

10	Motory a jejich použití při stavbě dopravní techniky	10
10.1	Obecná definice motoru	11
10.1.1	Dělení motorů z hlediska pohonných energií	11
10.1.1.1	Elektrické motory (elektromotory)	11
10.1.1.2	Spalovací motory klasické	12
10.1.1.3	Parní motory	13
10.1.1.4	Stirlingův spalovací motor	13
10.1.1.5	Spalovací turbíny a raketové pohony	14
10.1.1.6	Hybridní motory	14
10.1.1.7	Vodíkový pohon	19
10.1.2	Dělení motorů dle ostatních kritérií	21
10.1.2.1	Dělení motorů z hlediska mobility	21
10.1.2.2	Dělení motorů z hlediska spalování pohonné směsi	21
10.1.2.3	Dělení motorů z hlediska skupenství pohonné směsi	22
10.1.2.4	Dělení motorů z hlediska typu spalované pohonné směsi	22
10.1.2.5	Dělení motorů z hlediska způsobu zapálení pohonné směsi	23
10.1.2.6	Dělení motorů z hlediska uspořádání pracovních válců	23
10.1.2.7	Dělení motorů z hlediska systému chlazení	23
10.1.2.8	Dělení motorů z hlediska pístití skupiny	24
10.1.2.9	Dělení motorů z hlediska otáčení motoru	25
10.1.2.10	Dělení motorů z hlediska rychloběžnosti	25
10.1.2.11	Dělení motorů z hlediska plnění válců pohonnou směsí	25
10.1.2.12	Dělení motorů z hlediska konstrukce rozvodů	25
10.1.2.13	Dělení motorů z hlediska výplachu náplně ve válci motoru (vyplachování)	26
10.2	Konstrukce spalovacích motorů a základní pojmy	26
10.2.1	Základní pojmy, druhy a charakteristiky motorů	28
10.2.2	Pracovní objemy motoru	29
10.2.3	Zdvíhové objemy pracovního válce a celkový zdvihový objem motoru	29
10.2.4	Kompresní poměr pracovního válce motoru	29
10.3	Zážehové a vznětové motory	31
10.3.1	Čtyřdobé zážehové a vznětové motory	31
10.3.2	Dvoudobé zážehové a vznětové motory	31
10.3.3	Obecná charakteristika dvoudobých vznětových motorů	33
10.3.4	Obecné porovnání dvoudobých a čtyřdobých motorů	33
10.4	Účinnost motorů	34
10.4.1	Mechanická účinnost motoru	35
10.4.2	Tvary spalovacích prostorů u zážehových a vznětových motorů	35
10.4.2.1	Spalovací prostor zážehového motoru	36
10.4.2.2	Spalovací prostor vznětového motoru	37
10.4.2.2.1	Komůrkové spalovací motory	38
10.4.2.2.2	Spalovací motory s přímým vstřikováním	40
10.4.3	Výkon motoru a točivý moment	41
10.5	Tvoření směsi a paliva pro spalovací motory	41
10.5.1	Druhy paliva	42
10.5.2	Paliva pro zážehové motory	42
10.5.2.1	Složení benzínu	43
10.5.2.2	Oktanové číslo, Základy emisních norem	44
10.5.3	Paliva pro vznětové motory	46
10.5.3.1	Vlastnosti nafty jako paliva	47
10.5.3.2	Cetanové číslo paliva	47
10.5.3.3	Jakostní znaky nafty	48
10.5.4	Emise a emisní normy	52
10.5.4.1	Rozvoj motorizace a vliv na životní prostředí	52
10.5.4.2	Základ vzniku emisních norem ve světě	53
10.5.4.3	Nové technologie ve stavbě motorů s cílem snížení emisních zplodin	53
10.5.4.3.1	Cílený zážeh pohonné směsi	54
10.5.4.3.1.1	Nové konstrukce zapalovacích svíček	54
10.5.4.3.1.2	Nové konstrukce zapalovacích cívek	54
10.5.4.3.1.3	Konec rozdělovače	55
10.5.4.3.1.4	Kabely zapalování	55
10.5.4.3.2	Cílený vznět pohonné směsi	55
10.5.4.3.3	Úpravy chlazení – chladič kapalina, vzduch, olej – chladiče, termostaty a termoregulatory	56
10.5.4.3.3.1	Chladiče vody	56
10.5.4.3.3.2	Chlazení vzduchu, předeřívání nasátého vzduchu	56
10.5.4.3.3.3	Chladiče oleje	57
10.5.4.3.3.4	Termostaty a termoregulatory	57
10.5.4.4	Zpětné spalování výfukových zplodin	57

10.5.4.5	Příprava pohonné směsi a vstřikování paliva, lambda sondy, vícenásobné vstřiky, ochuzené palivo, filtrace vzduchu, turbo, víceventilová technika	58
10.5.4.6	Filtrace sazí diesellových motorů	59
10.5.4.7	Kvalitní komprese motoru	60
10.5.4.8	Mezinárodní emisní normy	60
10.5.4.8.1	Euro 1	60
10.5.4.8.2	Euro 2	61
10.5.4.8.3	Euro 3	61
10.5.4.8.4	Euro 4	61
10.5.4.8.5	Euro 5 a Euro 6	61
10.5.4.8.6	Další vývoj emisních norem ve světě	61
10.6	Konstrukce pístových spalovacích motorů	62
10.6.1	Pevné části motoru	63
10.6.1.1	Blok motoru a válce motoru	63
10.6.1.2	Vložené válce	64
10.6.1.3	Výbrus válce	66
10.6.1.4	Hlava válce motoru	67
10.6.1.5	Šrouby a matice pro upevnění hlavy válce motoru	68
10.6.1.6	Těsnění hlavy válce	69
10.6.1.7	Víka motoru	76
10.6.1.8	Klíková skříň	76
10.6.1.9	Sací a výfukové potrubí	77
10.6.1.10	Výfukový systém	77
10.6.1.11	Filtrace vzduchu (vzduchové filtry)	79
10.6.1.12	Údržba a opravy hlavy motoru, výměna těsnění	81
10.6.2	Pohyblivé části motoru	84
10.6.2.1	Písty motoru	84
10.6.2.1.2	Závady a poškození pístů	87
10.6.2.2	Pístní kroužky	87
10.6.2.2.1	Těsnící pístní kroužky	89
10.6.2.2.2	Stírací pístní kroužky	90
10.6.2.2.3	Závady pístních kroužků	90
10.6.2.2.4	Montáž pístních kroužků	91
10.6.2.3	Pístní čepy	91
10.6.2.4	Ojnice	92
10.6.2.5	Klíková hřídel motoru	93
10.6.2.6	Setrvačnik motoru	96
10.6.2.7	Opravy pohyblivých částí motoru	97
10.6.2.7.1	Oprava a výměna pístů a pístních kroužků	97
10.6.2.7.2	Oprava ojnic a pístních čepů	98
10.6.2.7.3	Oprava klíkové hřídele	98
10.7	Rozvody motoru	101
10.7.1	Rozvody dvoudobých motorů	102
10.7.2	Rozvody čtyřdobých motorů	103
10.7.2.1	Uspořádání a druhy ventilových rozvodů	104
10.7.2.2	Víceventilové rozvody	105
10.7.3	Základní části rozvodů motoru	106
10.7.3.1	Ventily	106
10.7.3.2	Opravy ventilů	108
10.7.3.3	Váčkové hřídele	109
10.7.3.4	Zdvíhátka ventilů	110
10.7.3.5	Rozvodové ventilové tyčky a vahadla	111
10.7.3.6	Pohon rozvodového ústrojí	112
10.7.3.7	Proměnné časování ventilového rozvodu motoru	114
10.8	Nové koncepte dvoudobých motorů	123
10.9	Přepínání motorů	126
10.9.1	Spirálové G dmychadlo pro přepínání motorů	128
10.9.2	Přepínání spalovacích motorů	130
10.9.2.1	Rovnotlakové přepínání	132
10.9.2.2	Impulzní přepínání	132
10.9.2.3	Turbocomproud	132
10.9.3	Údržba a konstrukční požadavky na přepínaný motor	135
10.9.4	Kompresory (dmychadla)	138
11	Palivová soustava zážehového motoru	140
11.1	Příprava směsi	140
11.1.1	Součinitel přebytku vzduchu	140
11.2	Spalování, hoření v plynech	140
11.2.1	Emise výfukových plynů	141
11.3	Lambda sonda, lambda regulace	143
11.4	Tvorba směsi u zážehových motorů	144
11.4.1	Složení směsi podle provozního stavu motoru	144
11.4.2	Obsah výfukových plynů	145
11.4.3	Činnost lambda sondy	146
11.4.3.1	Vyhřívání lambda sondy	147
11.4.3.2	Lambda regulace	148
11.4.3.3	Zkoušení – test Lambda sondy	148

	11.4.3.4	Druhy používaných sond	149
	11.4.3.5	Lambda regulace	150
	11.4.4	Katalyzátory	151
	11.4.4.1	Oxidační katalyzátor	152
	11.4.4.2	Dvoukomorový katalyzátor	152
	11.4.4.3	Katalytický konvertor výfukových plynů	152
11.5		Palivová soustava zážehového motoru	153
	11.5.1	Palivové nádrže	153
	11.5.2	Palivové potrubí	153
	11.5.3	Palivová čerpadla	153
	11.5.3.1	Membránové dopravní palivové čerpadlo typu MF	154
	11.5.3.2	Dvoustupňové palivové rotační čerpadlo	154
11.6		Karburátory	156
	11.6.1	Základní rozdělení karburátorů	156
	11.6.2	Hlavní požadavky na karburátor	157
	11.6.3	Stručný přehled vývoje a výrobců karburátorů	157
	11.6.4	Části a činnost jednotlivých soustav karburátoru	157
	11.6.4.1	Plováková komora	158
	11.6.4.2	Systémy studeného spouštění motoru	159
	11.6.4.3	Systém chodu naprázdno	160
	11.6.4.4	Seřízení chodu naprázdno	161
	11.6.4.5	Hlavní systém karburátoru	162
	11.6.4.6	Obohacování pracovní směsi	163
	11.6.4.7	Pomocná zařízení karburátoru	164
	11.6.4.8	Označení karburátorů	164
	11.6.5	Dvou a více stupňové karburátory	164
	11.6.6	Elektronicky řízený karburátor	165
11.7		Kontrola, seřízení a opravy karburátorů	166
12		Vstřikování paliva zážehových motorů	167
12.1		Nepřímé vstřikování zážehového motoru	167
12.2		Systémy vstřikování paliva	168
	12.2.1	MONO-JETRONIC	169
	12.2.1.1	Palivová soustava Mono-Jetronic	169
	12.2.1.2	Činnost vstřikovací jednotky	171
	12.2.1.3	Řídící jednotka	173
	12.2.1.4	Vstřikování paliva	174
	12.2.1.5	Prizpůsobení směsi	174
	12.2.1.6	Lambda regulace	175
	12.2.2	Mono-Motronic	178
	12.2.2.1	Popis a funkce systému Mono-Motronic	179
	12.2.2.2	Zpracování provozních dat a přídavné funkce	183
	12.2.2.3	Diagnostika a nouzový režim provozu vstřikování	184
	12.2.3	L-JETRONIC	185
	12.2.3.1	Přehled používaných systémů	185
	12.2.3.2	Popis a funkce systému L-Jetronic	185
	12.2.3.3	Vzduchový systém a vstřikování paliva	186
	12.2.3.4	Odměrování paliva	189
	12.2.3.5	Způsob funkce řídicího systému obecně	189
	12.2.4	LE-JETRONIC	193
	12.2.4.1	LE2-JETRONIC	194
	12.2.4.2	L3-JETRONIC	194
	12.2.4.3	VARIANTA L3-JETRONIC	195
	12.2.4.4	VARIANTA L3. 1-JETRONIC	195
	12.2.5	LH-JETRONIC	196
	12.2.6	K-JETRONIC	197
	12.2.6.1	Systém tvorby směsi	200
	12.2.6.2	Diferenciální tlakové ventily	201
	12.2.6.3	Funkce systému K-JETRONIC	202
	12.2.6.4	Prizpůsobení provozním zatížením motoru	203
	12.2.6.5	Přezkoušení a závady K-JETRONIC	204
	12.2.7	KE-JETRONIC	205
	12.2.7.1	Systémové varianty KE3-Jetronic	206
	12.2.7.2	Doplňkové funkce a prizpůsobení provozním stavům	207
	12.2.7.3	Další kontrolované hodnoty systému	209
	12.2.8	Motronic – vícebodové vstřikování pro zážehový motor	211
	12.2.8.1	Palivový systém	213
	12.2.8.2	Elektromagnetický vstřikovací ventil	214
	12.2.9	Snímání provozních dat	215
	12.2.9.1	Snímání zatížení motoru	215
	12.2.9.2	Snímač polohy škrticí klapky	218
	12.2.9.3	Snímání otáček a polohy klikového a vačkového hřídele	218
	12.2.9.4	Snímání složení směsi	219
	12.2.9.5	Snímání detonačního spalování – klepání motoru	219
	12.2.9.6	Snímání teploty motoru	220
	12.2.9.7	Snímání napětí akumulátoru	220
	12.2.9.8	Zpracovávání provozních dat – použití signálů pro řízení motoru	221

	12.2.9.8.1	Výpočet hodnoty zatížení	221
	12.2.9.8.2	Výpočet doby vstřiku	221
	12.2.9.8.3	Rízení úhlu sepnutí	222
	12.2.9.8.4	Rízení úhlu zážehu (předstihu)	222
	12.2.9.8.5	Základní pole charakteristik	223
12.2.10		Provozní stavy	223
12.2.11		Regulace volnoběhu	224
12.2.12		Obtokové ventily	224
12.2.13		Lambda regulace	225
12.2.14		Odvětrávací soustava palivové nádrže	226
12.2.15		Regulace klepání	227
12.2.16		Regulace plicního tlaku	227
12.2.17		Omezení max. otáček a rychlosti	228
12.2.18		Recirkulace spalin	228
12.2.19		Rízení ventilového rozvodu (nejen systémy Motronic)	229
12.2.20		Přepínání sacího potrubí	230
12.2.21		Integrovaná diagnostika	232
12.2.22		Měření hmotnosti vzduchu	233
12.2.23		Katalyzátor	233
12.2.24		Zpětné vedení spalin	233
12.2.25		Další kontroly	234
12.2.26		Rídicí jednotka	234
12.3		Komunikace s dalšími systémy	235
12.4		Přímé vstřikování benzínu u zážehových motorů	235
12.4.1		Přímé vstřikování u zážehových motorů	236
12.4.1.1		Příprava směsi pro přímé vstřikování paliva	236
12.4.1.1.1		Provoz s vrstveným plněním	238
12.4.1.1.2		Homogenní provoz	239
12.4.1.1.3		Homogenní provoz s chudou směsí	240
12.4.1.1.4		Homogenní provoz s vrstveným plněním	240
12.4.1.1.5		Homogenní provoz s ochranou před klepáním	240
12.4.1.1.6		Provoz s vrstveným plněním a zahříváním katalyzátoru	240
12.4.1.1.7		Redukce oxidů dusíku	241
12.4.1.1		Konstrukce a části vstřikovacího systému přímého vstřikování	242
12.4.1.2		Vlastní průběh vstřikování paliva	244
12.4.1.3		Zásobníkový katalyzátor	244
12.4.1.4		Koncepce FSI	245
12.4.1.5		Systém IDE	245
12.4.2		Části systému přímého vstřikování a jeho činnost	245
12.4.2.1		Vysokotlakové čerpadlo	246
12.4.2.2		Vysokotlakový zásobník paliva	250
12.4.2.3		Vstřikovací elektromagnetické ventily	250
12.4.2.4		Další velice důležité součásti	251
12.4.2.5		Úprava výfukových plynů	254
12.5		Diagnostika – měření tlaku ve vstřikovacích systémech zážehových motorů	259
12.5.1		Měření tlaku paliva v systému vstřikování	260
12.5.2		Měření u systému K-Jetronic	260
12.5.3		Měření u systému KE-Jetronic	261
12.5.4		Měření u vícebodových systému vstřikování	261
12.5.5		Kontrola účinnosti katalyzátoru	261
12.5.6		Diagnostika funkce napěťové lambda sondy	263
12.5.7		Kontrola činnosti katalyzátoru	264
13		Palivová soustava vznětového motoru	265
13.1		Části a činnost palivové soustavy	266
13.1.1		Pístové podávací čerpadlo	266
13.1.2		Palivové čističe	267
13.2		Vstřikovací zařízení vysokotlaká část palivového systému	268
13.3		Vstřikovací jednotka	269
13.4		Regulátory vstřikovacích čerpadel	272
13.4.1		Odstředivá omezovací regulace	273
13.4.2		Výkonnostní regulátor vstřikovacího čerpadla	274
13.4.3		Předsuvník vstřiku	274
13.5		Zkoušení a seřizování vstřikovacího čerpadla	275
13.5.1		Zkouška těsnosti výfukového ventilu	275
13.5.2		Zkouška těsnosti pístu vstřikovacího čerpadla	275
13.5.3		Seřizování dodávaného množství paliva	276
13.5.4		Začátek rozprašování paliva tryskou	277
13.5.5		Nastavení maximální dodávky paliva	277
13.5.6		Pro výkonnostní regulátory	277
13.5.7		Začátek zavírání dodávky paliva	277
13.6		Rotační vstřikovací čerpadla	277
13.6.1		Rotační čerpadlo Bosch VE	277
13.6.2		Vstřikovací čerpadlo Lucas DPC (Distributor – Pump C = rozdělovací čerpadlo typ C)	279
13.7		Elektronické řízení vstřikování paliva u rotačních čerpadel	287
13.7.1		Elektronická regulace se dělí do třech systémových bloků	288
13.7.2		Regulační okruhy	289

13.7.3	Vnitřní diagnostika	296
13.7.4	Žhavení	297
13.7.5	Výměník tepla s předehříváním paliva	297
13.7.6	Snímač otáčkových segmentů – vztažných otáček	297
13.7.7	Snímač otáček	297
13.7.8	Řízení modulovaného tlaku	297
13.7.9	Spínač převodovky	298
13.7.10	Spínač parkovací polohy	298
13.7.11	Nastavovač množství vstřikovaného paliva	298
13.7.12	Vnitřní diagnostika	298
13.8	Vstřikovací systém HEUI (typ vstřikovače u systému čerpadlo tryska)	299
13.9	Vstřikovací paliva systém Common - Rail - System	299
13.10	Vstřikovací trysky a držáky vstřikovacích trysek	302
13.10.1	Vstřikovací systém Common – Rail	303
13.10.2	Vstřikovací systém čerpadlo – tryska	305
13.10.3	Druhy vstřikovacích trysek	306
13.10.4	Jedno a víceotvorová vstřikovací tryska	307
13.10.5	Vstřikovací trysky zavěšené – čepové	307
13.11	Seřizování a kontrola trysek	308
13.11.1	Čistění vstřikovacích trysek	309
13.11.2	Chemické čištění palivové soustavy vznětového motoru	310
13.12	Žhavení a žhavicí svíčky pro vznětové motory	310
13.12.1	Žhavicí proces	311
13.12.2	Zásady výměny žhavicích svíček	313
13.12.3	Poruchy žhavení	313
13.12.4	Kontrola a zkoušení žhavicích svíček a žhavení	314
13.12.4.1	Zkouška napájení	314
13.12.4.2	Zkouška žhavení	314
13.12.4.3	Zkouška proudového okruhu	315
13.12.4.4	Zkouška relé	315
13.12.4.5	Test kontrolky žhavení	316
13.13	Systém žhavení vznětových motorů dle norem EURO III a IV	316
13.14	Optimalizace procesu prohoření paliva vznětového motoru	317
13.15	ISS – Instant Start System – Elektronicky řízený systém žhavení diesellových motorů	317
13.15.1	Součásti systému ISS	318
13.15.2	Funkce systému	318
13.15.3	Nejmodernější žhavicí svíčka	318
13.15.4	Iontové proudy a jejich využití	319
13.15.5	Využití systému ISS v praxi a nová technická terminologie	319
13.16	Elektronicky řízené vstřikovací systémy vznětového motoru	320
14	Mazání motorů a maziva	321
14.1	Druhy mazání	321
14.2	Hlavní části tlakové mazací soustavy	321
14.2.1	Čističe oleje	323
14.3	Údržba a opravy mazací soustavy	324
14.4	Motorové oleje	325
14.4.1	Klasifikace olejů	325
14.4.2	Motorové oleje současnosti	328
14.4.3	Požadavky na vlastnosti motorových olejů	328
14.4.4	Požadavky na oleje pro vznětové motory	328
14.4.5	Viskozitní – teplotní profil motorového oleje	328
14.4.6	Výkonnostní klasifikace	329
15	Chlazení motoru	330
15.1	Kapalinové chlazení	330
15.1.1	Chlazení s nuceným oběhem	331
15.1.2	Konstrukce a druhy chladičů	331
15.1.3	Systém modulového chladiče Amocs	332
15.1.4	Zátka chladiče	332
15.1.5	Vodní čerpadla	332
15.1.6	Termostat	333
15.2	Vzduchové chlazení	335
15.3	Chladičí kapaliny	336
15.4	Topení a větrání	337
15.5	Klimatizace vozidel, výhody, druhy a použití v automobilech	337
15.5.1	Kompresor	338
15.5.2	Kondenzátor	340
15.5.3	Expanzní ventil	340
15.5.4	Rozprašovací tryska	341
15.5.5	Výparník	341
15.5.6	Chladičí prostředek	341
15.5.7	Ovládání klimatizace	341
15.6	Opravy a údržba klimatizace	341
16	Diagnostika motoru	345
16.1	Diagnostika zážehového motoru	346
16.2	Osciloskop a diagnostika podle osciloskopu	349
16.3	Diagnostika vznětového motoru	351

16.4	Diagnostika palivového systému a měření emisí výfukových plynů	351
16.5	Moderní metody snižování emisních zplodin	354
16.5.1	Snižování emisí v spalovacích motorech v návaznosti na normy EU	355
16.5.1.1	Vstřikovače pro vznětové motory	356
16.5.1.2	Vstřikovač pro systém čerpadlo – tryska /UIS3/	357
16.5.1.3	Filtr pevných částic DPP	357
16.5.1.4	Dodatečné spalování pevných částic výfukových plynů	357
16.6	Výfukové zpětné ventily AGR a EAGR	357
16.6.1	Rízení pneumatických elektrických AGR-Ventilů	358
16.6.2	Elektrické AGR Ventily	358
16.6.2.1	EAGR Náhon	359
16.6.3	Elektronika	359
16.6.4	AGR pneumatický ventil	360
16.6.5	Elektromagnetické ventily EAGR	360
Rejstřík		361
Rejstřík obrázků tabulek		367
Použitá literatura		373
Barevná příloha		377