Obsah

1 **Palivo a emise** **11**

1.1 Emisní předpisy 11
1.2 Měření emisí 13

2 **Zážehové a vznětové motory** **15**

2.1 Pracovní oběhy 15
2.2 Děje při pracovním oběhu 17
2.3 Emise zážehových motorů 19
2.4 Emise vznětových motorů 20

3 **Optimalizace parametrů motoru** **21**

3.1 Provozní podmínky motoru 21
3.2 Možnosti optimalizace 22
3.3 Příprava směsi 22
Směs zážehových motorů 23
Směs vznětových motorů 24
Regulace průběhu vstřiku paliva u vznětových motorů 26
3.4 Regulační charakteristiky vznětových motorů 37
Omezovací regulace 37
Výkonnostní regulace 37
Přizpůsobení dávky paliva otáčkám motoru 41
Přizpůsobení podle vnějších vlivů 48
Přesnost regulace 50
Srovnání mechanické a elektronické regulace 52
3.5 Ztráty při sání a výfuku 56
Časování ventilů 56
Přeplňované motory 59

3.6 Aplikace elektroniky ... 67
3.7 Části regulační soustavy ... 68
Regulace s otevřenou smyčkou ... 69
Regulace s uzavřenou smyčkou ... 69
3.8 Tvorba směsi zážehových motorů ... 70

4 **Tvorba směsi karburátorem ... 73**

4.1 Spouštění motoru ... 74
Startovací přívěra a její funkce ... 74
Funkce startovací přívěry po nastartování ... 76
Funkce startovací přívěry ve fázi ohřívání ... 76
Sytič a jeho funkce ... 79
4.2 Soustava volnoběžného chodu ... 79
Nastavení volnoběžných otáček přídavným vzduchem ... 81
Nastavení volnoběžných otáček přídavnou směsí ... 82
4.3 Ostatní režimy chodu motoru ... 83
Obohacovací soustavy karburátorů ... 83
Akcelerační čerpadlo ... 86
Přidržovač škrticí klapky ... 87
4.4 Dvoustupňové a vícehrdlové karburátory ... 88
Funkce dvoustupňového karburátoru ... 89
Vícehrdlové karburátory ... 91
Vícehrdlové dvoustupňové karburátory ... 93
Automatické startovací zařízení dvouhrdlových karburátorů ... 96
4.5 Rovnotlaký karburátor ... 100
4.6 Aplikace elektroniky u karburátorů ... 103
Vypínání volnoběžné směsi při deceleraci ... 104
Elektronicky ovládaný přidržovač škrticí klapky ... 104
Možnosti nastavení směšovacího poměru ... 105
4.7 Elektronické ovladače karburátorů ... 106
Elektronicky řízené karburátory pro vozy Škoda, VW a DB ... 107
Elektronicky řízené karburátory pro vozy Ford ... 111
Modernizovaný elektronický karburátor EECIV ... 115
Elektronicky řízený karburátor vozů Opel ... 117
Elektronické karburátory s jednoduchou regulací ... 120

Karburátory s obtokem difuzoru ... 120
Souprava elektronického karburátoru pro dodatečnou montáž ... 122
Regulace složení směsi přídavným vzduchem ... 124

5 **Příprava směsi centrálním vstřikováním ... 127**

5.1 Jednobodové vstřikování ... 127
Jednobodové vstřikování Mono-Jetronic ... 128
Jednobodové vstřikování s řízením podle tlaku a otáček ... 131
Jednobodové vstřikování s měřením množství vzduchu ... 134
5.2 Centrální vstřikování se dvěmi tryskami ... 135
Vstřikování s tryskami zařazenými vedle sebe ... 135
Vstřikování s tryskami řazenými za sebou ... 137
5.3 Spojité centrální vstřikování ... 139

6 **Vstřikování paliva do sacích kanálů válců ... 143**

6.1 Spojité vstřikování do sacího kanálu ... 144
Regulace tlaku paliva ... 145
Dávkování paliva podle množství nasávaného vzduchu ... 147
Obohacování směsi změnou tlaku ... 148
Lambda regulace ... 149
Obohacení směsi při zrychlování ... 149
Obohacení směsi při startu motoru ... 151
Obohacení směsi při zahřívání motoru ... 152
Stabilizace volnoběhu ... 154
Přerušení přívodu paliva při deceleraci ... 155
6.2 Spojité vstřikování s elektronickou regulací ... 155
Regulace dávek paliva podle zatížení motoru ... 157
Korekce dávek s použitím elektroniky ... 157
Obohacení směsi při startu, volnoběhu a zahřívání motoru ... 161
Dávkování paliva při plné zátěži a deceleraci motoru ... 162
Regulace volnoběžných otáček ... 162
Postup při seřizování soustavy ... 164
Vstřikovací trysky s přisáváním vzduchu ... 164

6.3 Časované vstřikování do sacího kanálu 165
Palivový okruh 165
Vstřikovací trysky časovaného vstřikování 168
Simultánní, skupinové a sekvenční vstřikování 175

7 **Přímé vstřikování do válců motoru 191**

7.1 Způsoby tvorby směsi s přímým vstřikem paliva 192
7.2 Způsoby přímého vstřikování paliva do spalovacího prostoru ... 194
Přímé vstřikování tekutého paliva 194
Přímé vstřikování částečně vytvořené směsi vzduchu s palivem 196
7.3 Vstřikovací trysky přímého vstřikování 197
Vstřikovací trysky pro vstřik tekutého paliva 197
Vstřikovací trysky pro vstřik emulze paliva se vzduchem 199
7.4 Vstřikovací soustavy přímého vstřikování 202
Druhy provozu motoru s přímým vstřikem 202
Vstřikovací soustava Bosch Motronic MED 7 204
Vysokotlaké přímé vstřikování benzinu Mitsubishi 207
Vysokotlaké přímé vstřikování dalších značek 208
Přímé vstřikování s vrstvením emulze paliva se vzduchem 209
Přímé vstřikování emulze při stechiometrickém složení výsledné směsi .. 210

8 **Vliv složení směsi na parametry motoru 213**

8.1 Součinitel přebytku vzduchu – vzduchové číslo lambda 213
Vliv složení směsi na zapalování 215
8.2 Kvantitativní řízení výkonu motoru 218
Snižování úrovně emisí při stechiometrické směsi 218
Vhánění sekundárního vzduchu 221
Snižování obohacení směsi 222
8.3 Kvalitativní řízení výkonu motoru 224
Zásobníkový katalyzátor 225
Katalytická úprava výfukových plynů vznětových motorů 227
Snížení emisí oxidů dusíku recirkulací výfukových plynů 227
Odvětrávání palivové nádrže 231

9 **Měření hmotnosti nasávaného vzduchu 233**

9.1 Nepřímé měření množství nasávaného vzduchu 234
Dávkování paliva podle množství nasávaného vzduchu 234
Dávkování paliva podle zatížení motoru 236
Snímání tlaku v sacím potrubí 237
9.2 Měření objemu nasávaného vzduchu 240
Náporový měřič objemu vzduchu 240
Měřič rychlosti proudění nasávaného vzduchu 242
9.3 Měřiče hmotnosti nasávaného vzduchu 243
Měřič hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem 245
Měřič hmotnosti nasávaného vzduchu s vyhřívaným filmem 245
9.4 Snímače teploty nasávaného vzduchu 246
9.5 Snímání dalších veličin ovlivňujících dávkování paliva 247

10 **Měření složení směsi z obsahu kyslíku ve výfukových plynech 249**

10.1 Dvoustavová lambda sonda 249
Napěťová lambda sonda 249
Odporová lambda sonda 253
10.2 Širokopásmový měřič obsahu kyslíku 254
10.3 Funkce lambda regulace 256
Regulace na stechiometrický poměr 257

11 **Řízení pohybu směsi ve válci 263**

11.1 Víření směsi 264
11.2 Překlápění směsi 266
11.3 Využití turbulence 267

12 **Palivová čerpadla soustav zážehových motorů .. 269**

12.1 Elektrická palivová čerpadla 269

Objemová čerpadla ... 271
Proudová čerpadla ... 271
Jednostupňová a dvoustupňová čerpadla ... 272
Šroubová elektrická čerpadla ... 274
Způsoby instalace elektrických palivových čerpadel ... 275
Elektrické ochranné obvody ... 277
12.2 Vysokotlaká mechanická čerpadla ... 279
Mechanické čerpadlo s axiálními písty ... 279
Mechanické čerpadlo s radiálními písty ... 280

13 **Tvorba směsi vznětových motorů ... 281**

13.1 Vstřikování motorové nafty ... 281
Nepřímé vstřikování do vírové komůrky ... 281
Přímé vstřikování nafty do spalovacího prostoru ... 283
Regulace vstřikovaného množství paliva ... 284
Regulace počátku vstřiku paliva ... 285
Regulace průběhu spalování ... 286
Vstřikovací čerpadla vznětových motorů ... 287
13.2 Řadová vstřikovací čerpadla ... 287
Mechanická regulace řadového čerpadla ... 288
Nastavení maximálního vstřikovaného množství paliva ... 291
Regulace počátku vstřikování ... 293
Řadové vstřikovací čerpadlo s elektronickou regulací množství vstřikovaného paliva ... 295
Řadové vstřikovací čerpadlo se zdvihovými šoupátky ... 298
13.3 Rotační vstřikovací čerpadla ... 300
Rotační vstřikovací čerpadla s axiálním pístem ... 300
Elektronická regulace rotačních čerpadel s axiálním pístem ... 306
13.4 Rotační čerpadla s radiálními písty ... 308
Mechanická regulace rotačního vstřikovacího čerpadla ... 311
Elektronicko-hydraulická regulace rotačního čerpadla ... 316
Elektronická regulace rotačního čerpadla s radiálními písty ... 319
3.5 Vstřikovací trysky otevírané tlakem vstřikovaného paliva ... 325
Jednopružinové vstřikovací trysky ... 325

Dvoupružinové vstřikovací trysky ... 328
Vstřikovací trysky se snímačem pohybu jehly ... 331
13.6 Vstřikování vznětových motorů s elektronicky řízenými tryskami ... 332
Soustavy se stálým maximálním tlakem vstřikovaného paliva ... 333
Vstřikování paliva s otáčkově závislým průběhem tlaku ... 338
13.7 Palivové okruhy vznětových motorů ... 341
Palivové okruhy řadových vstřikovacích čerpadel ... 341
Palivové okruhy rotačních vstřikovacích čerpadel ... 342
Palivový okruh vstřikovacích soustav „common rail" ... 344
Palivová potrubí a palivové filtry ... 346
Dvoustupňový palivový filtr ... 347

14 **Elektronické řídicí jednotky ... 349**

14.1 Snímače a jejich signály ... 350
14.2 Zpracování analogových signálů snímačů ... 351
14.3 Digitální způsoby zpracování signálů snímačů ... 352
Uspořádání řídicí jednotky soustavy s číslicovým zpracováním signálu ... 354
Propojení částí mikropočítače ... 357
Sdružování mikropočítačových regulačních soustav ... 358

15 **Spalovací motory a budoucnost ... 361**

15.1 Předpokládaný rozvoj použití elektroniky ... 361
15.2 Alternativní motory a pohony ... 364
Alternativní paliva ... 365
Spalovací motory pro alternativní paliva ... 366

Rejstřík ... 369

Nabídka odborné literatury ... 381