



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VÝVOJ VOZŮ FORMULE 1

FORMULA 1 CARS EVOLUTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JURAJ STUDENÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL RAMÍK

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Studeník Juraj

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:

Vývoj vozů Formule 1

v anglickém jazyce:

Formula 1 Cars Evolution

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Obsahem práce je zpracování technického přehledu konstrukce vozů Formule 1 v průběhu jejího vývoje s důrazem na uplatnění inženýrských metod, technický přínosná a úspěšná konstrukční řešení.

Cíle bakalářské práce:

Sestavte přehled technického vývoje vozidel Formule 1 až po současný stav, zvláště s ohledem na

- technické požadavky a předpisy pro vozidla a z nich plynoucí technická řešení
- používané inženýrské přístupy při vývoji konstrukce závodních vozidel
- dostupné prostředky k řešení problémů v průběhu vývoje, možnosti simulací a testování vozidel
- možnosti uplatnění inženýrských přístupů v oblasti strategie týmů v průběhu závodů
- význačné a úspěšné konstrukce a týmy v průběhu vývoje

Vyslovte se k použitelnosti vyvinutých řešení i v dalších oblastech vývoje automobilů.

Seznam odborné literatury:

- [1] Vlk, F: Dynamika motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2006
[2] Formula 1 web page. Technical analysis [online], 2007, poslední revize 12.10.2007.
Dostupné z: http://www.formula1.com/inside_f1/
[3] Ferrari web page. F1Cars [online], 2007, poslední revize 20.10.2007. Dostupné z:
<http://www.ferrariworld.com/FWorld/fw/index.jsp>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Ramík

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 19.11.2007

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



v. z. R.

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá popisem vývoje, výzkumu, výroby a zkoušení komponentů pro vozy formule 1. Na základě těchto zlepšení dochází k posunu ve vývoji technologií, které podporují větší bezpečnost pro jezdce a neustále zvyšují hranice rychlosti. Tím dochází k větší vyrovnanosti jezdeckého pole a zajímavosti závodů.

Summary

This bachelor's thesis is engaged in description of progress, research, manufacturing and testing components for F1 racing cars. These improvements causes technological progress which support driver's safety and increases speed limits continually. Thanks to this F1 races are more and more balanced and attractive for viewers.

Klíčová slova

Formule 1, podvozek, aerodynamika, pohonná jednotka, pneumatiky, volant, kokpit, řídicí jednotka

Keywords

Formula 1, undercart, aerodynamics, driving period, tires, steering wheel, cockpit, control section

Bibliografická citace

STUDENÍK, J. *Vývoj vozů Formule 1*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 31 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Ramík.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího diplomové práce pana Ing. Pavla Ramíka a s použitím uvedené literatury.

V Brně dne

.....
Juraj Studeník

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Vývoj Formule 1.....	10
2.1	Počátky vývoje v letech 1950 - 1958.....	10
2.1.1	Podvozek.....	10
2.1.2	Pohonná jednotka.....	11
2.1.3	Aerodynamika.....	11
2.1.4	Pneumatiky.....	11
2.2	Doutníkové období 1959 - 1967.....	12
2.2.1	Podvozek.....	12
2.2.2	Pohonná jednotka.....	12
2.2.3	Aerodynamika.....	13
2.2.4	Pneumatiky.....	13
2.3	Počátek přitlačných křídel 1968 - 1976.....	13
2.3.1	Podvozek.....	14
2.3.2	Pohonná jednotka.....	14
2.3.3	Aerodynamika.....	15
2.3.4	Pneumatiky.....	15
2.4	Důležitost aerodynamiky 1977 - 1982.....	16
2.4.1	Podvozek.....	16
2.4.2	Pohonná jednotka.....	17
2.4.3	Aerodynamika.....	17
2.4.4	Pneumatiky.....	17
2.5	Nástup turbomotorů v letech 1983 - 1988.....	17
2.5.1	Podvozek.....	18
2.5.2	Pohonná jednotka.....	19
2.5.3	Aerodynamika.....	19
2.5.4	Pneumatiky.....	19
2.6	Rozvoj elektroniky 1989 - 1993.....	19
2.6.1	Podvozek.....	20
2.6.2	Pohonná jednotka.....	20
2.6.3	Aerodynamika.....	21
2.6.4	Pneumatiky.....	21
2.7	Vstup automobilek na scénu 1994 - 2007.....	22
2.7.1	Podvozek.....	23
2.7.2	Pohonná jednotka.....	23
2.7.3	Aerodynamika.....	24
2.7.4	Pneumatiky.....	24
3	Vývoj kokpitu.....	25
4	Volant	27
5	Řídící jednotka	28
6	Závěr	30
7	Použité zdroje.....	31

1 Úvod

Oblast techniky vozů Formule 1 je oblastí vývoje nejpokrokovějších technologií v automobilovém průmyslu. V průběhu jejího vývoje se objevila řada řešení a nových konstrukčních uspořádání, z nichž některá doznala následně uplatnění rovněž v dalších kategoriích vozidel, ať už závodních či dokonce v sériově produkci.

Mistrovství světa vyhlásila Mezinárodní automobilová federace FIA poprvé v roce 1950 po vzoru motocyklového šampionátu. Předpisy Formule 1 v té době vycházeli ještě z dob předválečných. Vozy používaly přeplňované motory se zdvihovým objemem do 1,5 l. FIA povolila jako alternativu používat ještě motory nepřepňované o objemu do 4,5 l.

Náklady na výstavbu závodních vozů díky tomu stoupali a to vedlo k úbytku počtu startujících na závodech. V letech 1952 a 1953 bylo mistrovství světa vypsáno pro vozy formule 2, poháněné nepřepňovanými dvoulitrovými motory. Tato výjimka platila jenom na tyto roky. Důvodem k zavedení toho kroku bylo to, aby výrobci získali čas na přípravu vozů podle nových předpisů. Nové předpisy dovozovali použití nepřepňovaných motorů se zdvihovým objemem do 2,5 l. Tyto předpisy platily až do roku 1960. V roce 1958 došlo k významné změně předpisů, kdy bylo předepsáno použití obchodního benzínu.

Koncem 50.let začali postupně automobilky opouštět Formuli 1. Na jejich místo začali přicházet malé soukromé firmy. Jejich velká část kupovala pohonné jednotky od automobilek nebo od firem specializujících na výrobu motorů. V letech 1961 až 1965 omezila FIA zdvihový objem motoru jen na 1,5 l.

Ve snaze přivést automobilky na zpět do Formule 1 ohlásila FIA na rok 1966 zvýšení objemu motorů na 3,0 l bez přeplňování a 1,5 l s přeplňováním. V následujících letech se předpisy měnily postupným zařazováním bezpečnostních opatření, které souviseli s vývojem závodních vozů. Počátkem 80.let nastal přechod k motorům přeplňovaným turbodmychadly, tento stav měl za následek výrazný růst nákladů na provoz vozů. Tento stav měl za následek, že se v roce 1987 zvýšil objemu nepřepňovaných motorů na 3,5 l a současně se začalo s omezováním plnicího tlaku. Postupně se snižovala spotřeba turbomotorů a v roce 1989 došlo k úplnému zákazu přeplňování. V roce 1995 byl zdvihový objem motoru opět snížen na 3,0 l. Předpisy týkající se Formule 1 se ovšem měnili a komplikovaly postupem doby tak, že to co na počátku Formule 1 stačilo zapsat na pár řádek, dnes zachycuje 50 stran technických předpisů a 35 stran sportovních řádů.

Během vývoje Formule 1 se měnila i délka závodu. V počátcích byla minimální vzdálenost 300 km a maximální délka závodu 3 hodiny. Až do roku 1965 byla běžná délka velkých cen 500 km. Poté byla zkrácena na 200 mil (320 km) s dobou trvání závodu maximálně 2 hodiny. Původně se do mistrovství světa započítávalo šest velkých cen z celkového počtu závodů, které byly odjety během sezony. V počátcích se do seriálu započítával i závod na 500mil v Indianapolisu, který se jel podle technických předpisů platících při závodech v USA. Počet velkých cen se brzy zvýšil na dvanáct a v posledních letech se ustálil mezi 17 až 19 za rok. (6)

2 Vývoj Formule 1

Formule 1 ze dobou co se jezdí, jako mistrovství světa prochází neustálým vývojem. Největší důraz ve vývoji je věnován podvozku, pohonným jednotkám, aerodynamice a pneumatikám. Řešení, která byla vyvinuta pro závodní automobily se uplatňují i ve výrobě osobních automobilů pro normální provoz. Průběh vývoje jsem rozdělil na sedm období, v kterých se mu postupně věnuji.

2.1 Počátky vývoje v letech 1950 - 1958

Léta 1950 až 1958 byla ve znamení bojů mezi automobilkami (Alfa Romeo, Ferrari, Maserati, Mercedes-Benz, Lancia), které se v té době zabývali výrobou sportovní vozů. Tyto automobilky se také věnovali vytrvalostním závodům. Konstrukce závodního monopostu se v této době podobala konstrukci sportovního vozu a také se vozy v mnoha ohledech podobaly závodním vozům ze 30.let.

Nejlepší jezdci této doby používali nejčastěji styl jízdy s kontrolovaným smykem všech čtyř kol. Velké ceny Formule 1 byly navštěvovány diváky v hojném počtu a to i přesto, že tato podívaná byla z bezpečnostního hlediska nebezpečná. Přesto v médiích ohlas nebyl velký, i když první televizní přenos z velké ceny se uskutečnil už v roce 1953. Z pohledu dnešní doby byly závody celkem nudné s velkými výkonnostními rozdíly mezi závodníky i stroji. (1,2,6)



Obr. 1 Maserati 250/F (1956) - (6)

2.1.1 Podvozek

Základem podvozku v této době byla rámová konstrukce. Motor byl umístěn vpředu před jezdce a poháněl zadní kola. Snahou konstruktérů bylo snížení výšky vozu a polohy těžiště, aby vozidlo lépe sedělo na trati. Toho dosahovali díky sklonění motorů tak, že hnací hřídel procházel kolem jezdce v kokpitu.. Závěsy kol měly jednoduchou konstrukci a pérování bylo zajištěno převážně listovými péry. Postupně na scénu přicházely vinuté pružiny. Nádrž byla ve voze umístěna za jezdce. V některých vozech byli používány i pomocné nádrže, které byly umístěny v bocích. Pro zlepšení trakčních vlastností se rozšiřovala zadní náprava, která většinou byla tuhá. Brzdy se používali bubnové a kotoučové se prosazovaly jen pomalu. (1,2,6)

2.1.2 Pohonná jednotka

Konstrukce motorů byly rozmanité: čtyř-, šesti-, osmi- i dvanáctiválce. Dokonce byl vyvinut i šestnáctiválec. Nejčastěji se používaly řadové motory. Vidlicové motory byly výjimkou – úspěšnější s nimi bylo jen Ferrari. Dále se vystačilo se dvěma ventily na válec, cívkovým zapalováním a karburátory u motorů. Vstřikováním, které bylo původně přímé, se používalo jen výjimečně. Otáčky motorů jen výjimečně překračovaly hranici 8000/min. Do roku 1957 se používaly palivové směsi, které umožňovali dosažení vysokého stupně komprese. Od roku 1958 došlo k zásadní změně předpisů, které předepisovali používání leteckého benzínu. Převodovky se používaly převážně čtyřrychlostní. (1,2,6)

2.1.3 Aerodynamika

V této době se ohledně aerodynamiky kladl důraz hlavně na minimální aerodynamický odpor. Tento stav měl za následek, že na rychlých tratích se zkoušelo zakrytí kol, aby se snížil odpor (Mercedes-Benz, Connaught, Cooper). Některé vozy zkoušely i zakrytí kokpitu (Maserati, Cooper). Ke konci období se začal prosazovat proudnicový tvar monopostu, který kladl minimální odpor vzduchu (Vanwall, Lotus). (1,2,6)

2.1.4 Pneumatiky

Používané pneumatiky byly prakticky shodné s vysokorychlostními diagonálními pneumatikami pro sportovní vozy. Na velmi rychlých tratích docházelo k rychlejšímu opotřebení pneumatik a ty nevydržely celou délku závodu. Aby pneumatiky vydržely celý závod a neopotřebovaly se rychle, museli jezdci tomuto problému přizpůsobovat jízdní styl a nevyužívat potenciál výkonu vozů na plno. Výrobci pneumatik bylo několik. Největší úspěchy dosahovalo Pirelli. Těsnější spolupráce byla jen mezi Mercedesem-Benz s Continentalem a Ferrarim s Englebertem. (1,2,6)

2.2 Doutníkové období 1959 - 1967

V letech 1959 až 1967 se ze scény úplně vytratili automobilky. Jedinou automobilkou, která zůstala na scéně bylo Ferrari. Na scénu se tak dostávají specializované firmy, které se zabývají stavbou závodních vozů a motory používají od jiných výrobců, především Coventry-Climaxu.

Jezdci, kteří se účastnili závodů Formule 1, byli známí jen pro malý okruh lidí, kteří se zajímali o motoristický sport a měli v něm přehled. Aby se jezdci užívali, museli startovat ve více závodních sériích a ne se specializovat jenom na danou disciplínu. Zájem o tyto jezdce nastával jenom v případě, kdy se stala tragická havárie. Pro zvýšení bezpečnosti se začali na autech objevovat ochranné oblouky, které měli zabránit tragédiím v případě převrácení auta při havárii. Dále museli mít vozy vypínač elektrického obvodu pro zamezení požáru. Průběh velké ceny už začínal být dramatický. Zásahu na tom měla především malá spolehlivost součástek, díky které se měnilo pořadí během závodů jak u vozů nastávali komplikace. (1,2,6)



Obr. 2 Lotus-Ford 49 (1967) – (6)

2.2.1 Podvozek

S postupem doby se začíná upouštět od trubkového rámu. Průkopníkem ve výrobě skořepinové konstrukce (monocoque) byl Lotus. Tato konstrukce byla vyrobena z hliníku. Ferrari ji kombinovalo ještě s pomocným rámem. Motor byl umístěn za jezdce, čímž se dosáhlo snížení celkové hmotnosti vozu. V roce 1961 byl zaveden hmotnostní limit monopostu, protože před zavedením omezení se stavěly odlehčené vozy s hmotností menší i než 400 kg. Nádrže na palivo se přesunuly do boků monopostů, které obklopovali jezdce sedícího uvnitř. Standardním vybavením monopostů se stalo nezávislé zavěšení všech kol s dvojími lichoběžníky, vinuté pružiny pro odpružení a dvouokruhové kotoučové brzdy. Od roku 1962 se začala rozšiřovat kola odlitá z lehkých slitin, nahrazující dosavadní drátěná. (1,2,6)

2.2.2 Pohonná jednotka

Nejčastěji se používali vidlicové osmi- nebo dvanáctiválce. Tyto motory měly nejčastěji čtyři ventily na válec a nepřímé vstřikování benzinu. Rychle se rozšířilo také tranzistorové zapalování motorů. Jako pohonná hmota se používal běžný obchodní benzin, který se používá dodnes. Otáčky motorů dosahovaly více 10000/min. Používané převodovky byly nejčastěji pětirychlostní, jen výjimečně se používali šestirychlostní. Převodovky byly umístěné podélně za zadní nápravou. (1,2,6)

2.2.3 Aerodynamika

Snahou konstruktérů bylo zmenšit aerodynamický odpor monopostu. Tento problém se snažili vyřešit tím, že čelní plochu se snažili udělat co nejmenší. Další věcí bylo zaoblení hran, aby odpor při jízdě byl co nejmenší. Těmito opatřeními dostaly vozidla tvar podobný doutníku a toto označení se vneslo i do paměti lidí. Po zvětšení objemu motorů na 3,0 l se motory nezadělávaly krytama. Hlavním důvodem bylo, aby se motory lépe chladily při jízdě a byla snadnější jejich údržba a oprava. Toto opatření se používalo i před zvětšením objemu, ale hlavně se rozšířilo se zvětšením objemu. (1,2,6)

2.2.4 Pneumatiky

Díky příchodu nylonového kordu, se začali objevovat pneumatiky speciálně vyvíjené jen pro závody. Jejich směs měla zásluhu na větší přilnavosti v zatáčkách, a dala tím vyniknout jízdním vlastnostem monopostů nad výkonem motorů. Ze začátku vydržely pneumatiky i několik závodů. Postupem doby se jejich šířka zvětšovala. V roce 1966 vstoupily na scénu pneumatiky do deště a tím se stalo závodění za deště bezpečnější. Díky vývoji nových materiálů používaných při výrobě se zlepšila jejich výdrž, tepelná odolnost a snížila se jejich hmotnost. Od roku 1965 se vývoj pneumatik zrychlil díky tomu, že v šampionátu bylo více výrobců a ti bojovali mezi sebou. Do roku 1964 byl jediným výrobcem závodních pneumatik Dunlop, v roce 1965 se připojil Goodyear a o rok později Firestone. (1,2,6)

2.3 Počátek přitlačných křidel 1968 - 1976

V letech 1968 až 1976 došlo k zásadní změně ve vzhledu monopostů. Hlavní příčina byla v použití více aerodynamických prvků. Dalším důležitým prvkem bylo povolení reklam na závodních monopostech. Velkých cen už se účastnily specializované firmy, které většinou používali motory Ford Cosworth. Z automobilek se seriálu účastnilo pouze Ferrari. Všechny velké ceny byly vysílány v přímém přenosu v televizi

Významným krokem této doby bylo zvyšování bezpečnosti, jak jezdců, tak diváků kolem trati. Na tratích se začala montovat ochranná svodidla, jezdci používají bezpečnostní pásy, nehořlavé kombinézy i spodní prádlo. Další bezpečnostní opatření přicházejí postupem doby. Jsou to přilby kryjící i obličej, samočinné hasicí přístroje a nádrže na palivo dostávají pěnovou výplň. V roce 1973 se začínají vozidla vybavovat deformačními zónami.

Díky rozšíření aerodynamických jsou tvary monopostů velice různorodé. Takové pestré pole vozů nebylo nikdy předtím ani potom. Piloti F1 se dostávali více do podvědomí lidí, kteří se nezajímali přímo o motoristický sport. Díky tomu stoupalo i jejich finanční ohodnocení a dostávalo se na hranici sportovců z jiných sportů. (1,2,6)



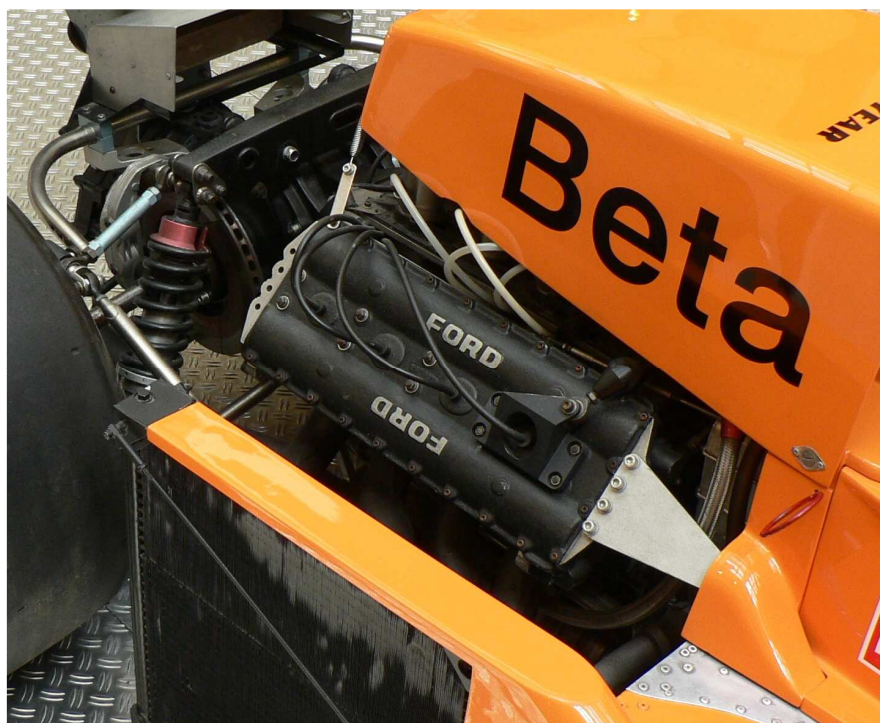
Obr. 3 March 751 (1975)

2.3.1 Podvozek

Konstrukce podvozku byla skořepinová z hliníku. Motor sloužil jako nosná část pro převodové ústrojí a zadní nápravu. Karoserie se většinou vyráběly ze skelného laminátu. Kromě jednoduchých lichoběžníkových závěsů se objevovaly i experimenty se systémy vyrovnávacími vliv zatížení vozu (McLaren, Brabham). Kotoučové brzdy se začaly používat vícepístkové a s vnitřním chlazením. Rozvor náprav se pohyboval v rozmezí 2400 až 2600 mm. (1,2,6)

2.3.2 Pohonná jednotka

Nejčastější pohonná jednotka té to doby byl osmiválec Ford Cosworth DFV (obr. 4). Proti Fordům bylo ve startovním poli jen pár vidlicových dvanáctiválců a Ferrari, které mělo plochý dvanáctiválec. Na každý válec byli používány čtyři ventily. Dále se používalo nepřímé vstřikování paliva a tranzistorové zapalování. Dvanáctiválcové motory se dostaly až nad 12000/min. Motor Ford používal převodovku značky Hewland. Převodovky bývaly pětirychlostní a byly umístěné podélně za zadní nápravou. Ferrari používalo převodovku uloženou napříč. (1,2,6)



Obr. 4 Motor Ford Cosworth V8

2.3.3 Aerodynamika

Díky zvyšujícímu výkonu motorů se museli konstruktéři při vývoji začít zabývat aerodynamikou monopostů. Postupně se začala používat přitlačná křídla. Napřed se dal nastavovat jejich sklon, ale od poloviny roku 1969 to bylo omezeno předpisama. Křídla byla pevná a nemohla být pohyblivá. Dalším krokem ve vývoji bylo omezení výšky křidel. Tento krok vedl k tomu, že se křídla posunovala dozadu za vozidlo, ale i toto bylo poté předpisama zakázáno. Díky přesunování chladičů do boků, se tvar monopostů měnil na klínový. Jedním z prvních vozů takhle provedených byl Lotus 72. Díky zvyšování plnicího tlaku se nad motory objevily vysoké sací komory, tzv. ram-boxy. V roce 1976 byla velikost sacích komor omezena. (1,2,6)

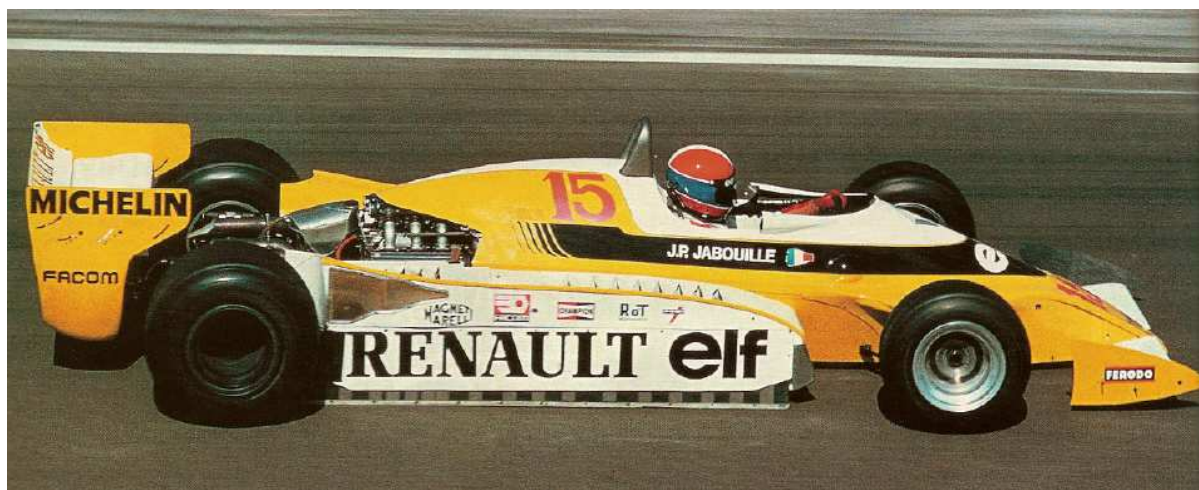
2.3.4 Pneumatiky

V této době dosahovaly pneumatiky velkých šířek. Pneumatiky dodávali tři výrobci - Goodyear, Firestone (do roku 1974) a Dunlop (do roku 1970). Týmy měly na výběr vždy několik druhů směsí od výrobce, který jim pneumatiky dodával. Díky stále měkčím směším byla přilnavost pneumatik stále vyšší. Tento faktor měl za následek, že výběr pneumatik hrál jednu z rozhodujících rolí při kvalifikaci do závodu. Velkou změnou se staly pneumatiky bez vzorku tzv slicks, které se na scéně objevily v roce 1971. Výrobci začali dodávat tak měkké pneumatiky, které šli použít jen na kvalifikaci. Důvodem bylo jejich rychlé opotřebení. První stájí, která začala pomáhat s vývojem pneumatiky byl Tyrrell. Napřed před sezónou testoval pro Dunlop, později pro Goodyear. (1,2,6)

2.4 Důležitost aerodynamiky v letech 1977 - 1982

Postupem doby se do F1 opět se začaly vracet automobilky (Alfa Romeo, Renault, Talbot). Na scénu vedení Formule 1 se dostává Bernie Ecclestone a zůstal v ní až dodnes. V letech 1977 až 1982 získal kontrolu díky asociaci konstruktérů FOCA. Také se mu podařilo získat vysílací práva na všechny televizní přenosy z F1. Díky tomu mohl začít prodávat televizním společnostem celý šampionát naráz. Dění na závodech mělo jasně daný řád a vše bylo vedeno ke komercializaci. Ecclestone si vybojoval moc jak nad automobilkami tak nad Mezinárodní automobilovou federací FIA.

Díky vývoji aerodynamiky se přísavný efekt zvyšoval. Hlavní podíl na tom měla aerodynamika vnitřní a tím docházelo k velkému přísavnému efektu. Bohaté startovní pole a velké množství technických inovací mělo za následek dramatické průběhy závodů. Nikdy se pořádně dopředu nedalo odhadnout, jak závody dopadnou. Dalším velkým pokrokem bylo zavedení elektronického měřicího systému. Tento zlom nastal v roce 1982. (1,2,6)



Obr. 5 Renault RS10 (1979) – (6)

2.4.1 Podvozek

Dalším pokrokem ve vývoji bylo používání hliníkových voštinových struktur. Tento materiál zvyšoval tuhost skořepinové konstrukce. Postupem doby se začaly zkoušet i kompozitní materiály (McLaren, Lotus). Díky velkému vlivu aerodynamiky na monoposty se používalo tvrdé pérování skoro bez tlumení. Nádrže na palivo se umístili za jezdce a díky tomu došlo k posunutí sedadla jezdce dopředu. Posunutí to bylo tak významné, že nohy jezdce se dostaly na úroveň přední nápravy. V některých případech dokonce přední. Díky tomu docházelo v případě havárie k častému zlomení nohou. Roku 1978 přišel Tyrrell jako první s využitím počítače při nastavení podvozku. Aby se dosáhlo co největší plochy podlahy, tak se začal prodlužovat rozvor náprav. V roce 1977 poprvé překročil hranici 2700 mm a v roce 1979 u některých vozů i 2800 mm. (1,2,6)

2.4.2 Pohonná jednotka

Největší změnu, která nastala, způsobil Renault. Ten v roce 1977 přišel s použitím turbodmychadla při přeplňování. Výkon motoru s turbom byl podstatně vyšší než výkon motoru bez turba. Velkému rozšíření v této době zamezila jejich malá spolehlivost. Tento faktor udržel dál na scéně motory Ford Cosworth a neporušil jejich dominanci. Díky využívání proudění vzduchu pod vozem a v zadní části musely být upravovány motory a jejich sevření válců bylo ostřejší. Převodovky, které byly uloženy podélně, také musely vyhovovat požadavkům při proudění pod vozidlem. Tento faktor měl za následek, že si týmy začaly skříň převodovky dělat samy. (1,2,6)

2.4.3 Aerodynamika

Aerodynamika byla nejdůležitější věcí při stavbě monopostu. Velkým zlom nastal díky využívání proudění vzduchu pod vozem pro zvýšení přítlaku. První stáj, která tento model zavedl byl Lotus a to s modely 78 a 79. Boky vozů s vnitřní aerodynamikou (tzv. wing cars) se utěšňovaly pohyblivými lištami a podlaha vozu vytvářela tzv. Venturiho dýzu. Zákaz používání pohyblivých lišt byl konstruktéry porušován. V tomto období se pomalu při vývoji začíná využívat aerodynamických tunelů. Používali se zmenšené modely aut a testováno bylo proudění kolem bočnic. Proudění kolem celého auta se netestovalo (1,2,6)

2.4.4 Pneumatiky

Monopol na dodávku pneumatik měl firma Goodyear. Proti tomuto stavu se postavila firma Michelin. Ta vstoupila do hry v roce 1977 s prvními radiálními pneumatikami. Díky velké spotřebě turbomotorů, hrála důležitou roli i strategie zastávek v boxech. Díky tomu se začali používat měkčí směsi s vyšší přilnavostí i při závodech. Volba dodavatel pneumatik byla pro stáj důležitá. Od roku 1981 byli malé stáje odkázané na používání pneumatik Avon a Pirelli. Tyto pneumatiky nedosahovali kvalit Goodyearu a Michelinu. Tyto firmy si vybíraly komu budou dodávat své pneumatiky. (1,2,6)

2.5 Nástup turbomotorů v letech 1983 - 1988

V letech 1983 až 1988 se na scéně ukázali další automobilky, které začali dodávat turbomotory. Byli to BMW a Honda. Veškeré dění ve Formuli 1 se začalo řídit tzv. Dohodami o svornosti (Concorde).

O komerční stránku F1 se staral Bernie Ecclestone a jeho firmy. Jeho způsob vedení Formule 1 se stal vzorem i pro jiná sportovní odvětví. Televizní sledovanost Formule 1 se zařadila hned za mistrovství světa v kopané a olympijské hry. S rozšířením televizní sledovanosti se piloti F1 dostali na úroveň nejlépe placených sportovců. První přímý přenos kamery umístěné přímo na voze proběhl v roce 1985.

S rozvojem techniky se začaly týmy s jezdci komunikovat pomocí vysílaček. Tím to způsobem mohli lépe měnit zvolenou strategii na závod s ohledem na průběh závodu. Od roku 1984 bylo zakázáno doplňování paliva během závodu. Měnily se pouze pneumatiky. V roce 1987 přišla Honda s využíváním telemetrie. (1,2,6)



Obr. 6 McLaren-Honda MP4/4 (1988) – (6)



Obr. 7 Lotus 99 T (1987)

2.5.1 Podvozek

Po vzoru McLarenu MP4/1 se nosná skořepina začala vyrábět výhradně z kompozitu. Tento kompozit byl na bázi uhlíkových vláken. Brzdové kotouče se už jen málo kdy používali s ocelolitiny. Nejčastěji se vyráběli z uhlíku. Sedadlo jezdce se posunulo dozadu, aby se nohy závodníka vrátily za přední kola a nedocházelo ke zranění. Palivové nádrže se umísťují co nejblíže k těžišti vozidla, aby úbytek paliva co nejméně ovlivňoval jízdní vlastnosti vozu. V roce 1984 přišel zákaz tankování. Díky tomu byl objem nádrží zvětšen až na 220 l. postupem času byl objem nádrže zmenšován. Rozvor náprav se byl 2700 až 2800 mm. (1,2,6)

2.5.2 Pohonná jednotka

„Velkou změnu přineslo použití elektronických řídicích jednotek, optimalizujících činnost vstřikování a zapalování. Díky tomu se podařilo vyřešit problémy turbomotoru se samozápaly a zkrátit dosud velmi dlouhou prodlevu při reakci na pohyb pedálu plynu. Pro kvalifikaci se používaly motory s výkonem zvýšeným do historicky rekordních hodnot (uvádělo se až 1500k, tedy 1100kW), s životností jen několika minut.“ (6)

Pro snadnější předjíždění bylo zavedeno krátké zvýšení plnicího tlaku. Růst výkonů motorů byl omezen díky pokusu o zavedení předepsané spotřeby. Další čím se omezil výkon bylo omezení plnicího tlaku. Převodovky si většina týmů vyráběla sama. Používali se nejčastěji pěti- či šestirychlostní, které byly podélně uložené.

2.5.3 Aerodynamika

Velkou změnou byl zákaz vnitřní aerodynamiky. Dalším omezením bylo že podlaha vozu musela být plochá. Tento problém se konstruktéři snažili vyřešit zvýšením počtu přítláčných ploch. Tento systém byl postupně nahrazován monoposty, které měly vyvinuté karoserie v aerodynamickém tunelu. Díky tomu byly plochy jednodušší, ale s větší efektivitou přítlaku. Další důležitou součástí konstrukce byl difuzor a tvar bočnic. (1,2,6)

2.5.4 Pneumatiky

Na scéně se dále pohybovali tři výrobci pneumatik (Goodyear, Michelin a Pirelli). Takhle tomu bylo až do roku 1985, kdy své účinkování ve Formuli 1 ukončil Michelin. Goodyear a Pirelli pokračovali dál v účasti. Pro kvalifikace byli vyvinuty speciální extrémě měkké sěsy, které měli životnost dvě až tři kola. (1,2,6)

2.6 Rozvoj elektroniky 1989 - 1993

S příchodem zákazu turbomotorů v letech 1989 až 1993 se rozšířilo startovní pole. Bylo to způsobeno vstupem malých týmů na scénu a vstupem dalších automobilek dodávajících motory. Startovní pole bylo tak početné, že se museli pořádat předkvalifikace. Jejich nutnost byla z toho důvodu, že okruhy měly určitou propustnost vozů na trať a ta by byla překročena v kvalifikaci, kdyby do ní byli všichni připuštěni. Do popředí se dostávaly elektronické řídicí systémy. Během každé zastávky v boxech si technici stahovali data z vozu do přenosného počítače a hned se vyhodnocovali tyto údaje. Díky těmto věcem se začíná rozšiřovat telemetrie (přenos dat z jedoucího vozu). Vývoj monopostů se už plně přenesl na počítače. Rýsovací prkna se stala historií. Výkonnostní rozdíly mezi jednotlivými týmy se zvětšovali. (1,2,6)



Obr. 8 Williams-Renault FW14B (1992) – (6)

2.6.1 Podvozek

Nosná skořepina se vyráběla z uhlíkových kompozitů. Dále se ze skořepiny vyráběli brzdy a další komponenty. Přestože v počátcích byli potíže se systémem aktivního pérování, který kombinoval elektronický řídicí systém s kapalinovým tlumením, tak se tento systém prosadil. Další věc, která rozhodovala o úspěchu byl elektronický systém brždění ABS či protiprokluzový systém. Při stavbě monopostu se při trvajícím zákazu tankování muselo počítat s použitím velkoobjemové nádrže (běžně 200 až 220 l). Dále byl předepsaný minimální prostor pro kokpit a nohy jezdce. Od roku 1990 se povinně podrobuje crash testům nosná konstrukce. Nastalo opět prodlužování monopostu - rozvor náprav překročil hranici 2900 mm. (1,2,6)

2.6.2 Pohonná jednotka

V této době se začali prosazovat desetiválce, s kterými přišli Honda a Renault. Nevýhodou osmiválců byl nedostatečný výkon a dvanáctiválců příliš vysoká spotřeba. Hmotnost motoru klesala až na 100 kg. Otáčky motorů se dostali přes 15000/min. Hlavní podíl na tom měl Renault, který zavedl pneumatické ovládání ventilů. Další faktorem, který na to měl vliv bylo počítačové řízení všech důležitých funkcí. Ferrari a Yamaha přišli s pěti ventily na válec. Převodovka byla nejčastěji uložena napříč a byla šesti rychlostní. Další vymožeností, která se dostává na světlo je polosamočinné řazení rychlostí páčkami pod volantem (jako první u sedmirychlostní převodovky Ferrari v roce 1989). (1,2,6)

2.6.3 Aerodynamika

V tomto období se vzhled Formule 1 dovedl skoro k dokonalosti. Rozdíly byli pouze v detailech. V roce 1990 přišel Tyrrell se zcela novým tvarem přídě - zvýšeným nosem připomínajícím letadlo Concorde. Tento jeho počín však brzy okopírovali i další týmy. Zavedené aktivní pérování zvyšovalo význam aerodynamiky. Difuzoru pod zádí vozu a tvaru přídě měli velký vliv na aerodynamiku. Díky tomu že motory zvládaly vyšší pracovní teploty se mohli chladiče zmenšit. (1,2,6)



Obr. 9 Zadní křídlo Jordan 191 (1991)

2.6.4 Pneumatiky

Vliv pneumatik na výsledek závodu byl stále velký. Různé tvrdosti směsi pneumatik se měnili i během závodu a měli vliv na závodní strategii s ohledem na opotřebení. Firma Pirelli ukončila svoje účinkování ve Formuli 1 v roce 1991. Po této skutečnosti zůstal Goodyear jako jediný dodavatel pneumatik. Dále však dodával několik různých směsí na výběr. (1,2,6)

2.7 Vstup automobilek na scénu 1994 – 2007

Ve Formuli 1 se prosazuje stále více automobilek. V počátcích fungují jako dodavatelé motorů, ale s postupem času dochází k odkoupení týmů, kam dodávají své motory. Druhou volbou, kterou mají je vytvoření úplně nového týmu od základů. Tato varianta je však velice finančně nákladná. Týmy, které nemají přímou podporu od automobilek, mají problém se proti těmto továrním týmům prosadit. Od roku 1994 bylo zavedeno doplňování paliva jako povinné. Toto pravidlo velice ovlivnilo konstrukci vozů díky zmenšování nádrží. Stále více se používá telemetrie – elektronický přenos dat o chování vozu při jízdě. V roce 1994 se zavedl zákaz aktivní elektronické pomoci jezdců. I přes toto omezení má stále velký vliv na úspěch při závodě elektronika a její programování.

Díky změnám v technických předpisech každý rok stoupají náklady na testování. Vyrůstající náklady mají vliv na rozdíl mezi účastníky. Díky velkým nákladům se jejich počet snížil na 10 stájí a poté zvýšil na 11 stájí. V průběhu roku 2008 klesl počet opět na 10 stájí.

Týmy si před sebou a veřejností chrání veškeré informace týkající se jejich vozů. Televizní přenosy z velkých cen se staly jedny z nejsledovanějších pořadů. Základní velkých cen se stalo pro běžné diváky uzavřené. Do toho prostoru se dostane jenom pár vyvolených. Informace ze základní nám přináší televize, která se tam dostane. (1,2,6)



Obr. 10 Williams FW 19 (1997)



Obr. 11 Jaguar R3 (2002)

2.7.1 Podvozek

Většina součástí na monopostu se vyrábí z uhlíkových kompozitu. Kvůli snížení hmotnosti se komponenty miniaturizují a popřípadě slučují dohromady. Na scénu vstupují nové elektronické systémy (protiprokluzový systém, startovací automatika – oboje je v dnešní době už zakázáno) a obousměrná telemetrie, která umožňuje ovládání nastavení vozu nadálku z boxu. Všechny funkce, které si jezdec může sám upravit se ovládají pomocí volantu. Dalším důležitým prvkem je správné rozložení hmotnosti. Od roku 1994 se zvýšili boční okraje kokpitu, aby byl jezdec více chráněn při nehodě. V roce 1998 přišla výrazná změna vzhledu i chování vozů radikálním zmenšením rozchodu kol, následovaná prodloužením rozvoru náprav přes hranici 3000 mm. (1,2,6)

2.7.2 Pohonná jednotka

Používané desetiválcové motory se dostaly s otáčkami přes 19000/min. Jejich hmotnost klesla pod 100 kg. Výkon motorů se pohybuje přes 660kW (900k). Přestože je životnost motoru od roku 2003 prodloužená, tak na výkonech motorů to nerů znát. Hmotnost motoru je nadále snižována. I těžiště se snaží konstruktéři dostat co nejnižší. Vliv na tento problém má i úhel rozevření řad válců. Elektronika má velký vliv na zjednodušení procesu řazení šesti- nebo sedmirychlostních převodovek. Skříně k převodovkám jsou nejčastěji z titanu nebo uhlíkové. (1,2,6)

2.7.3 Aerodynamika

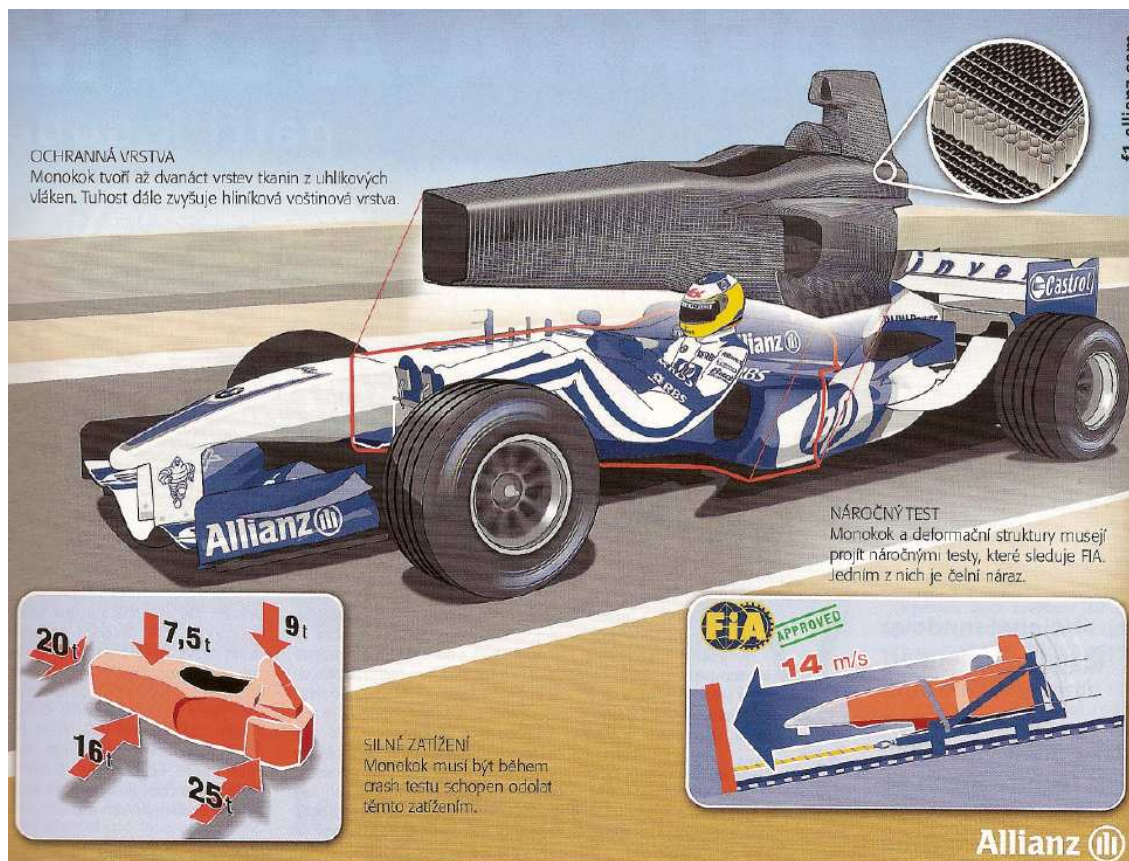
I přes omezení předpisů ohledně aerodynamiky, se díky vývoji v aerodynamických tunelech daří přítlak zvyšovat. Vývoj probíhá na každém malinkatém detailu, který může výsledný přítlak ovlivnit. Při vývoji se využívá počítačového modelování proudění CDF, který ušetří spoustu času při vývoji. Konečné testování se uskutečňuje v aerodynamických tunelech. Týmy, které nemají svůj vlastní tunel, mají sníženou šanci na úspěch. Jsou však i týmy, které mají už i dva aerodynamické tunely. (1,2,6)

2.7.4 Pneumatiky

V roce 1997 se z pět dohry vrátila značka Bridgestone. Díky tomu opět vznikl boj mezi výrobcí pneumatik. Firma Goodyear bohužel v roce 1998 skončila, takže byl opět jenom jeden dodavatel. Ale roku 2001 se vrátil Michelin a opět se mohl rozeběhnout konkurenční boj. V dnešní době už je opět jenom jeden dodavatel pneumatik a to firma Bridgestone. Vliv pneumatik na výsledek je velký..Nic na tom nezměnilo ani omezení počtu používaných směsí pro závod na jedinou a zavedení povinného drážkování (1998). Do astronomické výše proto vzrostly náklady na testování. (1,2,6)

3 Vývoj kokpitu

Kokpit během vývoje Formule 1 prošel velkým vývojem. V dnešní době je na jeho vlastnosti kladen velký důraz. Kokpit musí vydržet velké zatížení, aby byl jezdec v případě havárie ochráněn a zranění byla minimální. Monokok má současně i základní nosnou strukturu vozu.



Obr. 12 Kokpit – (7)

První používaný rám ve Formuli 1 byl vyroben z trubek. Změna ve vývoj nastala v roce 1962. Legendární konstruktér Colin Chapman nahradil u svého Lotusu 25 trubkovitý rám snýtovanou hliníkovou skořepinou. Tento jeho návrh byl prvním monokokem. Díky používání samonosné skořepiny ve Formuli 1 se vyskytla řada výhod této konstrukce. Hlavní výhodou byla vyšší tuhost oproti trubkovému rámu. Díky lepší tuhosti se daly zatáčky projíždět vyšší rychlostí a jezdcům byla poskytnuta větší bezpečnost v monokoku v případě havárie. Monokok s větší tuhostí byl vytvořen díky voštinové struktuře. Tato struktura byla doplněna k hliníkovým plechům. Jendo z prvních použití bylo při vývoji McLarenu M23 v roce 1973. konstruktérem , který ju použil byl Gordon Coppuck. V roce 1978 při stavbě Brabhamu BT46 byl poprvé použit kompozitní materiál na bázi hliníku. Tento kompozitní materiál měl vlit na tuhost monokoku, která se zvýšila. Aplikaci kompozitu při vývoji použil Gordonn Murray

V roce 1981 konstruktér John Barnard při stavbě McLarenu MP4, vyrobil nosnou skořepinu z kompozitního materiálu, kombinujícího uhlíková a kevlarová vlákna. V tehdejší době byl problém, které společnost skořepinu vyrobí. Nakonec našel americkou leteckou

společnost Hercules Aerospace. Tato společnost podle jeho návrhu monokok zkonstruovala (poprvé bylo použito počítačového designu) a i vyrobila. Velká tuhost skořepiny v krutu, která byla dvakrát větší než tuhost u hliníkové konstrukce, podstatně zlepšila jízdní vlastnosti vozu na trati. Nehody Andrey de Cesarise a velká havárie Johna Watsona v Monze potvrdily, že pevnost skořepiny je velká. Právě v těch to haváriích poskytla jezdců velkou ochranu ohledně jejich bezpečnosti. Během krátké doby se uhlíkové monokoky rozšířily do všech týmů. Další díly, které byli vyráběny z toho materiálu se postupem času rozšířili do všech týmů

„Monokok se vyrábí z kompozitního materiálu využívajícího uhlíkových vláken, který je dvakrát pevnější a současně pětkrát lehčí než ocel. Monokok se skládá až ze dvanácti vrstev tkaniny upředené z uhlíkových vláken pětkrát tenčích než lidský vlas. Přesný tvar kusu tkaniny se na základě počítačového návrhu (CAD) přesně vystříhuje z role na speciálním stroji Lectra, používaném i v leteckém průmyslu. Tkanina se pak klade na kopyto, s jehož pomocí se vytváří přesný tvar skořepiny. Jednotlivé vrstvy tkaniny se na sebe kladou tak, aby orientace vláken zaručovala potřebnou tuhost ve všech směrech. Základ monokoku obvykle tvoří osm hlavních nosných panelů. Mezi vrstvy uhlíkových vláken se na nejvíce namáhaných plochách vkládají hliníkové voštiny, které ještě více zvyšují tuhost skořepiny. Monokok se pak vloží do vaku, ze kterého se odsaje vzduch, aby k sobě všechny vrstvy tkaniny dokonale přilehly. Potom se vše pod tlakem kolem 0,7MPa (7atmosfér) zahřívá v obrovské peci (autoklávu), aby se vlákna spojila s vrstvou pryskyřice a dohromady vytvořila celistvou strukturu. Po dvou a půl hodině je vše zcela vytvrzené. Proces "pečení" se po očištění povrchu z bezpečnostních důvodů ještě dvakrát opakuje. Po pečlivé kontrole se do hotového monokoku vlepí prostor pedálu, přístrojová deska a základ sedadla. Za sedadlem jezdce je ve skořepině vytvořen prostor pro nádrž, tvořenou dvouvrstevným pryžovým vakem, vyztuženým kevlar. Tento vak je přilepen ke stenám a vyplněn porézní hmotou zabraňující přelévání benzínu.“ (7)

Technické předpisy FIA určují monokok jako pevnou schránku. V této schránce má být jezdec chráněn proti všem vlivům, které na něho během havárie působí a má zabezpečit jeho přežití. Automobil však musím mít i určitý stupeň pružnosti. Ten je zajištěn díky deformačním zónám. Tyto zóny se vyskytují na přídi, na zádi a na bočnicích. Jejich úkolem je v případě havárie kumulovat energii nárazu do sebe a tím zmírnit důsledek nárazu na jezdce.

Deformační zóny se kontrolují crash testy. Tyto crash testy jsou dynamické a statické. Od roku 1985 jsou v předpisech FIA předepsány hodnoty, které musí monopost při crash testu vydržet. Tyto hodnoty se s postupem doby neustále zvětšují (zpřísňují). Před tímto opatřením byla bezpečnost vozů v kompetenci týmů. Ne všechny týmy se však bezpečnosti věnovali. V důsledku havárek, při kterých docházelo ke zranění jezdců byly tyto předpisy zavedeny. I v dnešní době se stane, že některé monoposty crash testy neprojdou. Tato skutečnost ukazuje, jak jsou tyto testy důležité kvůli bezpečnosti jezdců.

„Testy probíhají pod dohledem FIA ve středisku Cranfield Impact Centre v anglickém hrabství Bedfordshire. Při simulování čelního nárazu se k monokoku připevní příď, nádrž paliva se naplní vodou a na sedadlo se připoutá figurína o hmotnosti 75 kg. Tato testovací konstrukce má hmotnost 780 kg a pohybuje se s ní proti pevné překážce rychlostí 14m/s (tj. 50,4km/h). Testují se také zadní a boční deformační zóny a ochranný oblouk chránící při převrácení.“ (7)

Crash testy monopostů, které se provádí zezadu jsou povinné od roku 1997. Díky tomu opatření, jsou monoposty ještě více pevnější

5 Řídící jednotka

„Zavedení digitálního systému, současně řídicího proces přívodu paliva a jeho zapálení, znamenalo nejpřevratnější změnu ve vývoji motorů s vnitřním spalováním. Řídící jednotka v reálném čase převádí signály a přijaté impulsy, optimalizuje nejrůznější činnosti vozu a měří tisíce nejrůznějších údajů. Získaná data ukládá prostřednictvím 40 kanálů do paměti, odkud se přenášejí dále telemetrií nebo se používají ke kalkulacím, pomocí kterých se v intervalu nanosekund vydávají příkazy různým systémům ve voze.

Vše začalo jednoduchým požadavkem dodat do motoru přesné množství paliva a zapálit jej v tom správném okamžiku. Dlouhá desetiletí byly závodní motory odkázány na použití stejné techniky jako sériové automobily, tedy přípravu palivové směsi v karburátoru a její zapálení pomocí Ketteringova systému Delco, sestávajícího z cívky a rozdělovače. Až v průběhu 50.let postupně, a až překvapivě hlemýždím tempem, nahradilo karburátory mechanické vstřikování paliva. Naopak velmi rychle se počátkem 60.let prosadilo spolehlivější tranzistorové zapalování. Pro přípravu směsi vysokootáčkových závodních motorů bylo potřeba používat vysoký tlak v palivovém systému. Proto se vstřikovací čerpadla závodních motorů dlouho podobala více čerpadlům zážehových motorů než těm používaným u sériových automobilů.

Koncem 70.let s příchodem motorů s přepřlňováním turbodmychadlem toto uspořádání přestalo vyhovovat, protože turbomotory se potýkaly s problémem samozápalů. Jedním z možných řešení bylo přidávání antidetonačních přísad, pohybující se často za hranicí pravidel. Tím druhým bylo lépe dávkovat množství paliva a přesně časovat jeho přivádění do pracovního prostoru. V té době už sériové BMW řady 7 používalo řídicí systém Bosch Motronic první generace, který v závislosti na otáčkách motoru zajišťoval optimální množství vstřikovaného paliva současně s přesným načasováním zapálení směsi. Jenže aplikace tohoto systému na závodní motory s vysokotlakým palivovým systémem nebyla snadná.

První řízení procesu vstřikování nabídl procesor, který prostřednictvím malého servomotoru řídil natočení vačkového mechanismu ovládajícího vstřikování. V letech 1981 a 1982 jej zkoušeli u Renaultu a BMW, ale reakční doba analogového systému byla dlouhá (80ms) a zařízení bylo poměrně těžké (7kg). BMW tehdy kromě systému Bosch Motronic jako první začalo používat záznam dat (telemetrii), získaný od letecké firmy MBB. Ten usnadňoval nastavení motoru, jenže podmínkou byla bezchybná činnost celého zařízení, což se ovšem dařilo jen zřídka.

Tehdy začal mladý technik Udo Zucker pracovat u Bosche na novém systému pro závodní motory, nazvaném P-Motronic (P jako Pressure, tedy tlak). Jeho dvoubitový mikroprocesor poprvé kromě otáček motoru vyhodnocoval také podtlak vzduchu v palivovém systému. Poprvé byl použit u prototypu Porsche 956 skupiny C. U nich nebyl omezen objem motoru, ale k dispozici měly jen limitované množství paliva pro závod. Tovární Porsche díky systému Bosch P-Motronic MP1.2 porážely shodné vozy soukromých týmu, protože měly při stejné výkonnosti nejmeně o 10% menší spotřebu paliva.

Bosch brzy začal používat tzv. třírozměrné mapování činnosti motoru, tedy kromě otáček motoru a podtlaku vzduchu v sání se jako třetí parametr měřil i tlak turbodmychadla. To, společně s nově zavedenými obtokovými ventily, zlepšilo ovladatelnost turbomotoru. Použití řídicí elektroniky Bosch P-Motronic pomohlo po zákazu tankování (tj. od roku 1984) získat převahu motoru TAG/Porsche, který poháněl vozy McLaren. Alain Prost a Niki Lauda tak měli v letech 1984 až 1987 k dispozici hospodárnější motor než konkurence a navíc lépe ovladatelný, což jim usnadňovalo průjezdy zatáčkami. Výsledkem byly tři jezdecké a dva konstruktérské tituly.

V průběhu dalších čtyř let se řídicí elektronika motoru změnila k nepoznání. Typická řídicí jednotka turbomotoru z let 1985-86 už měla osmibitový mikroprocesor. Po zákazu přeplňování vyvinula firma Magneti Marelli pro první motor Renault V10 systém označovaný jako Step 0, který pro závody v sezóně 1989 vystřídal Step 2 s oddělenými moduly pro řízení činnosti vstřikování a zapalování. Celkem už v nich byly dva 16bitové mikroprocesory Intel.

Postupem let se zvyšovala rychlost a rostlo množství zpracovávaných informací, ale základ systému se neměnil. Od roku 2001 soustředilo Magneti Marelli řídicí jednotky motoru a podvozku do jedné "černé skřínky", ale až do roku 2004, kdy byl uveden systém Step 10 pracovaly oba okruhy odděleně. K revoluční změně došlo až v roce 2005, i když zůstala skryta i zraku odborníku. Renault R25 totiž jako první vyjel vybaven řídicím systémem Magneti Marelli označeným Step 11, který propojil oba okruhy do jediného. Step 11, který propojil oba okruhy do jediného. Step 11 využívá 12 procesorů, které společně řídí činnost zapalování, vstřikování, různé funkce motoru, podvozku a integrované telemetrie. Jeho kapacita je 2000 MIPS (tj. miliónu instrukcí za sekundu). „ (8)

Od letošního roku zavedla FIA standardizovanou řídicí jednotku SECU. Její výrobou byla pověřena firma McLaren Electronic Systems, jejímž partnerem je společnost Microsoft, která dodává software. Nová jednotka zamezila, aby se používala kontrola trakce, pomoc elektroniky při startu a elektronické brždění motorem. Díky tomu provedení je kladen větší důraz na schopnosti jezdce ovládat auto, protože už mu tolik nepomáhá elektronika.

Významnou roli ve formuli 1 hrají stále více technici, kteří "černým skřínkám" vdechují život, takže se pilotům dostává od elektronických systému maxima pomoci, kterou povolují pravidla. Proto je o služby těch nejlepších zájem, i když nejsou mediálními hvězdami.

6 Závěr

Vývoj Formule 1 vedl nejen k vyvinutí nových technologií, ale i k podstatnému zvýšení bezpečnosti jezdců i diváků Formule 1. Současná Formule 1 klade na mechaniky a doprovod mnohem větší nároky na znalost dané problematiky. Současně s tím se, ale zvyšují náklady na provoz týmů, z původních tzv. garážnímu se stali velké závodní společnosti, které se snaží ovlivňovat i velké automobilky. Formule 1 za celé období prožívá různé cykly zájmu a nezájmu diváků. V posledním období ovládá seriál Formule 1 pan Bernie Ecclestone. Ten má zájem, aby Formule 1 byla zajímavá a přilákala diváky.

Jakmile nějaký tým začne získávat dlouhodobou převahu, přemýšlejí lidé tvořící technické předpisy, jak Formulí 1 vyrovnávat různými omezeními. Některé úpravy vedou ke zvýšení bezpečnosti - např. monokok jezdce, jiné ke zrušení konkurence. To se stalo v minulém roce, kdy byl potvrzen pouze jeden dodavatel pneumatik a to firma Bridgestone. Dále byl také omezen počet pneumatik na víkend a počet směsí, které se mohou jezdcí využít. Dalším velkým skokem bylo nahrazení klasického řazení řadicí pákou. V dnešní době se používá řazení na volantu. Hlavní výhodou toho systému je, že jezdec má stále ruce na volantu a k přeřazení stačí pohyb jednoho prstu.

Samozřejmostí je u vozů Formule 1 vybavení bezpečnostními nádržemi na palivo, ochranný oblouk nad hlavou jezdce a automatické hasicí zařízení. Dále jsou v celém autě různé hlásiče provozního stavu a poruch, které se zaznamenávají a je možné je po tréninku a závodě vyhodnotit na počítači. Díky tomu pak lze změnit nastavení auta tak, aby lépe vyhovovalo jezdcí pro danou trať a mohl sním podat lepší výkon. Na základě všech zlepšení, které byly a jsou dochází k zlepšení vozů Formule 1. Na to musí taktéž reagovat jezdcí ve své fyzické přípravě. Na základě toho všeho sice dochází k haváriím, ale počet smrtelných úrazů se zastavil v roce 1994, kdy při Velké ceně San Marina zahynul Roland Ratzenberger a Ayrton Senna..

Závěrem bych chtěl vyslovit názor, že Formule 1 má bezpochyby budoucnost, ale počet závodů jezdících se v Evropě se bude zmenšovat, protože ekonomická síla zemí mimo Evropu stoupá a závody se budou přesunovat tam.

7 Použité zdroje:

- [1] JONES, B. Encyklopedie Formule 1. 2004. ISBN 80-7360-322-5
- [2] JONES, B. Velká encyklopedie Formule 1. 1997. ISBN 80-7180-3006
- [3] KLEMM, R. Osobnosti a události historie Formule 1. 2003. ISBN 80-251-0027-8
- [4] BURGESS-WISE, D. Velká kniha o závodních automobilech. 2002. ISBN 80-7181-628-0
- [5] PAVELKA, R. Historie F1: triumfy & tragédie. 2004. ISBN 80-252-0038-8
- [6] RYBECKÝ, V. Proměny Formule 1, Formule, ročník 3., číslo 23, strany 32-39
- [7] RYBECKÝ, V., RYBECKÁ, I. Skořápka chrání život, Formule, ročník 3., číslo 26, strany 50-51
- [8] RYBECKÝ, V. Tajemství černé skříňky, Formule, ročník 3., číslo 33, strany 44-45
- [9] RYBECKÝ, V. Velitelské stanoviště, Formule, ročník 4., číslo 36, strana 53