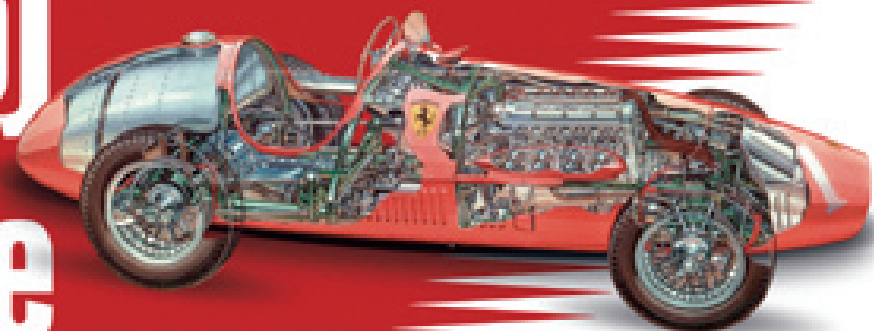
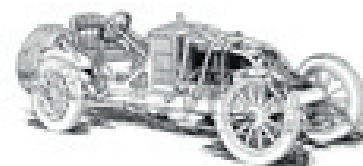


Václav Pauer

Vývoj konstrukce



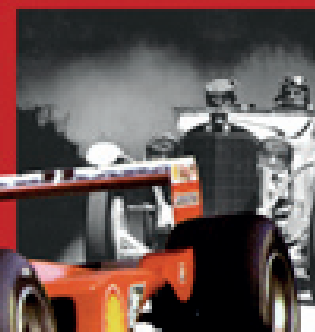
ZÁVODNÍCH VOZŮ



Vše podstatné
z historie techniky
formulových vozů



1894–2010



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.



Copyright © Grada Publishing, a.s.



Copyright © Grada Publishing, a.s.

Tato publikace vychází za podpory

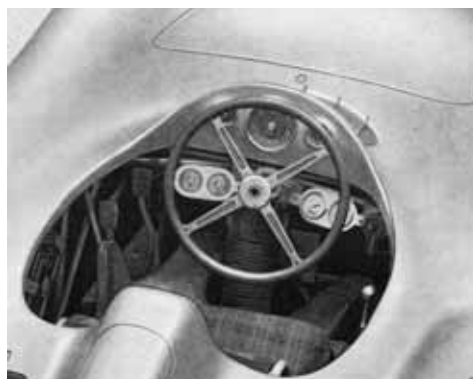
vyhledávacích a monitorovacích systémů SHERLOG

a

SK Industrietechnik, spol. s r.o.



www.sk-hydraulika.cz



Václav Pauer

Vývoj konstrukce závodních vozů

Vše podstatné z historie techniky formulových vozů

Vydala Grada Publishing, a. s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
jako svou 4238. publikaci

Odpovědný redaktor Petr Somogyi
Grafická úprava a sazba Jan Šístek
Počet stran 356
První vydání, Praha 2011
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

© Grada Publishing, a. s., 2011
Cover Design © Grada Publishing, a. s., 2011

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-3015-8 (tištěná verze)
ISBN 978-80-247-7523-4 (elektronická verze ve formátu PDF)
© Grada Publishing, a.s. 2012

Obsah

Úvod	9
1. Pravěk automobilového závodění (1894–1905)	11
Sportovní podniky	11
Výrobci, značky a ekonomika	13
Technické předpisy	14
Technika vozů	15
Závěr	20
Dodatek A	20
2. První závody o Velkou cenu (1906–1914)	23
Sportovní podniky	23
Výrobci, značky a ekonomika	26
Technické předpisy	27
Technika vozů	28
Závěr	35
Charakteristiky některých vozů z prvních Velkých cen (1906–1914)	35
<i>Itala 1908</i>	35
<i>Fiat 1911</i>	36
<i>Peugeot 1912</i>	37
<i>Peugeot 1913 třídy do 3000 cm³</i>	38
<i>Mercedes</i>	39
<i>Závodní vozy slabší třídy - voiturety</i>	41
<i>Laurin-Klement typ FC, 1907–1909</i>	43
Dodatek B	43
<i>Vlastnosti tuhé nápravy</i>	43
<i>Účinek gyroskopického momentu kol</i>	43
<i>Účinek průhybu svazků půleliptických listových pružin</i>	44
<i>Účinek přenosu točivého momentu na tuhou zadní nápravu kloubovou hřídelí</i>	44
<i>Osa klopení</i>	44
<i>Přenos síly mezi kolem a vozovkou</i>	45
3. Zlatá éra dvoumístných vozů (1919–1927)	47
Sportovní podniky	47
Výrobci, značky a ekonomika	49
Technické předpisy	51
Technika vozů	52
<i>Kompresory</i>	54
<i>Technologie</i>	57
<i>Motory</i>	59
<i>Podvozky</i>	60
Charakteristiky některých vozů z let 1920–1927	64
<i>Ballot 1920</i>	64
<i>Fiat 1922</i>	65
<i>Vauxhall typ TT 1922</i>	65
<i>Sunbeam 1924</i>	66
<i>Alfa Romeo</i>	68
<i>Maserati</i>	68
<i>Bugatti typ 35 (1924–1930)</i>	68
<i>Delage typ GP 1,5, 1926–1927</i>	71
<i>Mercedes</i>	75
<i>Američané v Evropě (1919–1927)</i>	76
Závěr	77

Dodatek C	78
<i>Účinnosti pracovního procesu v motoru</i>	78
<i>Paliva</i>	78
<i>Hoření směsi ve spalovacím prostoru</i>	79
<i>Písty</i>	80
4. Nastupují monoposty (1928–1933)	83
Sportovní podniky	83
Výrobci, značky a ekonomika	84
Technické předpisy	85
Technika vozů	85
Závěr	88
Charakteristiky některých vozů	88
<i>Bugatti</i>	88
<i>Alfa Romeo</i>	90
<i>Maserati</i>	94
<i>Mercedes</i>	94
<i>Bentley</i>	96
Dodatek D	98
<i>Síly na klikovém mechanismu</i>	98
<i>Ventily</i>	98
<i>Torzní kmity klikových hřídelí</i>	98
5. Nadvláda Mercedesů a Auto Unionů (1934–1939)	101
Úvod	101
Sportovní podniky	102
Výrobci, značky a ekonomika	105
Technické předpisy	108
Technika vozů	109
<i>Pneumatiky</i>	115
<i>Paliva</i>	115
<i>Hmotnost vozu</i>	116
Významné vozy váhové formule 750 kg (1934–1937)	119
<i>Mercedes Benz W 25</i>	119
<i>Auto Union typu A, B, C</i>	122
<i>Mercedes Benz W 125</i>	130
Významné vozy třílitrové formule s kompresorem a čtyřiapůllitrové bez kompresoru (1938–1939)	135
<i>Mercedes Benz W 154/163</i>	135
<i>Auto Union typ D</i>	140
<i>Proudnicové karoserie a rekordní vozy</i>	144
<i>Delahaye 4500 cm³</i>	149
<i>Maserati</i>	149
Třída do 1500 cm ³	149
Závěr	158
Dodatek E	161
<i>Svorný diferenciál</i>	161
<i>Nápravy</i>	162
<i>Pneumatiky a jejich vliv na jízdní vlastnosti</i>	164
<i>Odpor vzduchu</i>	166
6. Konec kompresorových speciálů (1945–1953)	169
Sportovní podniky	169
Výrobci, značky a ekonomika	172
Technické předpisy	176
Technika vozů	177
Závěr	179
Charakteristiky některých vozů	180
<i>Alfa Romeo</i>	180
<i>Maserati</i>	182
<i>Talbot</i>	183
<i>ERA</i>	184
<i>Alta</i>	184

<i>Arsenal CTA</i>	185
<i>Cisitalia Porsche 360</i>	186
<i>BRM</i>	189
<i>Ferrari</i>	193
<i>Simca-Gordini</i>	199
Formule 2 (1947–1953)	200
<i>Ferrari</i>	200
<i>Maserati F2</i>	203
<i>Gordini</i>	204
<i>Veritas Meteor</i>	205
<i>EMW F2</i>	206
<i>ERA typ G</i>	207
<i>Connaught F2</i>	207
<i>HWM</i>	208
<i>Cooper-Bristol</i>	209
<i>Shrnutí</i>	211
Malé formule	211
Dodatek F	214
<i>Kluzná ložiska</i>	214
<i>Kotoučové brzdy</i>	214
7. Návrat k běžné technice (1954–1958)	217
Sportovní podniky	217
Výrobci, značky a ekonomika	219
<i>Mercedes</i>	220
<i>Maserati</i>	221
<i>Lancia</i>	221
<i>Ferrari</i>	221
<i>Gordini</i>	222
<i>Bugatti</i>	222
<i>Connaught</i>	223
<i>Vanwall</i>	223
<i>BRM</i>	223
<i>Aston-Martin</i>	223
<i>Coventry Climax</i>	224
<i>Cooper</i>	224
<i>Lotus</i>	224
<i>Scarab-Reventlow A.I.</i>	224
Technické předpisy	225
Technika vozů	225
Závěr	229
Charakteristiky významných vozů období 1954–1958	230
<i>Mercedes</i>	230
<i>Maserati</i>	239
<i>Lancia</i>	242
<i>Ferrari</i>	245
<i>Bugatti</i>	252
<i>Gordini</i>	253
<i>Connaught</i>	255
<i>Vanwall</i>	258
<i>BRM</i>	260
<i>Motory Coventry Climax</i>	263
<i>Cooper</i>	266
<i>Lotus</i>	268
<i>Scarab</i>	270
Dodatek G	272
<i>Desmodromický ventilový rozvod</i>	272
<i>Vstřikování lehkých kapalných paliv</i>	272
<i>Časování ventilového rozvodu</i>	273

8. Anglická koncepce přebírá vládu (1959–1965)	275
Sportovní podniky	275
Výrobci, značky a ekonomika	278
<i>Cooper</i>	279
<i>Lotus</i>	279
<i>Coventry Climax Engines Ltd.</i>	280
<i>BRM</i>	280
<i>BRP</i>	281
<i>Ferrari</i>	281
<i>Porsche</i>	282
<i>Brabham</i>	282
<i>ATS</i>	283
<i>Lola</i>	283
<i>McLaren</i>	283
<i>Honda</i>	283
<i>Maserati</i>	283
<i>Další hráči</i>	283
Technické předpisy	284
Technika vozů	284
<i>Motory</i>	285
<i>Podvozky</i>	286
Závěr	290
Charakteristika významných vozů formule 1 období 1959–1965	291
<i>Cooper</i>	291
<i>Lotus</i>	294
<i>Coventry Climax Engines Ltd.</i>	298
<i>BRM</i>	300
<i>BRP</i>	304
<i>Ferrari</i>	305
<i>Porsche</i>	312
<i>Brabham</i>	318
<i>ATS</i>	319
<i>Lola</i>	321
<i>Honda</i>	322
<i>Maserati</i>	324
<i>Ferguson</i>	324
<i>ZF</i>	326
<i>Účast Evropy na 500 milích v Indianapolis</i>	326
9. Kosmické technologie a byznys (1966–2010)	331
Sportovní podniky	331
Výrobci, značky a ekonomika	333
Technické předpisy	334
Technika vozů	335
<i>Motory</i>	335
<i>Podvozky a další</i>	343
Závěr	351
Použitá literatura	353
Příloha: Převodní tabulka jednotek	355

Úvod

Tato kniha přináší poněkud odlišný pohled na automobilové závodění než většina literatury týkající se tohoto atraktivního sportu. O dramatických událostech na závodních drahách se totiž zmiňuje jen stručně – hlavní pozornost věnuje zákulisí Velkých cen. Technice vozů, jejich výrobcům a konstruktérům, kteří je vytvářeli, a ekonomické situaci, jež podmiňovala a utvářela pokrok v tomto po všech stránkách náročném oboru lidské činnosti. Všimá si toho, jak se postupem času měnila konstrukce a výrobní technologie motorů a podvozků, stejně jako příčin změn, které posouvaly úroveň techniky na vyšší stupně. Jako každá jiná historie, i tato má své vrcholy, zvraty a období stagnace.

Myšlenky tvůrců byly vždy bohatší a rychlejší než možnosti jejich realizace. Od samotného počátku závodění byl známý princip mnoha konstrukcí, které umožnila později využít až pokrokovější technologie a vyšší stupeň poznání. I když nápady jsou zdrojem pokroku, představují poměrně inflační záležitost: jen málo je jich skutečně dobrých. Teprve zdatnost techniků je přivede na svět, a to pouze v případě, je-li splněna klíčová podmínka – dostatek financí potřebných k jejich uskutečnění.

Kdo by si myslěl, že stavba závodního vozu je zajímavá a hravá činnost, velmi by se mylil. Pro celý tvůrčí kolektiv je to velmi náročná a stresující záležitost. Požadavky na závodní auto jsou ve srovnání s běžnou technikou tvrdší a nekompromisní, velkou roli zde hraje čas, protože závodní vůz vlastně zastarává už v okamžiku, kdy se na rýsovacím prkně objeví první čára. Auto musí být dokonale připraveno na počátek sezóny, stejně ale má jepičí život. Konkurence nespí a změny jsou na denním pořádku. Tvůrčí kolektiv bývá vytížen až na hranici výkonnosti, pravidelná pracovní doba je neznámým pojmem a tempo vydrží jen ti skutečně zdatní. Je mnohem snazší dosáhnout špičkového postavení než se na něm udržet. Na startovním poli je dobré totiž jen to auto, které vítězí.

Cesta k nejvyšším metám nebyla ani v tomto oboru nikdy jednoduchá a snadná, vedla přes řadu omylů a chyb, kterých se nevyvarovali ani ti teplejší. Po prvních šedesáti letech bouřlivého vývoje však koncepce motorů i podvozků vykristalizovala natolik, že zůstala dodnes téměř beze změn. Zmíněných šest dekad bylo z dnešního hlediska dobou idylickou. Závodní technika se těšila velkému zájmu široké veřejnosti, která tehdy měla překvapivě rozsáhlé odborné znalosti. Běžná technika byla ještě na takovém stupni, že ji bylo možné zvládnout bez hlubších vědomostí, a mnozí lidé si dokázali opravit své auto sami. K prestiži výrobců patřilo i to, že publikovali o svých vozech mnoho zajímavostí, neutajovali číselné údaje a dávali tisku k dispozici hodnotné a detailní technické popisy svých konstrukcí. Vycházela celá řada vynikajících technických publikací o závodní technice a renomované automobilové časopisy přinášely hodnotné články na dnes nevídané úrovni, které se ve velké míře zasloužily o to, že se mnoho cenných informací zachovalo.

Čtenáři si jistě povšimnou toho, že v kapitolách 1 až 8 vždy najdou podrobný popis techniky příslušného časového období, ovšem dlouhé, téměř padesátileté období mezi roky 1965 a 2010

je shrnuto do jediné poslední kapitoly. Hlavním důvodem je to, že zásadní koncepce motorů i podvozků se vyvíjela směrem ke své konečné podobě právě do poloviny šedesátých let minulého století. Za tu dobu opustily dráhy před jezdcem umístěné řadové osmi válce s mechanickými kompresory, tuhé nápravy, bubnové brzdy, žebřinové rámy a mnoho dalších konstrukčních prvků. Koncepce se na dlouhou dobu ustálila na dnešních standardních víceprvkových závěsech kol s perfektní geometrií a na pístových vidlicových víceválcích za zády jezdce.

Podle expertů současný stav dospěl tak daleko, že zbývá už jen velmi málo možností pro jakékoliv další inovace. Pokud se tvrdí (někdy neoprávněně), že závodní dráha je zkušební laboratoří pro sériovou výrobu osobních aut, je i v tomto segmentu situace stejná. Doba, kdy se motory a podvozky jednotlivých výrobců od sebe značně lišily a jejich vozy měly tak charakteristický tvar, že je bylo možné rozeznat na první pohled, patří minulosti. Dnes jsou si zejména vozy nižší třídy podobné jako vejce vejci a mnoho lidí pozná, o kterou značku se jedná, až když si přečte nápis za zadku vozu. Základní koncepce tak přetrvává – až na řídké výjimky – už desítky let. Například VW Golf sice za desítky let poněkud povyrosl, ale stále je to kompaktní automobil s motorem vpředu, s předním pohonem a závěsem kol McPherson. I vozy ostatních značek jsou dokladem naprosté uniformity techniky tohoto odvětví.

Druhým důvodem koncentrace výkladu na starší období je skutečnost, že v posledních dekadách se zásadně změnila politika firem a stájí směrem k veřejnosti: nedávají k dispozici údaje o svých vozech, ochranu jejich techniky lze srovnat s utajením přísně střeženého vojenského materiálu. Podrobný popis vozů zmiňovaných v 9. kapitole nebylo možné sestavit v rozsahu, jaký najdete v kapitolách předchozích, proto jsem se rozhodl ho do poslední kapitoly nezařadit.

S rostoucí náročností, kterou přinesl pokrok, však zájem širší veřejnosti o techniku klesal a řada vynikajících specializovaných periodik v důsledku finančních potíží zanikla. Úroveň současných formulových vozů daleko přesahuje možnosti chápání laické veřejnosti. Dnešní auta formule 1 jsou spíše high-tech monstra s kosmickou technologií a přeplněná elektronikou a jen hrstka odborníků ví, co se skrývá pod jejich slupkou polepenou reklamami. Inženýrský podíl i zde výrazně ustoupil komerčním zájmům.

Kniha shromažďuje a systematicky předkládá velké množství obtížně dostupných informací a údajů, na konci některých kapitol navíc najde čtenář dodatek, stručně vysvětlující podstatu některých základních jevů. Proto může být i vhodným zdrojem informací pro studenty odborných škol. Pro případný hlubší zájem čtenáře a podrobnější studium pramenů, které jsou často starší více než půl století, jsou číselné údaje uváděné jak v soustavě SI, tak ve starší technické soustavě, na konci je připojen i přepočítaný metrův podíl i zde výrazně ustoupil komerčním zájmům.

Pokud tato kniha vzbudí zájem čtenáře o historii techniky, která předcházela dnešním vyspělým strojům kroužícím po závodních okruzích formule 1, pak můžeme doufat, že splnila svůj úkol.

1.

Pravěk automobilového závodění

1894–1905

Pravěk automobilového závodění – je to doba monster, kdy se teprve utvářela základní podoba motorového vozidla a kdy se primitivní motory vestavovaly do kočárových podvozků. Soutěžit mohlo tenkrát jakékoli vozidlo, které netáhli koně.

Sportovní podniky

První závody, které se jely necelých deset let po vynálezu automobilu, se podobaly mnohem pozdějším rallye. Jezdilo se po veřejných cestách mezi městy. Na počátku bylo však závodění spíše společenskou událostí s přestávkou na oběd. Roku 1894 vypsala francouzský deník Petit Journal soutěž pro vozy bez koní. Uskutečnila se 2. července na trati dlouhé 126 km mezi Paříží a Rouenem. Přihlásilo se přes 100 vozidel, z nichž 31 mělo parní pohon o výkonu až 15 kW, 38 jich bylo vybaveno spalovacím benzinovým motorem s podstatně nižším výkonem 2 až 2,5 kW, pět mělo pohon elektrický, pět poháněl stlačený vzduch a ostatní měla různé druhy pohonu včetně energie ve stlačených pružinách. Ke startu bylo ale po technickém posouzení pořadatelé připuštěno jen 21 vozů, z toho osm parních, a závod ukončilo pouze 15 účastníků. Vítězem se stal parní vůz de Dion-Bouton, pro nedodržení předpisů byl ale diskvalifikován, takže na prvních třech místech nakonec skončily dva Peugeoty a jeden Panhard-Levassor (obr. 1.1), všechny se spalovacími motory Daimler. Průměrná rychlost vítěze činila 20,5 km/hod.

Další, už větší závod se konal o rok později, ve dnech 10.–13. června 1895 na trati Paříž-Bordeaux-Paříž, dlouhé 1200 km. Vítěz Levassor na Panhardu ji ujel za 48 hodin 48 minut, s průměrem 24 km/hod, na druhém a čtvrtém místě skončily opět Peugeoty,



Obr. 1.1 Panhard-Levassor s dvouválcovým motorem do V Daimler z let 1893–1894 ze závodu Paříž-Rouen, ještě s řízením pákou. Ta byla nahrazena volantem až v roce 1898

prvních osm vozů mělo motory Daimler. Následovala řada dalších závodů podobného charakteru, většinou ve Francii, například v roce 1896 proběhl závod Paříž-Marseille, který už nedokončil žádný vůz poháněný parou. S rychlým vývojem spalovacích motorů stoupaly i rychlosti: u vozu Panhard-Levassor byl malý vidlicový dvouválec nahrazen motorem čtyřválcovým a na téměř stejném podvozku zvítězil jezdec Charron dne 25. 4. 1899 v 562 km dlouhém závodě Paříž-Bordeaux už průměrem 47,8 km/hod.

I když se závody neobešly bez nehod, neznamenaly zatím velké nebezpečí pro diváky, tedy ani riziko pro pořadatele. Organizace závodů se nelišila od jiných nenáročných společenských akcí.

Významnou událostí bylo v roce 1900 vypsání závodů o cenu Jamese Gordona Bennetta Jr., který byl majitelem časopisu New York Herald. Evropa měla v té době ve vývoji automobilů před Amerikou značný náskok a podnikaví Američané, které nový obor zaujal, se na evropském kontinentě silně angažovali. Závod se jel pak celkem šestkrát, tedy až do roku 1905, a vytvořil podmínky pro pozdější závody o Velkou cenu, Grand Prix.

První z nich vyhrál 14. 6. 1900 na trati Paříž-Lyon opět Charron na Panhard-Levassoru s průměrem už 65,85 km/hod, v roce 1901 na oblíbené trati Paříž-Bordeaux zvítězil Girardot na voze téže značky (obr. 1.2). V třetím závodě (26.–28. 6. 1902), původně proponovaném na trati Paříž-Videň a předčasně ukončeném v Innsbrucku, byl vyhodnocen jako vítěz Edge na anglickém Napieru (obr. 1.3). Podle pravidel měl být příští závod uspořádán podle národnosti vítěze v roce 1903 v Anglii, ale tam nebyly závody na uzavřených tratích povoleny. A tak se poprvé v historii za účasti jezdců z Anglie, Francie, Německa a USA závodilo na uzavřeném okruhu v irském Dublinu. Zvítězil Belgičan Jenatzy na Mercedesu vysokým průměrem 89,18 km/hod (obr. 1.4). Dalšími dvěma závody na okruzích Taurus v Německu (1904) a v Auvergne ve Francii (1905) Gordon Bennettova cena skončila. Oba poslední závody vyhrál Francouz Léon Théry na voze Richard Brasier (obr. 1.5).

V roce 1903 byl vypsán prestižní, ale svým průběhem tragický závod na velmi dlouhé trati z Paříže do Madridu, který natrvalo změnil charakter závodů. Skončil předčasně už po 548 km v Bordeaux. Navzdory policejním opatřením bylo při řadě nehod usmrceno přes tucet osob, jak jezdců, tak diváků, u Bordeaux se smrtelně zranil i jeden z bratří Renaultů, Marcel (obr. 1.6). O charakteru závodu svědčí situace na obrázku 1.7, kdy neukáznění diváci stojí těsně vedle tratě – to se ostatně při rallye často děje dodnes. Zvědavé dámy si zřejmě vůbec neuvědomovaly, co může



Obr. 1.2 Vítěz Poháru Gordon Bennetta v roce 1901, Léonce Girardot na čtyřlitrovém Panhard-Levassoru o výkonu 18 kW (24 k)



Obr. 1.5 Francouz Léon Théry na čtyřválci Richard Brasier, vítěz ceny Gordon Bennetta v roce 1904 s motorem o výkonu 60 kW (80 k) a v roce 1905 (75 kW, 100 k)



Obr. 1.3 Vítězný vůz ceny Gordon Bennetta v roce 1902, anglický Napier



Obr. 1.6 Havarovaný vůz Marcela Renaulta v závodě Paříž-Madrid, Théry, květen 1903



Obr. 1.4 Vítěz ceny Gordon Bennetta z 2. 7. 1903 v irském Dublinu, Jenatzy, na Mercedesu

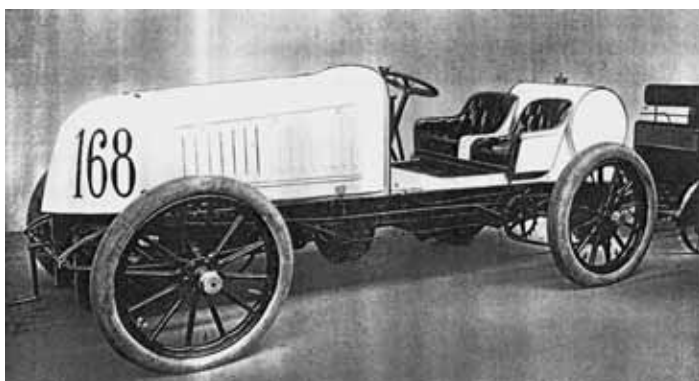


Obr. 1.7 Gabriel na voze Mors 1903 v závodě na původní trati Paříž-Madrid. Špatné zajištění tratě s diváky přímo u vozovky bylo příčinou mnoha tragedií

selhání mohutného stroje nebo jeho jezdce způsobit. Závodu se tehdy zúčastnilo i 24 motocyklů. Zvítězil Gabriel na voze Mors průměrem 105 km/hod (obr. 1.8), Američan W. K. Vanderbilt na Mercedesu vzdal.

Dlouhou trať na neuzavřené silnici nebylo možno pořadatelsky zvládnout a s ohledem na zvýšené nebezpečí při rychle rostoucích rychlostech se začaly závody překládat na uzavřené okruhy. První z nich byl vybudován v Ardennách v délce 85 až 105 km, další následovaly v Nizze, La Turbie a v Anglii v Brooklands. Tento okruh byl vybudován na pozemcích letecké továrny Vickers, jež za druhé světové války vyráběla stíhací letouny Spitfire. Závody na okruzích, které měly členitější a zajímavější trať a vyžadovaly od vozidla i od jezdce více než dlouhé roviny, ukončily praxi závodů mezi městy, kdy se jelo často čtvrt, někdy až půl hodiny bez řazení a bez brzdění. Zvýšené požadavky na jízdní vlastnosti vozidla brzy hluboko poznamenaly například koncepci chassis.

Američané, kteří se účastnili evropských závodů, přenesli tento sport za Atlantik. Americký milionář W. K. Vanderbilt založil populární závod o metrový pohár na 40 km dlouhém okruhu v Daytoně, který se jel na 400 až 500 km. V roce 1904 se ho zúčastnilo 19 převážně evropských vozů, které i přes vyspělou zámořskou technologii s převahou vítězily. Vanderbiltův pohár se pak jezdil pravidelně až do druhé světové války.



Obr. 1.8 Poslední závod mezi městy na trati Paříž-Madrid, který byl po nehodách přerušen v Bordeaux, v roce 1903 vyhrál vůz Mors se čtyřválcovým motorem o objemu 11,5 litrů. Rám z U profilů je vyztužen trubkami, chladič sedí nízko pod aerodynamickým krytem motoru

Kromě závodů se konala řada pokusů o rychlostní rekord. Je zajímavé, že řady rekordů bylo dosaženo na vozech s jiným pohonem než se spalovacím benzinovým motorem. Belgičan Jenatzy zajel 29. 4. 1899 letmý kilometr poprvé přes 100 km/hod (105,8 km/hod) na elektromobilu. Letmé míle s průměrem přes 200 km/hod (205,4 km/hod) pak dosáhl při pokusech 22. až 28. 1. 1906 parní vůz Stanley. Automobil se spalovacím motorem překonal hranici 100 mil/hod (160 km/hod) v roce 1904.

Automobilové závody se staly v té době záležitostí národní prestiže – začala tradiční rivalita mezi Francií a Německem a později i Itálií. Jejich vzájemné soupeření přetrvalo dlouhou řadu let.

Za volanty na samém počátku závodění usedali zámožní sportovci, takzvaní panští jezdci, šlechtici nebo majitelé podniků rozvíjejícího se průmyslu, kteří toto sportovní odvětví vytvořili svým dobrodružným duchem, touhou po odvážné sportovní a technické tvůrčí činnosti a také svými penězi, a nastartovali také jeho další existenci. Ale záhy, už na přelomu století, se tento sport začínal profesionalizovat a řada vynikajících továrních mechaniků a testovacích jezdců dostala příležitost závodit jako zaměstnanci výrobců. Ze známých jezdců té doby je třeba jmenovat Francouze Levasora, Fourniera, Girardota, Charrona a Renaulta, výborného Belgičana Jenatzyho, z Němců tým Mercedesu s Lautenschlagerem (obr. 1.9) a Wernerem, Joernse na Opelu a technického taktika Maďara Szisze, jezdícího na Renaultu.



Obr. 1.9 Christian Lautenschlager na Mercedesu

Výrobci, značky a ekonomika

V úplných počátcích stavby závodních strojů značně převažovaly zvědavost a odborný zájem nad ekonomickými a společenskými hledisky. Tvůrčí nadšení bořilo konvenční přehradu mezi lidmi a bez ohledu na postavení ve společnosti se spojovali všichni, kdo měli o auta zájem. Hrabě de Dion, příslušník pařížské smetanky, založil v té době úspěšnou firmu se zámečnickem Boutonem z předměstí. Často byl konstruktér, výrobce a jezdec jedna a tatáž osoba.

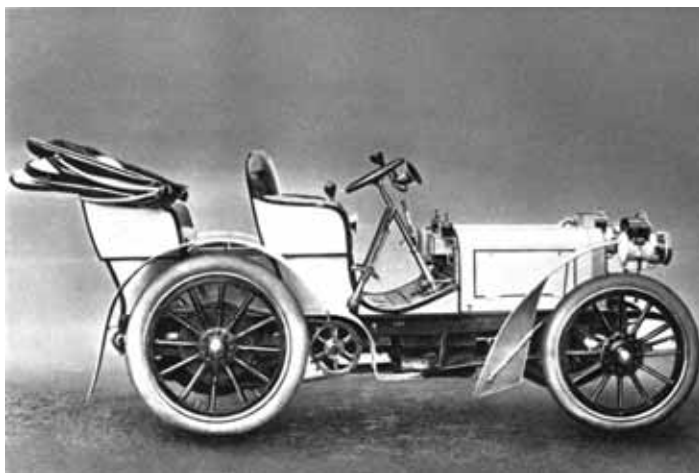
Z počáteční chaotické individuální činnosti se rychle začaly formovat průmyslové a národní zájmy. V roce 1905 se v automobilovém závodním sportu už jasně rýsovala struktura výrobní a finanční sféry. Mezi výrobci tehdy dominovaly francouzské a německé značky, vstup na scénu připravovali Italové. V pozadí zatím zůstávali Angličané a Američané, začínalo se i na území

Rakousko-Uherska. Francie měla největší výrobu motorových vozidel v Evropě s celou řadou úspěšných značek. Její vozidla byla nejrychlejší a nejbezpečnější, ale motory do nich dodával z velké části německý Daimler, a to už od prvního závodu Paříž-Rouen v roce 1894, kdy byl Panhard-Levassor zástupcem stuttgartského Daimlera ve Francii. Z francouzských rýsovacích prken vyšla převážná část jak koncepčního řešení, tak detailů, které pak v základní formě přečkalý celé století.

O velkém zájmu o nově vznikající strojírenský obor svědčí široká paleta firem, které vznikaly jako houby po dešti: ve Francii to byly Darracq, Richard Brasier, Dauphin Mors, Panhard-Levassor, Clement Bayard (obr. 1.10), Peugeot, de Dietrich a Renault, v Německu Mercedes a Opel, v Itálii Itala a Fiat, v Anglii pak Napier.



Obr. 1.10 Vůz Clement Bayard z roku 1904 byl koncipován s ohledem na minimální čelní plochu, s trubkovým chladičem a nádrží mezi motorem a jezdcem



Obr. 1.11 Daimlerův vůz, který v Nizze dostal v roce 1901 jméno Mercedes

Vedle řady drobných podniků, které zase rychle zanikly, ty silnější přežily i druhou světovou válku (Panhard) a pět z nich dokonce vstoupilo do třetího tisíciletí jako velké koncerny: Fiat, Peugeot, Mercedes, Renault a Opel. Jejich původní sportovní rivalitu ale zastínilo později soupeření zcela jiné, finanční a ekonomické. Takto byl položen základ k pozdějším velkým průmyslovým podnikům. Roku 1878 založil v Mannheimu svoji továrnu Benz, roku 1899 zakládají svou firmu bratři Renaultové. Z drobného podnikání vznikají v Německu a v Itálii mohutné koncerny, které se výrazně zapíší do dějin závodění: Gottlieb Daimler zakládá v letech 1882 až 1890 s Wilhelmem Maybachem společnou firmu a roku 1899 skupina italských šlechticů ustavuje podnik pod názvem Fabbrica Italiana d'Automobili Torino, čili FIAT, a vysílají své vozy do závodů už rok po jeho založení. A v roce 1901 v Nizze prodává Daimler, který vůbec nebyl příznivcem závodění, svůj nový model vozu s označením 35k (obr. 1.11) c. k. rakousko-uherskému konzulovi Jellinekovi. Pojmenoval tento vůz po konzulově dceři Mercedes a založil tak legendární značku, která přetrvává jako symbol vysoké kvality a zaujme jedno z předních míst v historii závodního sportu.

V bývalém Rakousku-Uhersku kromě Austro-Daimlera, kde začínal svou kariéru Porsche, vyrobil na Moravě roku 1897 první automobil řemeslný podnik na výrobu kočárů (pozdější Tatra) a v roce 1902 už vyslal svůj vůz na závod o cenu Gordon Bennetta na trať Paříž-Viedeň. Laurin a Klement v české Mladé Boleslavi začali úspěšně roku 1898 s motocykly, v roce 1905 přešli na automobily, posílali je do soutěží a založili tak pozdější Škodu-Auto, dnes součást VW Group, jako jednu z nejstarších evropských automobilek.

V sérii závodů o cenu Gordon Bennetta se objevila snaha o využití závodů k politické propagaci průmyslové vyspělosti země, která měla zvýšit její prestiž a prodej jejích vozů.

V této době bylo také už jasné, že budoucí závody o Velké ceny, prominentní a sledované GP, jsou velmi nákladnou záležitostí. Neobejdou se bez podpory výrobců, patrně ani ta nebude stačit a bude potřeba hledat sponzory. V závodním sportu začala působit jako významná ekonomická složka reklama.

Technické předpisy

Pro první závod mezi městy Paříž-Rouen v roce 1894 platil tak jednoduchý technický předpis, že jej tehdejšími pořadateli mohou všichni, kdo připravují složité sportovní řady pro současné závodní vozy, jen závidět. Podmínkou účasti pro vozidlo bylo, že nebude taženo koňmi a bude mít jakýkoliv pohon, s nímž dosáhne rychlosti alespoň 15 km/hod.

Pro pozdější sérii závodů o cenu Gordon Bennetta v letech 1900–1905 bylo stanoveno, že vozidlo musí mít hmotnost nejméně 400 kg a nejvýše 1000 kg, a to prázdné – bez jezdců, paliva, vody, oleje, náhradních dílů, zavazadel a potravin (!). Oba jezdci měli vážit společně nejméně 120 kg, jinak bylo nutno rozdíl po vzoru koňských dostihů vyvážit balastem.

Navíc tu byla ekonomicko-politická podmínka, charakteristická pro tehdejší vyšší zájmy v automobilovém sportu: z každé země se mohly zúčastnit závodu jen tři vozy, a to kompletně vyrobené v zemi, která je do soutěže vysílá, včetně příslušenství a pneumatik.

Závody se měly konat buď na veřejných silnicích typu město-město v délce kolem 1000 km, které se měly jet po etapách měřících 350 až 500 km, nebo na okruzích, na nichž se mělo ujet kolem 500 km.

Velice rozdílné vozy vyžadovaly stanovení srovnatelných podmínek soutěže, a tak bylo záhy nutné rozdělit stroje do tříd a kategorií, na sportovní a závodní, a podle objemu motoru.

Této úlohy se ujal francouzský autoklub AFC (*Automobile Club de France*), založený roku 1895, a v roce 1899 rozdělil vozy do dvou kategorií: do 400 kg a nad 400 kg, později do tří: do 400 kg, od 400 do 600 kg a nad 600 kg. V roce 1902 existovaly tři kategorie: malé vozy (*voiturettes*) od 250 do 400 kg, lehké vozy od 400 do 650 kg a velké vozy od 650 do 1000 kg.

Řídící úlohy v motorovém sportu se ujalo mezinárodní sdružení uznávaných autoklubů AIACR (*Association internationale des Automobileclubs réunis*), pozdější FIA (*Fédération internationale de l'Automobile*). AIACR byla založena roku 1904 a měla položit základy pravidel a technických podmínek automobilového sportu, stanovit znění závodních formulí, určit omezující konstrukční parametry závodních vozů a rozdělit je do kategorií na cestovní, sportovní a závodní, dále pak do tříd podle objemu motoru. Úloha to byla vždy nelehká a technické otázky byly velmi úzce spjaty s ekonomickými zájmy a se světovou politickou situací.

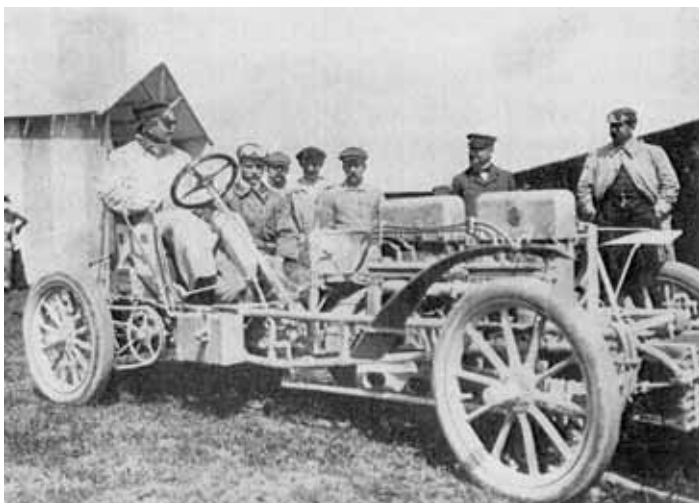
Technika vozů

Pokud jde o množství nových myšlenek a tvůrčí invenci, nejstarší krátké období nebylo nikdy v budoucnu překonáno. Nepochybný nový obor se stal širokým polem pro uplatnění nejrůznějších nápadů všech, které zaujalo spojení auta jako nového fenoménu techniky a jeho sportovního využití, a nastal obrovský rozmach tvůrčí činnosti, zejména ve Francii, Německu a v Itálii. Každý z těchto národů přispěl k pokroku v oboru podle svého naturelu. Volný a temperamentní románský duch Francouzů a Italů inspiroval nové odvážné a objevné koncepce, Němci zase vnesli do oboru svou příslovečnou důkladnost, smysl pro racionální řešení a vyspělou funkční technologii.

Je překvapivé, kolik dnešních moderních prvků a jejich skupin bylo v principu už známo na přelomu 19. a 20. století. Tehdejší technologie ale neumožnila úplné využití všech nápadů, k tomu došlo až postupem času, kdy vývoj materiálů, pokrokové metody jejich zpracování, chemie a elektronika umožnily jejich účelné ztvárnění a plné funkční využití.

Ze základních konstrukčních skupin byly v období od počátku závodění do ukončení série závodů o cenu Gordon Bennetta, tedy do roku 1905, známé následující prvky:

- Všechny typy ventilového rozvodu: SV (*side valve*) s postranními ventily, OHV (*over head valve*) s ventily v hlavě motoru ovládanými tyčkami (s nimiž přišel Pipe), F-hlava s jedním ventilem SV a jedním OHV (Bollée), OHC (*over head camshaft*) s jednou vačkovou hřídelí v hlavě, dokonce už i DOHC (*double over head camshaft*) se dvěma vačkovými hřídeli v hlavě (Brasier).
- Uspořádání hlavy se šikmými ventily a polokulovým spalovacím prostorem (Pipe a Fiat).
- Voštinový chladič (Mercedes).
- Převodová skříň s čelními ozubenými koly (Panhard) a s řazením jednotlivých stupňů kulisou (Mercedes).
- Zadní tuhá hnací náprava s kloubovou hřídelí (Renault, 1898).
- Použití valivých ložisek (Itala, Fiat).
- Trubkový rám (Gobron Brillié), viz obrázek 1.12.
- Nezávislé zavěšení předních kol (Bollée roku 1899 a Sizaire-Naudin roku 1905, jehož systém po 30 letech převzala italská Lancia, viz obrázek 1.13). Na závodních vozech se ne-



Obr. 1.12 Trubková konstrukce rámu vozu Gobron Brillié. Vůz měl motor s protiběžnými písty o objemu 13,5 litru. Výkon motoru byl 82 kW (110 k)

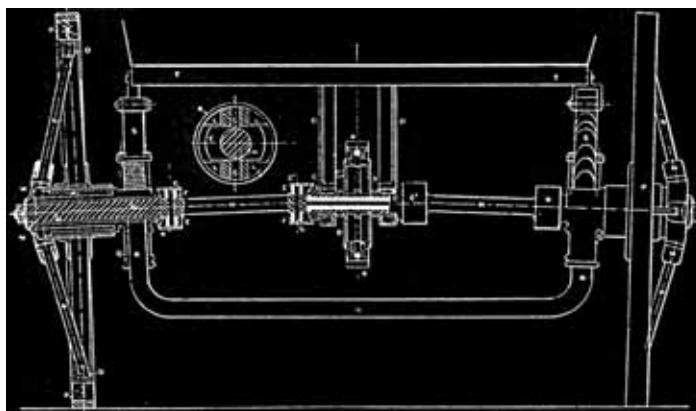
závislé odpružení vpředu objevilo potom až v druhé polovině třicátých let.

- Tlumiče odpružení (s gumou Mors, 1899, třecí pak Richard Brasier v roce 1904 a Mercedes roku 1907).
- Páku řízení nahradil volant (Bollée, 1898, pak Panhard a Daimler).
- Na tehdejší dobu byla geniálně vyřešená odlehčená tuhá hnací náprava podle patentu hraběte de Diona z jeho parního vozu z roku 1894, která se úspěšně prosadila až po 40 letech (obr. 1.14).
- Elektrické zapalování o vysokém napětí (Bosch, 1900).
- Použití lehkých kovů včetně materiálu pístů (od roku 1897 Panhard).
- Motor s protiběžnými písty (Gobron Brillié, 1903) s přímým vstřikem paliva do spalovacího prostoru (1906–1907).

Středem pozornosti a úsilí konstruktérů a podnikatelského zájmu výrobců byl pohon vozidla. Vývoj automobilových motorů kráčet souběžně s pokrokem v letectví a za časů průkopníků motorového létání platilo přehnané rčení, že s dobrým motorem lze létat i na vratech od stodoly. U prvních automobilů pak stačilo vestavět



Obr. 1.13 Nezávislé odpružení přední nápravy vozu Sizaire-Naudin



Obr. 1.14 Patent hraběte de Diona z roku 1894 na uspořádání tuhé hnací nápravy s převodem stálé redukce na rámu a s pohonem kol kloubovými hřídeli

spalovací motor do kočárového podvozku a situace se změnila až tehdy, když se ukázalo, že silné vozy nelze bez vhodného chassis udržet na silnici.

Výkon motoru – k jasnému obrazu je třeba trocha teorie – je dán velikostí jeho zdvihového objemu, ve kterém se mění tepelná energie přivedená v palivu na energii mechanickou, dále pak otáčkami, to jest kolikrát se za jednotku času opakuje pracovní proces, a středním efektivním tlakem (viz dodatek A), který je výsledkem zvládnutí tepelných a mechanických procesů v motoru. Při tehdy používaných materiálech a palivech a při tehdejším stavu poznání a aplikace fyzikálních znalostí zbývalo ke zvyšování výkonu jediné jednoduché řešení, a to růst zdvihového objemu. Na kvalitativní vývoj neexistovalo zatím ani technologické zázemí, ani čas, ani hlubší teoretické znalosti. Motor byl sice už funkčním ústrojím, ale procesy uvnitř byly primitivní a nebyly ani zdaleka zvládnuté na potřebném vyšším stupni. Materiálově zůstával motor na úrovni 19. století. Ostatně tato pohodlná cesta s malým rizikem přetrvala řadu desetiletí u cestovních vozů za Atlantikem, protože kromě zvýšené hmotnosti a spotřeby nepřinášela žádné problémy.

Od prvního závodu do Bordeaux v roce 1895 vzrostl zdvihový objem za pět let čtyřikrát až pětkrát, za dalších pět let více než desetkrát na monstrózních 16 litrů (Fiat) a dosáhl tak historického vrcholu. Objem jednoho válce se zvýšil pětkrát až šestkrát, až na čtyři litry (rovněž u Fiatu). Velký rozdíl mezi litrovým dvouválcem Daimler s necelými 3 kW v závodě Paříž-Rouen a mohutným 16litrovým Fiatem s 88 kW charakterizuje živelný vývoj tehdejších motorů, jejichž výkon se během deseti let zvýšil 25krát.

Aby se při zvětšujících se rozměrech klikového mechanismu udržela střední pístová rychlost v přijatelných mezích, byly motory s vysokým objemem vesměs krátkozdvihové, objem se zvyšoval zvětšením vrtání a motory měly větší vrtání než zdvih (byly podčtvercové v takových hodnotách, které se pak objevily až za 50 let). Otáčky se u těžkých monster z ceny Gordon Bennetta držely jak z mechanických, tak i z tepelných důvodů jen málo nad hodnotou 1000 za minutu.

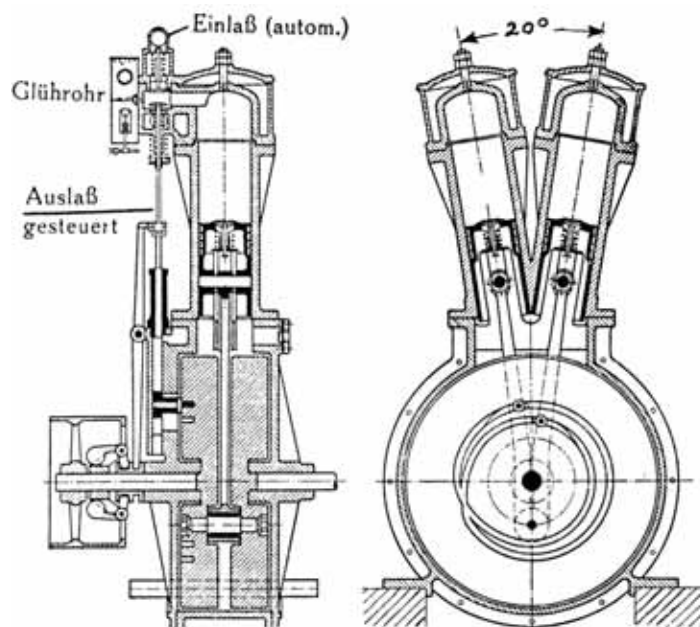
Jednoduchá extenzivní cesta ke zvyšování výkonů ale nebyla perspektivní a měla negativní dopad na pokrok. Zvládnutí procesů v motoru příliš nepokročilo, jak o tom vypovídají hodnoty středního efektivního tlaku v tabulce 1.1. Protože objem roste zhruba s třetí mocninou vrtání válce a povrch pracovního prostoru s jeho druhou mocninou, velké prostory se daly obtížněji uchládit a hodnoty tepelného zatížení pístu, vyjádřené výkonem odvedeným z jednotky plochy pístu, stejně jako výkon z jednoho litru objemu se držely na nízké úrovni a za dobu Gordon Bennettovy ceny příliš nevzrostly.

Motory měly nízký stupeň komprese, obvykle jen kolem 4 : 1, tedy i nízkou tepelnou účinnost. Tehdejší benzin neměl více než 60 oktanů a o prohořívání a optimálním tvaru spalovacího prostoru se nevědělo téměř vůbec nic. Jen se intuitivně experimentovalo, Ricardo začal v Anglii se systematickým výzkumem až za čtvrt století. Ale už roku 1902 zkoušel Gobron Brillié jako palivo směs benzolu a alkoholu, která snesla vyšší stupně komprese.

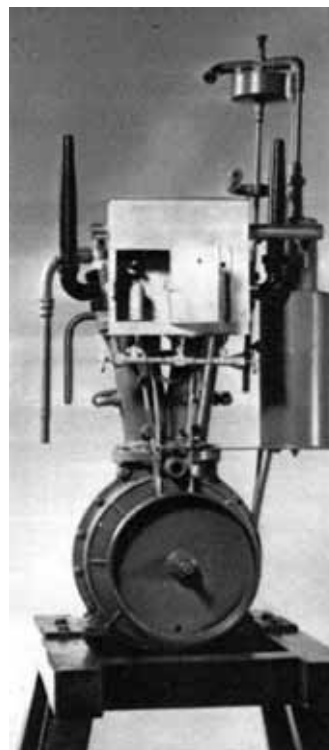
Koncepce se ustálila na kompaktním řadovém vodou chlazeném čtyřválcí, konstrukčně i technologicky jednoduchém a snadno zvládnutelném, který je sám od sebe poměrně dobře vyvážen (jako nevyvážené složky zbývají jen poměrně malé setrvačné síly druhého řádu hmot s posuvným pohybem – pístů a částí ojníc). Krátká kliková hřídel nemá natolik nepříjemné torzní kmity, aby nebylo vhodné pohánět rozvod z jejího předního konce.

Jedním z důvodů, proč cesta k vyššímu výkonu vedla pouze přes zvětšování objemu, byla dostupnost a výběr materiálů. Až do roku 1912 se používala jen litina a uhlíkatá ocel o nízké pevnosti, a to i na klikové hřídele, ojnice a dokonce i na ventily.

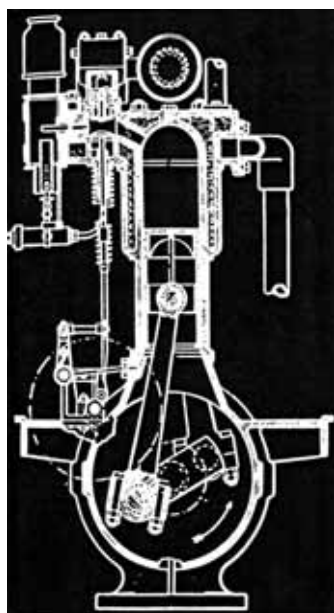
Po celé desetileté období byly od počátku nejvýkonnější a nejspolehlivější pohonnou jednotkou motory Daimler. Od původního primitivního dvouválce do V z roku 1893–1894 (obr. 1.15 a 1.16) vypsely k výkonným čtyřválcům (tabulka 1.1). Řez motorem Phoenix Panhard z roku 1899, postaveného ve Francii v licenci stuttgartského Daimlera, je na obrázku 1.17. Řadový čtyřválec o objemu 3,3 litru měl výkon 8,8 kW (12 k) a klikový mechanismus,



Obr. 1.15 Původní dvouválec do V Daimler podle patentu DRP 50839 z 9. 6. 1889, který už měl proti předchozím modelům zvýšené otáčky ze 150–180 na 600–900 ot/min. Kapalinou chlazený motor se snímací hlavou se zapalováním žhavicí trubicou měl od roku 1896 elektrické zapalování Bosch. Při výkonu 1,8 kW (2,5 k) při 800 ot/min měl hmotnost 25,7 kg/kW (35 kg/k). Samočinný ventil v pístu sloužil k vyplachování spalovacího prostoru a k jeho doplnění vzduchem



Obr. 1.16 Dvouválec Daimler do V z roku 1889



Obr. 1.17 Motor Phoenix-Panhard – licence stuttgartského Daimlera – z roku 1899. Řadový čtyřválec o objemu 3,3 litry s výkonem 8,8 kW (12 k) měl ještě samočinný sací ventil a ovládaný výfukový ventil se zařízením pro omezení otáček. Zapalování platinovou trubičkou bylo mezi ventily

nesoucí ještě znaky parních strojů. Měl sice polokulový spalovací prostor nad pístem, ale ventily byly umístěny na boku ve výběžku, připomínajícím komůrku pozdějších naftových motorů. V jeho F-hlavě byl sací ventil nahoře a otevíral se automaticky podtlakem ve válci při sání, spodní výfukový ventil otevírala vačka na boku klíkové skříně s pojistkou proti přetočení motoru. Omezovač otáček měly všechny motory už od roku 1900. Zapalení směsi obstarávala ještě žárová trubička z platiny, zasazená do spalovacího prostoru mezi ventily. Velká pozornost byla věnována chlazení sedla výfukového ventilu, jenž ještě nebyl vyroben z oceli odolné proti vysokým teplotám. Rovnoměrný chod zajišťoval, stejně jako u všech ostatních motorů, mohutný setrvačnick o průměru přes půl metru.

Charakteristické údaje motorů z doby od prvního závodu Paříž-Rouen do ukončení závodů o cenu Gordon Bennetta najdete v tabulce 1.1. Poznámka k této tabulce: Pojmy střední pístová rychlost a střední efektivní tlak jsou vysvětleny v dodatku A, poměr výkonu k objemu charakterizuje míru využití zdvihového objemu, výkon z plochy pístu vypovídá o míře tepelného a mechanického zatížení ústrojí motoru a je obrazem zvládnutí procesů v motoru, výkon a velikost jednoho válce charakterizuje koncepci a efektivnost motoru.

Tab. 1.1 Motory 1894–1905

Rok výroby	Výrobce, značka	Počet a uspořádání válců ¹	Objem motoru [cm ³]	Vrtání [mm]	Poměr zdvihu k vrtání	Výkon [kW]	Otáčky [ot/min]	Střední pístová rychlost ² [m/s]	Střední efektivní tlak ² [MPa]	Výkon z jednoho litru objemu [kW/l]	Měrný výkon z plochy pístu [kW/cm ²]	Výkon z jednoho válce [kW]	Objem jednoho válce [cm ³]	
				Zdvih		[k]			[k/cm ²]	[k/l]	[k/cm ²]	[k]		
1895	Panhard Levassor ³	2V	1 200	80	1,5	2,9				2,40	0,029	1,47	600	
				120		4				3,30	0,039	2,0		
1896	Panhard Levassor ⁴	4R	3 300	90	1,44	8,8				2,66	0,034	0,66	825	
				130		12				3,63	0,047	0,9		
1900	Panhard Levassor	4R	5 300	110	1,27	17,6				3,3	0,046	4,4	1 325	
				140		24				4,5	0,063	6		
1901	Dauphin Mors ⁵	4R	10 100	130	1,46	44				4,36	0,083	1,1	2 525	
				190		60				5,94	0,113	1,48		
1902	Panhard Levassor	4R	13 700	160	1,06	51,4				3,75	0,064	12,8	3 425	
				170		70				5,1	0,087	17,5		
1903	Dauphin Mors ⁶	4R	11 200	145	1,20	51,5				4,59	0,078	1,14	2 800	
				175		70				6,25	0,105	1,56		
1903	Panhard Levassor	4R	13 700	160	1,06	66	1 200	7,14		0,47	4,8	0,082	16,5	3 425
				170		90				4,7	6,55	0,112	22,5	
1903	Mercedes ⁷	4R	9 420	140	1,07	44	1 000	5		0,58	4,77	0,071	11,0	2 355
				150		60				5,84	6,5	0,097	15,0	
1904	Mercedes	4R	12 000	165	0,84	77	1 380	6,44		0,57	6,43	0,090	19,3	3 000
				140		105				5,70	8,75	0,123	26,2	
1905	Fiat	4R	16 200	180	0,88	88	1 100	5,86		0,60	5,44	0,086	22,0	4 050
				160		120				6,0	7,4	0,118	30,0	
1905	Richard Brasier	4R	11 300	160	0,87	74	1 350	6,3		0,59	6,36	0,092	18,5	2 825
				140		101				5,9	8,65	0,125	25,2	

Poznámky k tabulce:

¹ R: válec v řadě, V: vidlicový motor s válci do V

² Viz dodatek A

³ Závod Paříž-Bordeaux-Paříž

⁴ Závod Paříž-Marseille-Paříž

⁵ Závod Paříž-Bordeaux

⁶ Závod Paříž-Berlín, poslední velký závod typu město-město, průměrná rychlost 99 km/h

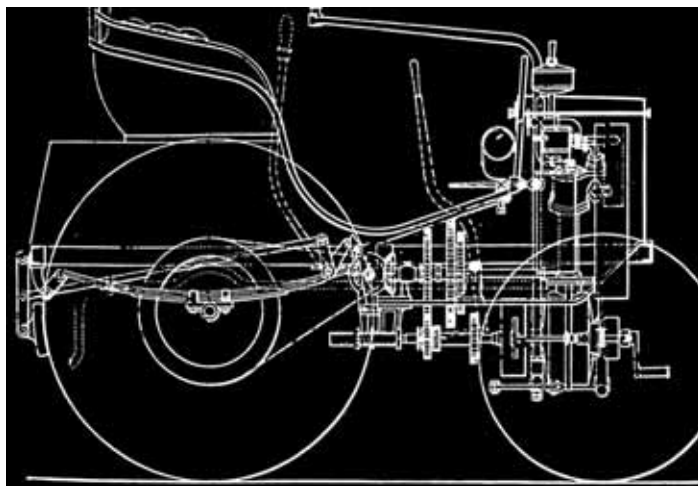
⁷ Závod o cenu Gordon Bennetta v Irsku

Jestliže v motorech měli suverénní postavení Němci, podvozky – zejména co do bohatosti nápaditých řešení – patřily Francouzům. I když podvozkům nebyla zpočátku věnována taková pozornost jako motorům, doznala jejich koncepce za krátké období necelých deseti let radikálních změn. Od vysokých a krátkých kočárových Panhardů (Panhard-Levassor ze závodu Paříž-Bordeaux z roku 1895 měl rozvor jen 1300 mm, viz obrázek 1.18) s velkými koly o rozdílném průměru vpředu a vzadu dospěla k formě Mercedesu z roku 1903 (obr. 1.19), která pak v principu přetrvala tři desetiletí. Žebřinový rám se dvěma podélníky, tuhé nápravy na svazcích listových pružin, hnací agregát umístěný za přední nápravou systémem motor-spojka-převody-pohon zadní nápravy doznaly v příštích letech jen takových změn, které znamenaly pouze zdokonalení této koncepce na základě nově získaných poznatků a pokrokovější technologie. Princip se ale nezměnil.

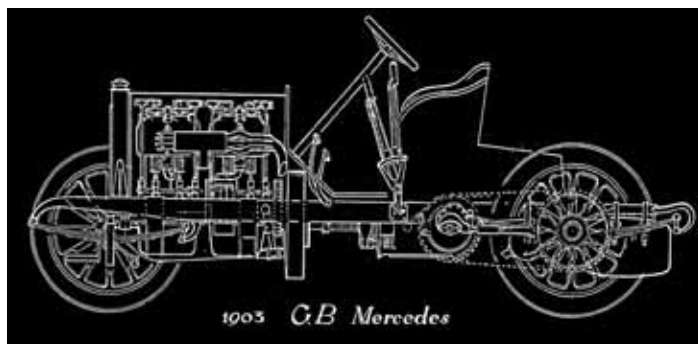
Vozidla, která se závodů účastnila, byla vlastně cestovními vozy s odmontovanými zadními sedadly (místo nichž vzadu „seděla“ velká, obvykle válcová nádrž), s náhradními koly a většinou bez blatníků.

Kuželová spojka, u mnoha vozů chlazená ventilátorem v setračníku, přenášela výkon z motoru na několikastupňovou převodovku (často už čtyřstupňovou), u nejstarších vozů (Panhard-Levassor z roku 1894) neměly převody ještě ani uzavřenou skříň a byly vystaveny prachu a povětrnosti (obr. 1.18). Výstupní hřídel převodovky končila párem kuželových kol s přímými zuby, z nichž větší bylo na hřídeli řetězových kol pro pohon zadní nápravy. I když Renault přišel už na konci 19. století s kloubovou hřídelí, řetězový převod se udržel i u renomovaných značek (Mercedes, obr. 1.20) velmi dlouho. Měl sice vyšší ztráty než kloubová hřídelí (ztrácel 6 až 8 % výkonu proti 4 % u převodu kloubovou hřídelí), ale byl flexibilnější než tvrdý kardan a bylo možné snadno měnit koncový převod jednoduchou výměnou řetězových kol. Řetězový převod navíc vyloučil rozdíl zatížení pravého a levého kola, který způsobuje pohon zadní nápravy kardanem.

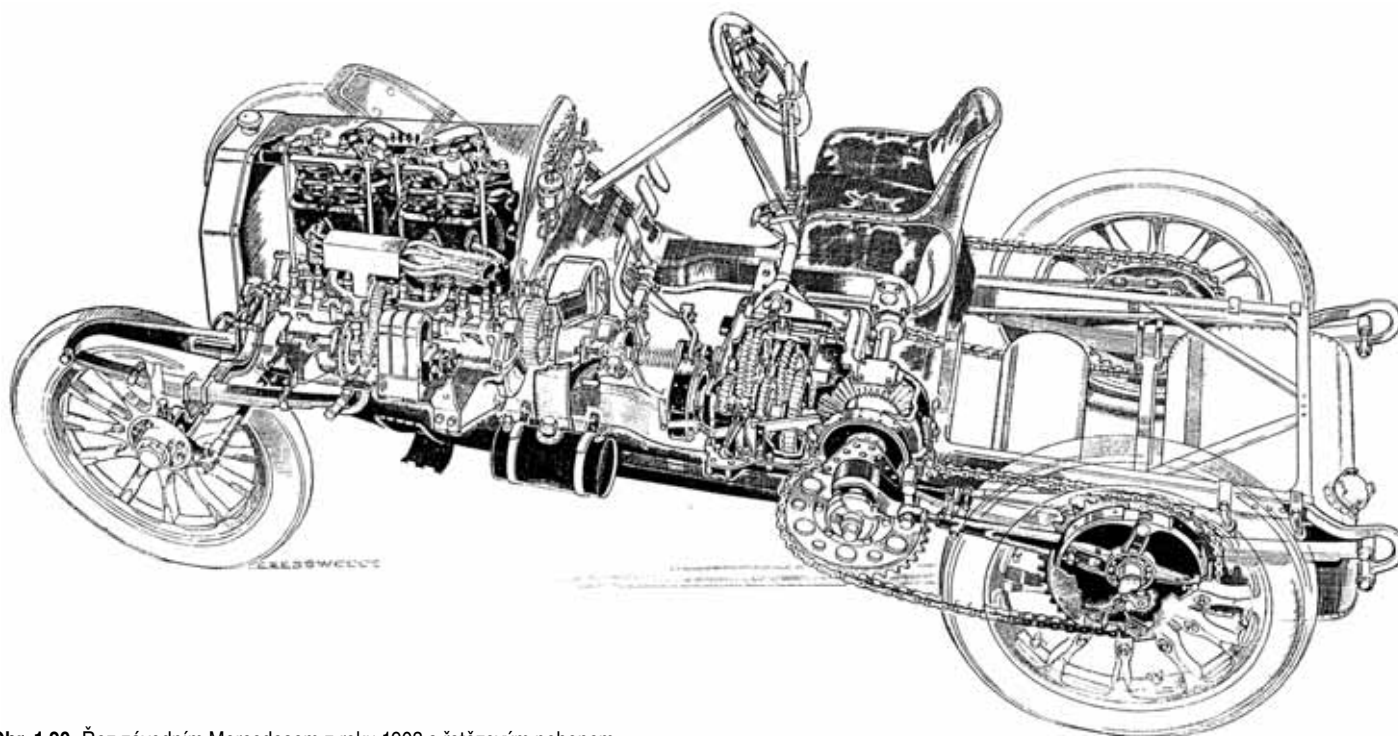
Technologicky jednoduché, ale těžké rámy měly podélníky profilu U vysoké kolem 130 mm, a to na tak mohutné hnací ústrojí



Obr. 1.18 Panhard-Levassor ze závodu Paříž-Rouen z 23. 7. 1894, kde získal třetí místo v kategorii vozů s benzinovým motorem průměrem 16,5 km/h. Jeho motor o objemu 1,03 litru, postavený v licenci podle Daimlera ze Stuttgartu měl při 750 otáčkách za minutu 2,75 kW (3,5 k). Čtyři převodové stupně nebyly chráněny proti prachu a vodě skříň



Obr. 1.19 Uspořádání chassis vítězného Mercedesu z irského Dublinu z roku 1903



Obr. 1.20 Řez závodním Mercedesem z roku 1903 s řetězovým pohonem

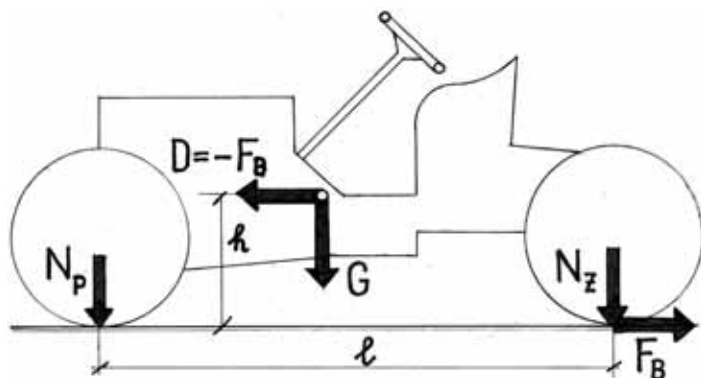
nestačilo. Rámy se přes svou hmotnost a robustnost značně kroutily a byly vyztužovány proti krutu jen pevným čtyřbodovým uchycením motoru, případně i převodů. Vůz Napier, který vyhrál závod o cenu Gordon Bennetta v roce 1902 (obr. 1.3), měl dřevěný rám s plechovou vyztuží, podle tehdejší praxe v letecké výrobě.

Nej slabším článkem v celkové stavbě vozů tohoto období byly nepochybně brzdy. Jejich ústrojí nebylo samo o sobě problémem, bylo už známé z ostatních oborů strojírenství jako princip brzdy čelistové i pásové, ale u vozidel tohoto období byla brzděna jen zadní kola, a to na předlobové hřídeli řetězového pohonu nebo na kardanu a čelistovými brzdami v zadních kolech. Podle dopravního kongresu, který se konal roku 1908 v Paříži, měla působit ruční brzda na kolech a nožní na předloze za převody nebo na kardanu.

Příklad brzdění typického závodního vozu ze série závodů o cenu Gordon Bennetta, vybaveného jen zadními brzdami, je na obrázku 1.21. Celková hmotnost G (1680 kg) na startu působí v těžišti ve výšce h (0,7 m) nad vozovkou a je rozdělena na přední a zadní nápravu v poměru 55 : 45 % (tehdejší vozy měly mohutné motory a odlehčený zadek) při rozvoru náprav l (3,05 m). Při brzdění působí setrvačná síla D hmoty vozu (daná součinem hmoty a zpoždění) v těžišti, klopí vůz na předek a její moment k vozovce ($D \cdot h$) vyvolá změny zatížení náprav (přitěžuje předek a odlehčuje zadek), takže zatížení náprav N_p a N_z jsou úměrné intenzitě brzdění (brzdnému zpoždění a ; při $a = 0$ odpovídají hodnoty zatížení náprav statickému rozdělení hmotnosti). Brzdná síla F_B mezi zadními koly a vozovkou je tedy určena zatížením nápravy a limitovaná součinitelem adheze mezi kolem a vozovkou ($F_B = N_z \cdot f$). Pro tehdejší většinou jen šterkem zpevněné a prašné vozovky byla mezní hodnota adheze nejvýše kolem 0,7, za mokra nebo na větší vrstvě sypkého materiálu klesala jen na 0,45 nebo méně. Při nízkém zpoždění stačila ještě zadní kola malou setrvačnou silou na vozovce zachytit (vyšrafovaná plocha v diagramu na obrázku 1.22). Stejná hodnota mezní brzdné síly F_B a síly setrvačné D byla hranicí, za kterou nastával prokluz kol se sníženým účinkem brzdění. Z diagramu je patrné, jak značná část adheze zůstala pro brzdění nevyužitá, když přední kola neměla možnost pohyb vozu zpomalit.

Vůz s brzdami pouze na zadních kolech dosahoval zpoždění jen kolem 2 až 3 m/s^2 (0,2–0,3 g) a z rychlosti 100 km/hod, které už vozy tenkrát běžně dosahovaly, zastavil tedy na dráze mezi 250 až 400 metry. Více než tunová monstra s mohutnými motory se tedy řítily na chatrných pneumatikách po prašných a nerovných cestách podle dnešních hledisek téměř bez brzd.

Přední náprava byla sice bez brzd, ale byla lehká a měla nízké neodpružené hmoty (hmoty všech dílů mezi vozovkou a pružinami podvozku). To alespoň po jisté stránce příznivě ovlivňovalo chování vozu a veškerá adhezní síla mezi kolem a vozovkou byla využita pro vedení vozu ve směru. To byl důvod, proč později i re-



Obr. 1.21 Silové poměry při brzdění vozu z doby ceny Gordon Bennetta

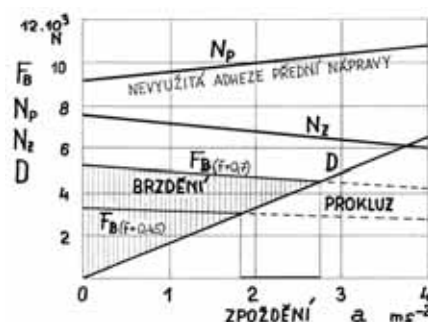
nomování výrobci se zavedením předních brzd dlouho váhali. Na konci tohoto období podstatně přispěl k účinnosti brzd vynález Herberta Frooda z roku 1905, známé brzdové obložení Ferodo.

Důležitý poznatek byl učiněn v oblasti odpružení vozidla. Brzy se zjistilo, že u závodních aut nehraje hlavní roli pohodlí, ale požadavek udržet kolo ve styku s vozovkou při nejmenších pohybech odpružené hmoty (vše, co je nad vozovými pery, to jest hlavní část podvozku, motor, převody, palivo, jezdec atd.). Kola nesmí odskakovat (tím se pak silně mění tlaky ve styku kola s vozovkou) a pohyb kola je třeba rychle utlumit bez rázů a při minimálních změnách geometrie nápravy. Přitom konstrukční volba tuhosti odpružení má své rozmezí, stanovené nikoliv technicky, ale lidským faktorem tak, aby posádka pohybu vozu fyziologicky snášela. Pérování vozu je proto naladěno na rytmus lidské chůze a frekvence kmitání odpružených hmot se pohybuje od 60 kmitů za minutu (1 Hz) u pohodlných cestovních vozů, což odpovídá pomalé chůzi, až ke 2 až 3 Hz u vozů sportovních, což odpovídá klusu. Už v samotných počátcích závodění bylo zřejmé, že požadavek pohodlí a stability vozu při ostré jízdě nelze nikdy sloučit a že sportovní a závodní vozy nikdy nebudou komfortně odpružené. Ke kmitání odpružených hmot přistupují pak ještě kmity hmot neodpružených ve frekvenci, dané velikostí neodpružených hmot a pružností pneumatik, takže kola kmitají pak 10 až 15násobnou frekvencí než karoserie, čili s 10, 15, dokonce i až 20 a více Herzy. To je to nepříjemné drnčení, které se přenáší i do řízení vozu a působí problémy dodnes.

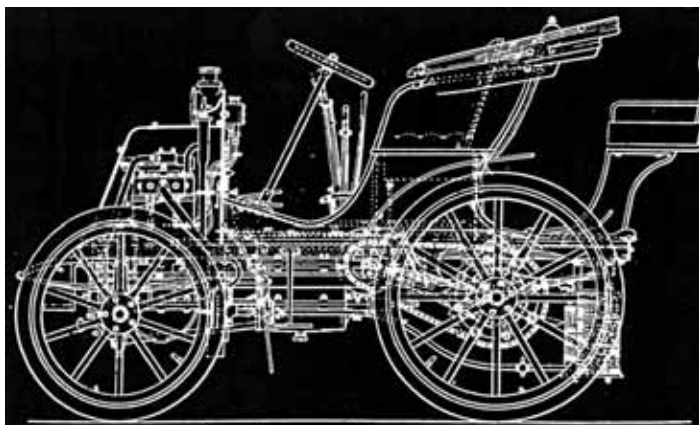
U prvních vozů byly tuhé nápravy po vzoru kočárů měkce odpružené, někdy na celoeliptických perech. Na nerovné vozovce se pak vůz rozhoupal, vynášel jezdce ze zatáčky a bylo obtížné jej udržet ve stopě. K tomu přispělo i vysoké těžiště, které zapříčinilo značné naklánění při jízdě v oblouku. Vozy byly vysoké (obr. 1.23), světlost bývala kolem 16,5 cm, osa klikové hřídele byla asi 45 cm nad vozovkou, hlava motoru s rozvodem OHV a kapota přes 1,2 m. Sedadlo bylo ve výšce 80 cm, hlava nechráněného jezdce pak ve výšce přes 1,5 m. To si vynutilo rychlé zavedení tlumičů, které omezovaly rozhoupání vozu. Na přední nebrzděné nápravě s nimi přišel jako první roku 1902 Mors a následovali ho Richard Brasier (1904) a Mercedes (1907).

Jezdci se naučili eliminovat potíže v zatáčkách pomocí faktu, že brzdy jsou jen na zadních kolech: jejich prudkým zablokováním přivedli vůz do smyku a tím razantně změnili jeho směr.

Klíčovým prvkem pro další vývoj závodních strojů byly pneumatiky. Po patentových rozepřích mezi dr. Johnem Boydem Dunlopem (patent pneumatiky z roku 1888) a R. W. Thompsonem, který patentoval pneumatiku už v roce 1845, jezdily v Hyde Parku v Londýně kočáry na pneumatikách již v roce 1846 a první auta v roce 1895. Primát v užití pneumatik na závodech místo tvrdých



Obr. 1.22 Diagram brzdících poměrů vozu podle obrázku 1.15



Obr. 1.23 Panhard-Levassor z konce 19. století s dvouválcovým motorem do V z roku 1899. Se stejným vozem, ale se čtyřválcovým motorem, vyhrál Charron závod Paříž-Bordeaux dne 25. 4. 1899, když 562 km ujel průměrem 47,8 km/h

gumových obručí patří ale bratřím Michelinovým, kteří jimi obuli svůj vůz na velkých kolech s dřevěným loukotěmi v závodě Paříž-Bordeaux-Paříž v roce 1895. Rovněž připravili první snímatelnou pneumatiku (1891) a v roce 1904 už měly jejich pneumatiky protismykový dezén.

Závěr

Od přelomu století nastal velký kvalitativní pokrok v technice závodních vozů. Závody o cenu Gordon Bennetta přinesly množství nových konstrukcí, které rychle uzrály do použitelné formy. Skončilo tápání při hledání koncepce a byl zřetelně určen směr dalšího vývoje. Vznikly už poměrně spolehlivé vozy s motorickým výkonem kolem 75 kW (100 k).

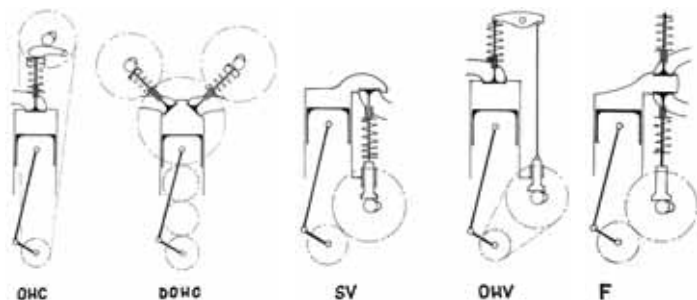
V té době už se rovněž vědělo, že závodní auta – kromě toho, že potřebují výkonný motor – budou muset být lehká, mít malou čelní plochu kvůli odporu vzduchu a nízké těžiště kvůli stabilitě.

Scéna pro nástup prvních závodů Grand Prix, o Velké ceny, byla připravena.

Dodatek A

Druhy ventilových rozvodů vidíte na schématech na obrázku 1.24:

- SV zkratka z anglického *side valve*, postranní ventily v bloku ovládané vačkovou hřídelí v bloku;
- OHV *overhead valve*, ventily v hlavě motoru ovládané zvedacími tyčkami od vačkové hřídele v bloku;
- F-hlava jeden postranní ventil jako u SV a jeden ventil v hlavě motoru jako u OHV;
- OHC *overhead camshaft*, ventily v hlavě ovládané jednou vačkovou hřídelí v hlavě;
- DOHC *double overhead camshaft*, dvě řady ventilů v hlavě, každá z nich ovládaná vlastními vačkami.



Obr. 1.24 Typy ventilových rozvodů

Základní pojmy pro výklad srovnávacích parametrů:

Plocha pístu jednoho válce:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

S plocha pístu [cm²]

d vrtání válce [cm]

Objem válce:

$$V_v = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{4}$$

V_v objem válce [cm³]

d vrtání válce [cm]

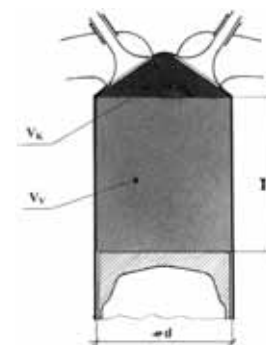
l zdvih [cm]

Stupeň komprese:

$$\varepsilon = \frac{(V_v + V_k)}{V_v}$$

V_v objem válce [cm³]

V_k objem kompresního prostoru [cm³]



Obr. 1.25 Definice kompresního poměru

Střední pístová rychlost:

$$c_s = \frac{l \cdot n}{30}$$

c_s střední pístová rychlost [m/s]

l zdvih [m]

n počet otáček [ot/min]

Střední pístová rychlost je fiktivní výpočtová hodnota a je mírou rychloběžnosti motoru. Je dána dráhou, kterou urazí píst ve válci motoru za jednotku času za předpokladu, že by se píst pohyboval rovnoměrnou rychlostí.

Výkon motoru:

$$P = \frac{V_v \cdot n \cdot p_e}{k}$$

P výkon motoru [kW], [k]

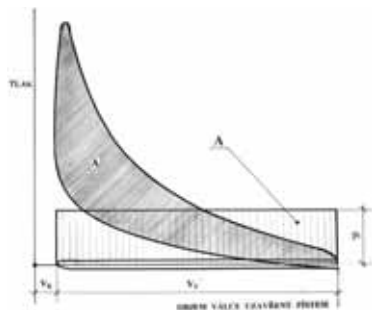
V_v objem válců [dm³]

n počet otáček [ot/min]

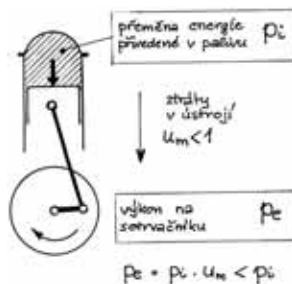
p_e střední efektivní tlak [MPa], [kp/cm²]

k konstanta podle použitých jednotek [122,3], [900]

p_i – střední indikovaný tlak je obrazem tepelných procesů ve válci motoru. Je to fiktivní výpočtová hodnota a není přímo měřitelná přístroji jako fyzikální veličina. Práce jednoho pracovního taktu vyjádřená plochou A v diagramu podle obrázku 1.26 odpovídá výpočtově práci, kterou by vykonal stálý střední indikovaný tlak p_i na dráze odpovídající zdvih. Střední indikovaný tlak je teoretická veličina a v praxi se nepoužívá.



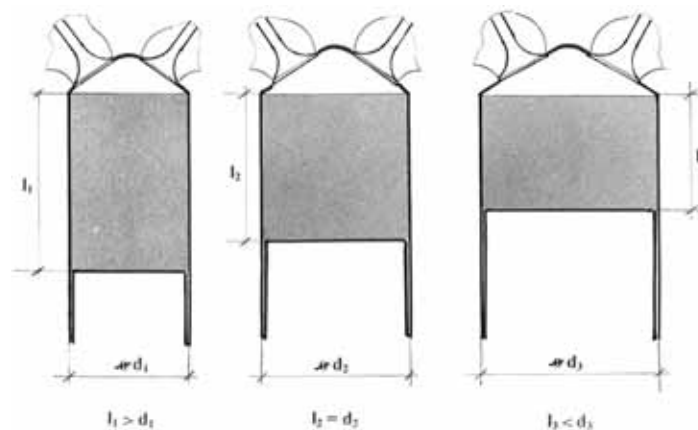
Obr. 1.26 Střední indikovaný tlak



Obr. 1.27 Střední efektivní tlak

p_e – střední efektivní tlak je rovněž fiktivní výpočtová hodnota, která také není měřitelná přímo jako fyzikální veličina, ale má praktický význam jako srovnávací kritérium motorů. Vypočte se z výkonu motoru na brzdě a z otáček, při kterých je výkon dosaženo. Je obrazem stupně zvládnutí tepelných a mechanických procesů v motoru od nasátí směsi po odvedení točivého momentu na setrvačnicku (obr. 1.27). Míru přeměny energie přivedené v palivu na práci na setrvačnicku určují největší měrou tři součinitelé účinnosti: plnicí u_v , tepelná u_t a mechanická u_m (viz dodatek v kapitole 3). Účinnostmi jsou v podstatě vyjádřením toho, kolik čerstvé směsi se dostane do válce při jednom taktu, kolik se z ní uvolní při hoření energie (a kolik jí odejde nevyužitě do výfuku) a s jakými ztrátami v ústrojí motoru (hlavně v klikovém mechanismu a v rozvodu) se tato energie dostane na setrvačnicku. Součinem těchto tří účinností je v podstatě dána celková účinnost procesů v motoru (asi 25 až 30 %).

Definice čtvercového, nadčtvercového a podčtvercového motoru: Typ motoru je určen podle tvaru zdvihového objemu válce. Je-li zdvih rovný vrtání, je řez válcem čtverec a odtud motor čtvercový. Při delším zdvihu než je vrtání je řezem obdélník na výšku a motor je nadčtvercový, při zdvihu menším než vrtání je motor podčtvercový.



Obr. 1.28 Nadčtvercový, čtvercový a podčtvercový motor.