

## PRVNÍ KAPITOLA

### PALIVA PRO PÍSTOVÉ SPALOVACÍ MOTORY

<b>1 SLOŽKY UHLOVODÍKOVÝCH PALIV .....</b>	<b>1</b>
1.1 Uhlovodíky s přímým uhlíkovým řetězcem .....	1
1.2 Uhlovodíky s kruhovým uhlíkovým řetězcem .....	2
<b>2 VÝROBA UHLOVODÍKOVÝCH PALIV .....</b>	<b>2</b>
2.1 Destilace ropy .....	2
2.2 Výroba a zušlechťování benzínu přeměnou uhlovodíků .....	2
<b>3 ZÁKLADNÍ PARAMETRY BENZINU .....</b>	<b>3</b>
3.1 Oktanové číslo (OČ) .....	3
3.2 Karburační schopnosti a odparnost benzínu .....	4
<b>4 ZÁKLADNÍ PARAMETRY MOTOROVÉ NAFTY .....</b>	<b>5</b>
4.1 Destilační křivka .....	6
4.2 Reaktivita motorové nafty .....	6
4.3 Obsah síry .....	6
4.4 Karbonizační číslo .....	7
4.5 Viskozita motorové nafty .....	7
4.6 Chladové vlastnosti motorové nafty .....	7
<b>5 ALTERNATIVNÍ PALIVA PRO ZÁŽEHOVÉ MOTORY .....</b>	<b>8</b>
5.1 Plynná paliva .....	8
5.1.1 Bioplyn .....	9
5.1.2 Zemní plyn .....	9
5.1.3 Zkapalněný propan – butan LPG .....	10
5.1.4 Vodík .....	10
5.2 Kapalná paliva – oxygenáty .....	10
5.2.1 Alkoholy .....	11
5.2.2 Étery .....	12
5.2.3 Vliv oxygenátů na kvalitu benzínu .....	12
<b>6 ALTERNATIVNÍ PALIVA PRO VZNĚTOVÉ MOTORY .....</b>	<b>12</b>
6.1 Bionafta 1. generace .....	12
6.2 Bionafta 2. generace .....	13
6.2.1 Složení .....	13
6.2.2 Požadavky na parametry bionafty 2. generace .....	14
<b>DRUHÁ KAPITOLA</b>	
<b>PALIVOVÉ SOUSTAVY ZÁŽEHOVÝCH MOTORŮ</b>	
<b>1 PALIVOVÉ SOUSTAVY S KARBURÁTOREM .....</b>	<b>15</b>
1.1 Zařízení pro dopravu a čištění paliva .....	15
1.1.1 Hlavní části .....	15
1.1.1.1 Palivová nádrž .....	15
1.1.1.2 Palivové potrubí .....	16

<b>Obsah</b>	
1.1.1.3 Čistič paliva .....	16
1.1.1.4 Dopravní palivová čerpadla .....	16
1.2 Čističe vzduchu .....	18
1.2.1 Suchý čistič .....	18
1.2.2 Čistič s olejovou náplní .....	19
1.1.3 Odstředivý čistič .....	19
1.3 Karburátory .....	19
1.3.1 Základní princip činnosti karburátoru .....	20
1.3.2 Složení zápalné směsi .....	21
1.3.3 Rozdělení karburátorů .....	22
1.3.4 Hlavní části karburátoru .....	23
1.3.5 Plovákové zařízení .....	25
1.3.6 Zařízení pro spouštění studeného motoru .....	25
1.3.7 Systém běhu naprázdno (volnoběh) s přechodovým systémem .....	30
1.3.8 Hlavní systém .....	34
1.3.9 Akcelerační pumpička .....	35
1.3.10 Obohacovací zařízení (obohacovač) .....	37
1.3.11 Přídavná zařízení .....	40
1.3.12 Dvoustupňové (postupné) karburátory .....	41
1.3.13 Rovnotlaký karburátor Strtomborg .....	42
1.3.14 Elektronicky řízený karburátor (Ecotronic) .....	44
1.3.15 Motocyklové karburátory .....	47
<b>2 PALIVOVÉ SOUSTAVY S NEPŘÍMÝM VSTŘIKOVÁNÍM BENZINU ....</b>	<b>48</b>
2.1 Rozdělení systémů s nepřímým vstřikováním benzínu .....	49
2.2 Elektrická palivová čerpadla .....	50
2.2.1 Umístění elektrických palivových čerpadel v palivovém systému .....	50
2.2.2 Konstrukce .....	50
2.3 Vícebodové vstřikování benzínu .....	52
2.3.1 Bosch K - Jetronic .....	52
2.3.2 Bosch KE - Jetronic .....	64
2.3.3 Bosch L - Jetronic .....	76
2.3.4 Bosch LH - Jetronic .....	83
2.4 Jednobodové vstřikování benzínu .....	87
2.4.1 Opel Multec S .....	87
2.4.2 Bosch Mono - Jetronic .....	89
2.5 Systémy řízení motoru .....	105
2.5.1 Bosch Mono - Motronic .....	106
2.5.2 Bosch Motronic .....	117
2.5.3 Magneti Marelli 1AV .....	140
2.5.4 Siemens Simos 2 .....	154

<b>3 PALIVOVÉ SOUSTAVY S PŘÍMÝM VSTŘIKOVÁNÍM BENZINU .....</b>	<b>161</b>
3.1 Mitsubishi GDI .....	162
3.1.1 Palivový systém (doprava a vstřikování paliva) .....	163
3.1.2 Princip činnosti .....	164
3.2 Toyota D - 4 .....	165
3.2.1 Palivový systém (doprava a vstřikování paliva) .....	165
3.2.2 Princip činnosti .....	165
3.3 Volkswagen FSI .....	168
3.3.1 Řídicí systém .....	169
3.3.2 Palivový systém (doprava a vstřikování paliva) .....	169
3.3.3 Spalovací prostor a sání .....	172
3.3.4 Princip činnosti .....	172
<b>4 EMISE ŠKODLIVIN VE VÝFUKOVÝCH PLYNECH ZÁŽEHOVÝCH MOTORŮ A JEJICH SNIŽOVÁNÍ .....</b>	<b>174</b>
4.1 Výfukové plyny .....	174
4.1.1 Spalování směsi v zážehovém motoru .....	175
4.1.2 Složení výfukových plynů .....	175
4.1.3 Složení zápalné směsi a emise plyných škodlivin .....	177
4.2 Snižování emisí škodlivin zážehových motorů .....	178
4.2.1 Systémy s přidavným (sekundárním) vzduchem .....	179
4.2.2 Katalyzační systémy .....	179
4.2.3 Zpětné vedení výfukových plynů .....	184
4.2.4 Snižování emisí škodlivin u zážehových motorů s přímým vstřikováním benzínu .....	185
4.3 Evropská palubní diagnostika (EOBD) .....	188
<b>5 VÝFUKOVÉ POTRUBÍ .....</b>	<b>190</b>
5.1 Konstrukce výfukového potrubí .....	191
5.2 Tlumiče výfuku .....	192
<b>TŘETÍ KAPITOLA</b>	
<b>PALIVOVÉ SOUSTAVY VZNĚTOVÝCH MOTORŮ</b>	
<b>1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PALIVOVÝCH SOUSTAV .....</b>	<b>195</b>
1.1 Palivové soustavy se stejným počtem vstřikovacích jednotek jako je počet válců .....	195
1.2 Palivové soustavy se vstřikovacím čerpadlem s vysokotlakým rozdělovačem paliva .....	195
1.3 Nové palivové soustavy s elektronickou regulací .....	195
<b>2 PALIVOVÁ SOUSTAVA S ŘADOVÝM VSTŘIKOVACÍM ČERPADLEM .....</b>	<b>196</b>
2.1 Dopravní palivová čerpadla .....	197
2.2 Čištění paliva .....	199

## Obsah

2.3 Palivové potrubí .....	202
2.4 Řadová vstřikovací čerpadla .....	203
2.4.1 Vstřikovací jednotky .....	205
2.4.2 Pohon vstřikovacího čerpadla .....	211
2.5 Mechanická regulace řadových vstřikovacích čerpadel .....	213
2.5.1 Účel a druhy regulace .....	213
2.5.2 Přehled základních druhů odstředivých regulátorů .....	217
2.5.3 Omezovací odstředivý regulátor RQ .....	219
2.5.4 Omezovací odstředivý regulátor RQU pro motory s nízkým počtem otáček .....	223
2.5.5 Omezovací odstředivý regulátor RSF .....	224
2.5.6 Všerežimový odstředivý regulátor RQV .....	227
2.5.7 Dorazy regulačních pák a tyčí .....	231
2.5.8 Příslušenství regulátorů .....	233
2.6 Elektronická regulace (EDC) řadových vstřikovacích čerpadel .....	234
2.6.1 Hlavní části řídicího systému EDC .....	235
2.6.2 Regulační okruhy elektronické regulace .....	237
2.7 Vstřikovače a vstřikovací trysky .....	239
2.7.1 Konstrukce a princip činnosti vstřikovače .....	239
2.7.2 Vstřikovací trysky .....	240
2.7.3 Chlazení trysek .....	243
2.7.4 Držáky trysek .....	244
<b>3 JEDNOPÍSTOVÁ VSTŘIKOVACÍ ČERPADLA S ROZDĚLOVAČEM PALIVA .....</b>	<b>246</b>
3.1 Nízkotlaký okruh palivové soustavy .....	247
3.1.1 Čističe paliva .....	247
3.1.2 Lamelové (křídlové) dopravní palivové čerpadlo .....	247
3.1.3 Redukční ventil .....	248
3.1.4 Škrťací tryska .....	248
3.2 Vysokotlaká část vstřikovacího čerpadla .....	249
3.2.1 Pohon pístu rozdělovače .....	249
3.2.2 Axiální vačka .....	249
3.2.3 Tělo rozdělovače .....	250
3.2.4 Odměřování dávek paliva .....	250
3.2.5 Výtlačný ventil .....	252
3.3 Mechanická regulace vstřikovacích čerpadel .....	253
3.3.1 Všerežimový odstředivý regulátor .....	253
3.3.2 Omezovací odstředivý regulátor .....	256
3.4 Přesuvník vstřiku .....	257
3.4.1 Konstrukce .....	257
3.4.1 Princip činnosti .....	257
3.5 Příslušenství vstřikovacích čerpadel s rozdělovačem paliva .....	258

3.5.1 Korekce dodávky paliva v závislosti na plicním tlaku turbodmychadla (LDA) .....	258
3.5.2 Zastavení motoru .....	259
3.5.2.1 Mechanický způsob zastavení motoru .....	259
3.5.2.2 Elektrický způsob zastavení motoru (ELAB) .....	259
3.6 Elektronická regulace vstřikovacích čerpadel s rozdělovačem paliva .....	260
3.6.1 Hlavní části systému EDC .....	260
3.6.2 Funkce některých snímačů .....	260
3.6.3 Řídící jednotka .....	260
3.6.4 Nastavovací ústrojí velikosti dodávky paliva .....	260
3.6.5 Regulace počátku vstřiku .....	261
<b>4 VÍCEPÍSTOVÁ RADIÁLNÍ VSTŘIKOVACÍ ČERPADLA S ROZDĚLOVAČEM PALIVA .....</b>	<b>263</b>
4.1 Nízkotlaká část vstřikovacího čerpadla .....	264
4.1.1 Přepouštěcí ventil .....	264
4.2 Vysokotlaká část vstřikovacího čerpadla .....	264
4.2.1 Vysokotlaké čerpadlo s radiálními písty .....	265
4.2.2 Rozdělování paliva .....	266
4.2.3 Dávkování paliva .....	266
4.2.4 Přesuvník vstřiku .....	268
4.2.4.1 Účel .....	268
4.2.4.2 Konstrukce .....	268
4.2.4.3 Princip činnosti .....	269
4.3 Řídící systémy s elektronickou regulací EDC .....	270
4.3.1 Snímače .....	271
4.3.1.1 Snímače teploty .....	271
4.3.1.2 Snímače otáček klikového hřídele .....	271
4.3.1.3 Snímače úhlu natočení .....	271
4.3.1.4 Snímače pohybu jehly vstřikovací trysky .....	272
4.3.1.5 Měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním filmem (HFM) .....	272
4.3.1.6 Snímače plicního tlaku .....	272
4.3.2 Řídící jednotky .....	273
4.3.2.1 Řídící jednotka čerpadla .....	273
4.3.2.2 Řídící jednotka motoru .....	273
4.3.3 Akční členy .....	273
4.3.3.1 Vysokotlaký elektromagnetický ventil .....	273
4.3.3.2 Elektromagnetický ventil přesuvníku vstřiku .....	273
4.3.3.3 Řídící jednotka doby žhavení .....	273
4.3.3.4 Elektropneumatické převodníky .....	273
4.3.3.5 Regulace škrtkicí klapky .....	273

<b>Obsah</b>	
<b>5 SDRUŽENÉ VSTRIKOVACÍ JEDNOTKY (PDE) .....</b>	<b>274</b>
<b>6 SAMOSTATNÉ VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKY (PLD) .....</b>	<b>275</b>
<b>7 PALIVOVÁ SOUSTAVA S TLAKOVÝM ZÁSOBNÍKEM</b>	
<b>COMMON RAIL .....</b>	<b>277</b>
7.1 Palivový systém .....	278
7.1.1 Nízkotlaká část .....	279
7.1.1.1 Dopravní palivové čerpadlo .....	279
7.1.2 Vysokotlaká část .....	279
7.1.2.1 Vysokotlaké palivové čerpadlo .....	279
7.1.2.2 Regulátor tlaku paliva .....	282
7.1.2.3 Vysokotlaký zásobník paliva (Raíl) .....	283
7.1.2.4 Snímač tlaku paliva .....	283
7.1.2.5 Tlakový pojistný ventil .....	284
7.1.2.6 Omezovač průtoku .....	284
7.1.2.7 Vstřikovač .....	285
7.1.2.8 Vstřikovač řízený piezoelektricky .....	287
7.2 Řídicí systém s elektronickou regulací EDC .....	288
7.2.1 Snímače .....	288
7.2.1.1 Snímač polohy a otáček klikového hřídele .....	288
7.2.1.2 Snímač polohy a otáček vačkového hřídele .....	288
7.2.1.3 Snímače teploty .....	288
7.2.1.4 Měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním filmem .....	289
7.2.1.5 Snímač plnicího tlaku .....	290
7.2.2 Řídicí jednotka .....	290
7.2.3 Akční (ovládací) členy .....	291
7.2.3.1 Vstřikovače .....	291
7.2.3.2 Regulátor tlaku paliva .....	291
7.2.3.3 Ovládací jednotka žhavení .....	291
7.2.3.4 Elektropneumatické převodníky .....	291
7.2.3.5 Ovládání škrticí klapky .....	291
7.2.4 Vlastní diagnostika .....	291
<b>8 ELEKTRONICKÁ REGULACE</b>	
<b>VZNĚTOVÝCH MOTORŮ EDC .....</b>	<b>292</b>
8.1 Zpracování dat u systému EDC .....	292
8.1.1 Vstupní signály .....	292
8.1.2 Zpracování signálů v řídicí jednotce .....	292
8.1.3 Výstupní signály .....	294
8.2 Přenos dat do dalších systémů .....	294
8.2.1 Konvenční přenos dat .....	294
8.2.2 Sériový přenos dat (CAN) .....	294
8.2.2.1 Propojení řídicích jednotek .....	294

8.2.2.2 Hlavní části.....	295
8.2.2.3 Datový rámec (formát zpráv).....	296
8.2.2.4 Rozdělení sběrnic podle rychlosti přenosu dat.....	297
8.2.2.5 Standardizace.....	298

## PŘÍLOHA A

ZKRATKY.....	299
--------------	-----

## PŘÍLOHA B

TESTY.....	301
------------	-----

POUŽITÁ LITERATURA.....	305
-------------------------	-----

- ♦ vysoká výhřevnost,
- ♦ žádný nebo nepatrný obsah nezapalitelných podílů,
- ♦ nekorozivnost, tj. možnost skladování a dopravy v nádobách z běžných materiálů,
- ♦ necitlivost na okolní vlivy, jako je teplota a vlhkost,
- ♦ žádná nebo nízká fyziologická agresivita,
- ♦ dostupnost při co nejnižších výrobních nákladech.

Ze všech těchto požadavků se nejvíce blíží *kapalná uhlovodíková paliva*, která nejvíce umožňují skladování a dopravu velkých množství.

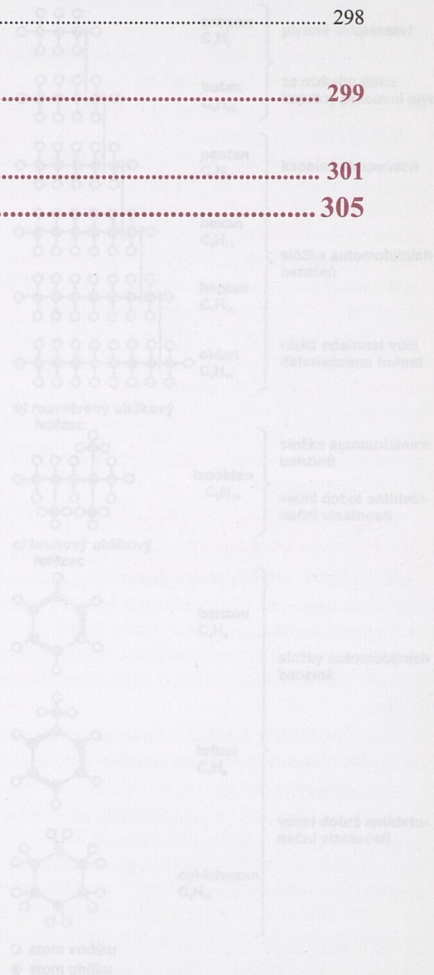
Kapalná uhlovodíková paliva se rozdělují podle bodu varu na tyto dva základní druhy:

- ♦ benzín automobilní – bod varu 30°C až 180°C,
- ♦ nafta motorevá – bod varu 150°C až 360°C.

Výhodou *plyných uhlovodíkových paliv* je především jejich poměrně nízká prodejní cena. Většinu rozšíření brání přetrvávající problémy s přepravou a skladováním kapalinných plynů.

### 1.1 Uhlovodíky s přímým uhlíkovým řetězcem

Základem uhlovodíkových paliv jsou sloučeniny uhlíku (C) s vodíkem (H). Schopnost uhlíkových atomů vázat se navzájem umožňuje vznik nesčetných druhů uhlovodíkových molekul tříděných hlavně



Obr. 1.1 Stavba různých druhů molekul uhlovodíkových paliv

### Alkany a parafíny

Poměr atomů v molekulách těchto látek odpovídá vzorci  $C_nH_{2n+2}$  (např. propan  $C_3H_8$ ). Jejich společným znakem je *přímý a nerozvětvený uhlíkový řetězec*.