným ke karoserii vozu, který se pohybuje v olejem naplněném válci tak, jak se pohybuje kolo vozu. Při pohybu dochází k zasouvání a vysouvání pístní tyče a tlačení oleje přes sací ventily. Tím je zajištěno tlumení a plynulý pohyb. [14]



Obr. 13 Tlumiče D2 Racing Rally [15]

8. Brzdy

Dalším z důležitých faktorů, které ovlivňují to, jaké časy bude závodní vůz zajíždět jsou brzdy, protože čím jsou brzy účinnější, tím může závodník později brzdít a díky tomu zajíždět lepší časy. Brzdy se skládají z třmene, ve kterém jsou ukryty brzdící destičky, mezi nimiž rotuje brzdící kotouč. Po zmáčknutí brzdového pedálu se přes brzdící systém pomocí brzdové kapaliny přenese tlak, který začne působit na písty, na nichž jsou umístěny brzdové destičky a ty se vlivem tohoto tlaku začnou pohybovat směrem k rotujícímu kotouči, čímž dojde k mechanickému styku a následovnému tření obou povrchů mezi sebou, což vyvolává snižování rychlosti automobilu.

Při intenzivním brzdění vznikají vysoké teploty, které mají za následek snížení brzdného účinku. Těmto negativním vlivům, které snižují brzdící účinnost, lze částečně zabránit změnou techniky, jako je například volba větších chlazených kotoučů, kdy díky větším třecím plochám dochází k pozdějšímu přehřátí materiálu, nebo také samotná volba lepšího tepelně odolného materiálu kotoučů jako je např. karbon nebo keramika. K lepšímu brzdícímu účinku také vede použití vícepístkových brzdících třmenů.

Brzdová kapalina, která přenáší tlak v celé soustavě musí mít zvláštní vlastnosti. Například vysoký bod varu, odolnost proti stárnutí nebo nízkou viskozitu. Dále musí být brzdová kapalina chemicky neutrální, nesmí způsobovat korozi, protože by mohla způsobit poškození brzdové soustavy. [16]



Obr. 14 6-ti pístkové vrtané brzdy Brembo [17]

Vozy skupiny R1 musí mít původní sériové brzdy. Naopak vozy skupiny R2 a R3 již mohou měnit průměry kotoučů do určitých rozměrů dle pravidel FIA. Třmen a pístový mechanismus může být zachován nebo vyměněn za odolnější a výkonnější.

9. Bezpečnost

U závodních automobilů skupiny R a v motorsportu vůbec je v dnešní době bezpečnost vždy na prvním místě. Všechny vozy, se kterými se závodníci chtějí účastnit soutěží, musí splňovat přísná pravidla z hlediska bezpečnosti.

Vozy skupiny R musí být vybaveny ochrannou konstrukcí, která se skládá ze svařovaných ocelových trubek umístěných po vnitřním obvodu kokpitu, jejichž hlavním úkolem je zabránit případným deformacím, které mohou nastat během havárie. K této konstrukci se přidává příčná vzpěra, která zlepšuje odolnost a vyztužuje konstrukci.

Důležitou součástí jsou také anatomické sedačky, které mají za úkol pevně držet závodníkovu tělo v jedné poloze nejen při jízdě, ale také musí zajistit pevnou fixaci během nehody, aby nedošlo ke zbytečným zraněním. Samozřejmostí jsou vícebodové bezpečnostní pásy, bez kterých by závodní sedačky neměly význam. Tyto pásy se skládají nejméně z jednoho bederního a dvou ramenních pásů. Součástí bezpečnostních prvků pro rallye musí být dva nože, jeden pro spolujezdce a druhý pro řidiče, které musí být snadno dostupné v okolí sedaček a jsou určeny k rychlému odřezání pásu při havárii v kritických situacích. Pro soutěže zahrnující průjezd na otevřené silnici se doporučuje mít systém rozepínání s tlačítkem.

9.1 Hans systém

HANS (Head And Neck Support) znamená v překladu ochrana hlavy a krku. HANS se v podstatě skládá ze dvou částí. Tou první je základová část, vyrobená převážně z karbonu. Má přibližný tvar písmene U se zvýšeným límcem vzadu. Jezdec ji má položenou na ramenou tak, že límec má jezdec za krkem, zbylá část směřuje dopředu a leží tak na hrudi jezdce. Druhou částí jsou kotvící poutka a pásy, které spojují přilbu jezdce se základovou částí. To je také to jediné co jezdce a HANS pevně spojuje. Délka pásků je stanovena na 150mm s tolerancí 30mm na každou stranu dle přání jezdce. Na funkci systému nemá délka v těchto mezích vliv. Správně umístěné bezpečnostní pásy, prochází přesně přes základovou část systému HANS, čímž je tělo a celý systém nepřímě spojen. Smyslem systému je zamezit hlavě v případě havárie v pohybu a vystavovat tak krk nežádoucím silám. HANS není ukotven k sedadlu, takže pokud se pohybuje vpřed tělo, pohybuje se i hlava, ale vůči tělu se hlava může pohybovat pouze v mezích daných pásky. Jednoduše řečeno, cílem systému HANS je udržet hlavu u těla.

Bez správné nebo správně upravené helmy by celý systém fungovat nemohl. Na helmu se napevno umístí kotvící poutka, do kterých se později zaháknou pásy upevněné na základovou část. [5]



Obr. 15 HANS systém [5]

10. Budoucnost

Skupina R je poměrně nová skupina, která ještě plně nezapustila kořeny ve světě rallye. Z počátku představení této skupiny mezinárodní federací FIA se množily skeptické názory ohledně životaschopnosti této skupiny. S postupem času se však stále více specializovaných firem začalo věnovat přestavbě sériových automobilů na vozy skupiny R a nyní i samotné automobilky v tomto novém rozdělení zahlédly vidinu možného budoucího vývoje a díky ucelenějším a přesně specifikovaným pravidlům, které FIA určila, začaly samy automobilky a jejich sportovní oddělení nabízet jednotlivé stupně kitů (nebo-li stupňů úprav) pro svá sériová auta. Tím se nejen zviditelní jejich jméno v povědomí lidí, ale také získají další peníze uplatněním poznatků z vývoje, které automobilka získá právě díky této nové skupině vozů R.

Mezi nejangažovanější automobilky, které začaly jako první vyvíjet tyto vozy, patří značka Renault, která v dnešní době nabízí zastoupení ve všech třech třídách. Pro skupinu R1 je to Renault Twingo R1, který je založen na sériově prodávaném voze Twingo RS, z kterého vychází Twingo R2, to má ovšem větší množství úprav. Třidu R3 zastupuje Renault Clio R3. V nové třídě R3T je jedním z průkopníků vůz značky Abarth, který se svým retro modelem 500 vzbudil značný rozruch. Tento vůz je poháněn přeplňovaným motorem o objemu 1400ccm, který poskytuje maximální výkon 133kw v 5500 otáčkách za minutu.

Vzhledem k relativně nízkým pořizovacím cenám, nákladům na provoz a profesionálnímu přístupu automobilek, se vozy skupiny R stávají čím dál tím víc oblíbené. S odstupem času se zdá, že se skupina R bude těšit stále větší popularitě, a ať chceme nebo ne, postupně vytlačí stávající skupiny A a N do minulosti.



Obr. 16 Abarth 500 R3T [18]

11. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat technický přehled konstrukce vozů pro automobilové soutěže skupiny R. Tato skupina vznikla za účelem zjednodušení stávajících závodních skupin A, N. Můžeme sem však i zahrnout členění samostatných vrcholných závodních tříd S1600, S2000 a WRC. V podstatě jde o sjednocení jejich členění na skupiny R1-R5. Většinu aut homologovaných podle předpisů skupiny R lze normálně zařadit do současných tříd.

Založení nové skupiny R bylo logickým krokem mezinárodní automobilové federace FIA s cílem zatraktivnit rallye jako takovou. Zjednodušit stávající složitý systém tříd jednotlivých skupin A a N, vytyčit přesné technické specifikace tak, aby se tato soutěž stala finančně a technicky méně náročnější a tím přitažlivější pro širší vrstvu lidí.

Do jisté míry se tato myšlenka daří realizovat. Podle mého názoru se však pokus o zjednodušení stávajících skupin úplně nevydařil. Ač máme celkem tři třídy skupiny R, tak každá z nich je rozdělena ještě na další jednu až dvě podkategorie, nepočítaje zvláštní skupiny R3T a R3D, což vede k téměř stejné situaci, jako tomu bylo před vznikem této skupiny.

Přesto všechno se vzhledem k relativně nízkým pořizovacím cenám, nákladům na provoz a profesionálnímu přístupu automobilek stávají vozy skupiny R čím dál tím víc oblíbené. Je zde reálný předpoklad, že se skupina R bude těšit stále větší popularitě a naváže tak na legendární a již zaniklou skupiny B, za níž rallye zažívala období největší slávy a popularity.

Doufejme tedy, že tato skupina nakonec plně zapustí své kořeny v rallye a dostane tento krásný druh motosportu opět na výsluní.

Z pohledu běžného řidiče je skupina R zajímavá zejména z toho důvodu, že jsou prostřednictvím ní testovány technologické novinky v extrémních podmínkách a v případě úspěšných testů a dosažení příznivých ekonomických parametrů se tyto nové technologie použijí při výrobě běžných automobilů.

12. Seznam použitých zdrojů

- [1] Autoweb [online]. Dostupné z: <www.autoweb.cz>.
- [2] Turbodmychadla [online]. Dostupné z: <<http://turbodmychadla.webnode.cz>>.
- [3] Autozone [online]. Dostupné z: <<http://www.autozone.cz/index.php>>.
- [4] Federal cars [online]. Dostupné z: <<http://www.federalcars.eu>>.
- [5] eWRC [online]. Dostupné z: <<http://www.ewrc.cz>>.
- [6] FIA [online]. Dostupné z: <<http://www.fia.com>>.
- [7] Autosport [online]. Dostupné z: <<http://forum.autosport.cz>>.
- [8] Diopan [online]. Dostupné z: <<http://www.diopan.cz>>.
- [9] Kit Car - Sport [online]. Dostupné z: <<http://rene.kramar.sweb.cz/Kitcar.htm>>.
- [10] Audi S2 [online]. Dostupné z: <<http://www.audi-s2.at/>>.
- [11] Motornews [online]. Dostupné z: <<http://www.motornews.at/>>.
- [12] Auto [online]. Dostupné z: <<http://tead.blog.auto.cz/2007-01/lancia-delta-s4/>>.
- [13] Autolexicon [online]. Dostupné z: <<http://cs.autolexicon.net>>.
- [14] Spei [online]. Dostupné z: <<http://www.spei.cz/dily/tlumice-perovani>>.
- [15] D2 Racing [online]. Dostupné z: <<http://www.d2racing.com>>.
- [16] Brzdy [online]. Dostupné z: <<http://www.brzdy.net>>.
- [17] Elit [online]. Dostupné z: <<http://www.elit.cz>>.
- [18] Ridelust [online]. Dostupné z: <www.ridelust.com>.
- [19] wikipedia [online]. Dostupné z: <<http://en.wikipedia.org>>.