

Obsah

Předmluva	5
Přehled použitých označení	6
1. Úvod (Ing. V. Křepelka, CSc.)	15
1.1. Definice spalovacích motorů	15
1.2. Pracovní proces spalovacích motorů	15
1.3. Druhy spalovacích motorů	15
1.4. Porovnání pístových spalovacích motorů s jinými druhy	16
1.4.1. Základní výhody pístových spalovacích motorů	16
1.4.2. Základní nevýhody pístových spalovacích motorů	16
1.5. Základní rozdělení pístových spalovacích motorů	17
2. Palivá pre pístové spaľovacie motory (Ing. I. Christov)	19
2.1. Definícia paliva	19
2.2. Druhy paliv	19
2.2.1. Plynné palivá	20
2.2.2. Skvapalnené plynné palivá	22
2.2.3. Kvapalné palivá	23
2.3. Chemické zloženie a vlastnosti kvapalných paliv	25
2.4. Fyzikálne vlastnosti kvapalných paliv	26
2.4.1. Destilačné krivky	26
2.4.2. Destilačný zvyšok	28
2.4.3. Hustota paliva	28
2.4.4. Viskozita paliv	28
2.5. Hodnotenie kvapalných paliv	29
2.5.1. Výhrevnosť paliva	29
2.5.2. Antidetonačné vlastnosti paliv	29
2.5.3. Zlepšovanie antidetonačných vlastností paliv	32
2.5.4. Cetánové číslo	34
2.6. Používané kvapalné palivá	36
2.6.1. Letecké benzíny	36
2.6.2. Automobilové benzíny	36
2.6.3. Petroleje	37
2.6.4. Motorové nafty	37
2.7. Záver	37
3. Termochémia kvapalných paliv (Ing. A. Podolák, CSc.)	38
3.1. Základné chemické reakcie pri spaľovaní	38
3.2. Množstvo kyslíka a vzduchu potrebné na spaľenie 1 kg paliva	39
3.2.1. Teoretické množstvo kyslíka a vzduchu potrebné na dokonalé spaľenie 1 kg paliva *	40
3.2.2. Teoretické množstvo kyslíka a vzduchu potrebné na nedokonalé spaľenie 1 kg paliva	42
3.3. Súčiniteľ prebytku vzduchu	43

3.4.	Množstvo produktov pri horení paliva vo valci	44
3.4.1.	Množstvo čerstvej náplne	44
3.4.2.	Množstvo spalín	45
3.4.3.	Množstvo zvyškov spalín	48
3.4.4.	Množstvo pracovnej náplne	50
3.5.	Záver	50
4.	Teoretické diagramy pracovných obehov piestových motorov (Ing. A. Podolák, CSc.)	51
4.1.	Základné pojmy	51
4.2.	Predpoklady na riešenie teoretických diagramov	51
4.3.	Teoretické diagramy pracovného obehu naftového motora – zmiešaný cyklus	52
4.3.1.	Určenie objemov	52
4.3.2.	Určenie tlakov	53
4.3.3.	Určenie teplôt	54
4.3.4.	Teplná (termická) účinnosť motora so zmiešaným cyklom	55
4.4.	Teoretické diagramy pracovného obehu benzínového motora – cyklus s izochorickým spaľovaním	56
4.4.1.	Určenie objemov	57
4.4.2.	Určenie tlakov	57
4.4.3.	Určenie teplôt	57
4.4.4.	Teplná účinnosť motora s cyklom s izochorickým spaľovaním	58
4.5.	Teoretické diagramy pracovných obehov prepíňaných motorov	58
4.5.1.	Tlakový diagram teoretického obehu prepíňaného motora s cyklom s izochorickým spaľovaním	60
4.5.2.	Tlakový diagram prepíňaného štvortaktného motora s mechanickým pohonom dýchadla od motora	62
4.5.3.	Tlakový diagram prepíňaného štvortaktného motora s pohonom dýchadla turbinou na výfukové plyny	65
4.6.	Záver	66
4.6.1.	Základné určujúce hodnoty jednotlivých obehov	66
5.	Skutočné behy piestových spaľovacích motorov (Ing. A. Podolák, CSc.)	71
5.1.	Základné pojmy	71
5.2.	Nasávanie	71
5.2.1.	Určenie tlaku na konci nasávacieho zdvihu p_1	72
5.2.2.	Určenie teploty na konci nasávacieho zdvihu T_1	74
5.3.	Kompresia	75
5.3.1.	Určenie tlaku na konci kompresie p_2	76
5.3.2.	Určenie teploty na konci kompresie T_2	78
5.4.	Horenie	79
5.4.1.	Určenie tlaku na konci horenia p_3	79
5.4.2.	Určenie teploty na konci horenia T_3	80
5.4.3.	Odchýlky výpočtových diagramov od indikátorových diagramov	84
5.5.	Expanzia	86
5.5.1.	Určenie tlaku na konci expanzie p_4	86
5.5.2.	Určenie teploty na konci expanzie T_4	87
5.6.	Výfuk	88
5.6.1.	Tlak na konci výfuku p_5	89
5.6.2.	Teplota na konci výfuku T_5	89
5.6.3.	Výfuk u dvojtaktných motorov	89

5.7.	Určenie stredného indikovaného tlaku	91
5.7.1.	Stredný indikovaný tlak naftových motorov	91
5.7.2.	Stredný indikovaný tlak benzínových motorov	94
5.8.	Vplyv negatívnej plochy diagramu na niektoré parametre motora	94
5.8.1.	Vplyv negatívnej plochy na tepelnú účinnosť	95
5.9.	Záver	95
6.	Tvorba zmesi (Ing. A. Podolák, CSc.)	96
6.1.	Tvorba zmesi pri kvapalných palivách	96
6.2.	Tvorba zmesi pri naftových motoroch	97
6.2.1.	Tvorba zmesi pri naftových motoroch s priamym vstrekom paliva	98
6.2.2.	Tvorba zmesi pri naftových motoroch s komôrkou	101
6.3.	Tvorba zmesi pri benzínových motoroch	104
6.3.1.	Tvorba zmesi pri benzínových karburátorových motoroch	104
6.3.2.	Tvorba zmesi pri benzínových motoroch so vstrekom benzínu	107
6.4.	Záver	108
7.	Zapálenie a horenie zmesi (Ing. A. Podolák, CSc.)	110
7.1.	Vznietenie a horenie paliva v naftových motoroch	112
7.2.	Šírenie plameňa a rýchlosť horenia v naftových motoroch	115
7.3.	Vznik dymenia v naftových motoroch	117
7.4.	Zapálenie a horenie paliva v benzínových motoroch	118
7.5.	Tvorba kyslíčnika uhoľnatého	121
7.6.	Záver	122
8.	Kontrola dokonalosti spalování (Ing. V. Křepelka, CSc.)	123
8.1.	Analýza zplodín hoření	123
8.2.	Spalovací trojúhelník pro spalování v benzínových motorech s dostatečným přebytkem vzduchu	124
8.3.	Spalovací trojúhelník pro spalování v benzínových motorech s malým nebo negativním přebytkem vzduchu	130
8.4.	Spalovací trojúhelník pro spalování v naftových motorech s tvorbou sazí	134
8.5.	Řešení pro spalování v naftových motorech s tvorbou kyslíčniku uhelnatého	139
8.6.	Závěr	141
9.	Tepelná rozvaha spalovacích motorů (Doc. ing. M. Růžička, CSc.)	143
10.	Účinnosti spalovacího motoru (Ing. V. Křepelka, CSc.)	147
10.1.	Chemická účinnost spalování	147
10.2.	Tepelná účinnost	149
10.3.	Stupeň plnosti diagramu	154
10.4.	Indikovaná účinnost	155
10.5.	Mechanická účinnost	156
10.6.	Celková účinnost	157
10.7.	Objemová a plnicí účinnost	158
10.8.	Závěr	161
11.	Základní veličiny a porovnávací hlediska spalovacích motorů (Ing. V. Křepelka, CSc.)	163
11.1.	Základní veličiny spalovacích motorů	163
11.1.1.	Konstrukční veličiny	163
11.1.2.	Provozní veličiny	164
11.1.3.	Termodynamické veličiny	166
11.1.4.	Veličiny z teorie výměny náplně válce	166
11.1.5.	Veličiny klikového ústrojí	166
11.1.6.	Veličiny rozvodného a regulačního ústrojí	167

11.2.	Porovnávání hlediska spalovacích motorů	167
11.2.1.	Hledisko dynamické	167
11.2.2.	Hledisko technologické	170
11.2.3.	Hledisko termomechanické	170
11.2.4.	Hledisko geometrické podobnosti	171
11.2.5.	Hledisko provozní	173
11.2.6.	Hledisko hospodárnosti	174
12.	Základní technický výpočet motoru (Doc. ing. M. Růžička, CSc., Ing. V. Křepelka, CSc.)	177
12.1.	Předpoklady pro základní výpočet	177
12.2.	Výpočet hlavních rozměrů motoru	178
12.3.	Výpočet středního užitečného tlaku	181
12.4.	Točivý moment motoru	183
12.5.	Základní výpočet palivové soustavy naftových motorů	184
12.5.1.	Rozměry podávacího čerpadla	184
12.5.2.	Rozměry vstřikovacího čerpadla	186
12.5.3.	Orientační výpočet vstřikovací trysky	188
12.5.4.	Výpočet karburátoru	189
12.6.	Mazací soustava	190
12.7.	Chladicí soustava	191
12.8.	Rozvodné ústrojí	193
13.	Charakteristiky spalovacích motorů (Doc. ing. M. Růžička, CSc.)	195
13.1.	Charakteristiky spalovacích motorů jako vzájemná závislost provozních veličin	195
13.2.	Rozdělení charakteristik	195
13.3.	Teoretické průběhy užitečného výkonu a točivého momentu	198
13.4.	Regulátorová větev charakteristiky	200
13.5.	Součinitel využití výkonu motoru v pracovní oblasti regulátorové charakteristiky	205
13.6.	Použití rychlostních charakteristik pro hodnocení tahových vlastností zemědělských traktorů	207
13.7.	Vliv změny odporu zemědělských strojů na zatížení spalovacího motoru	210
14.	Klíkové ústrojí (Doc. ing. M. Růžička, CSc.)	215
14.1.	Kinematika centrického klikového ústrojí	215
14.1.1.	Dráha pístu	215
14.1.2.	Rychlost pístu	217
14.1.3.	Zrychlení pístu	218
14.2.	Kinematika excentrického klikového ústrojí	219
14.2.1.	Dráha pístu	219
14.2.2.	Rychlost pístu	221
14.2.3.	Zrychlení pístu	221
14.3.	Dynamika centrického klikového ústrojí	221
14.3.1.	Základní síly	222
14.3.2.	Hmotnosti posuvných a otáčejících se částí klikového ústrojí	224
14.3.3.	Rozklad sil v klikovém ústrojí	226
14.3.4.	Točivý moment motoru	227
14.4.	Dynamika excentrického klikového ústrojí	228
14.5.	Nerovnoměrnost běhu pístové spalovacího motoru	228
14.5.1.	Nerovnoměrnost běhu spalovacího motoru vlivem tečných sil	229
14.5.2.	Diagramy tangenciálních sil	230

15. Motory s rotujícím pístem (Ing. V. Křepelka, CSc.)	235
15.1. Motory s rotačním pohybem pístu	235
15.2. Motory s kývavým pohybem pístu	236
15.3. Motory s krouživým pohybem pístu	237
15.3.1. Konstrukce Wankelova motoru	237
15.3.2. Pracovní oběh Wankelova motoru	238
15.3.3. Základní kinematika Wankelova motoru	241
15.3.4. Základní dynamika Wankelova motoru	245
15.3.5. Základní výpočty Wankelova motoru	247
15.4. Porovnání motorů s rotujícím pístem s klasickými pístovými motory	250
15.4.1. Výhody Wankelova motoru	250
15.4.2. Nevýhody Wankelova motoru	251
16. Základní údaje pro zkoušení spalovacích motorů (Ing. V. Křepelka, CSc.)	254
16.1. Rozdělení zkoušek motorů	254
16.1.1. Kontrolní zkoušky	254
16.1.2. Typové a prototypové zkoušky	254
16.1.3. Výzkumné a vývojové zkoušky	254
16.2. Zkušební podmínky	256
16.3. Přepočet naměřených hodnot	257
17. Zjišťování průběhu pracovního procesu (Ing. V. Křepelka, CSc.)	262
17.1. Účel a požadavky	262
17.2. Přístroje pro měření průběhu pracovního procesu	262
17.2.1. Elektrické indikátory	263
17.2.2. Kombinované indikátory	271
17.3. Určení středního indikovaného tlaku	274
18. Zjišťování veličin pro charakteristiky spalovacích motorů (Ing. V. Křepelka, CSc.)	276
18.1. Požadavky na měření veličin	276
18.1.1. Veličiny pro charakteristiky	276
18.1.2. Požadavky na zařízení	276
18.2. Měření otáček	277
18.2.1. Mechanické otáčkoměry	277
18.2.2. Magnetické otáčkoměry	277
18.2.3. Elektrické otáčkoměry	278
18.2.4. Elektronické otáčkoměry	279
18.3. Zjišťování točivého momentu a užitečného výkonu motoru	281
18.3.1. Výkonové brzdy	282
18.3.2. Torzní dynamometry	289
18.3.3. Jiné způsoby zjišťování užitečného výkonu motoru	291
18.4. Zjišťování spotřeby paliva	291
18.4.1. Druhy spotřeb paliva	291
18.4.2. Palivoměry	292
18.5. Měření teplot	293
18.5.1. Snímače teploty	293
18.5.2. Ukazovací a zapisovací přístroje	296
18.6. Metodika snímání charakteristik	296
18.6.1. Rozsah a počet měření	297
18.6.2. Stanovení hlavních veličin	297
18.6.3. Záznam výsledků zkoušek	298
18.6.4. Použití charakteristik	298

19. Zjišťování účinnosti spalovacích motorů (Ing. V. Křepelka, CSc.)	299
19.1. Účel zjišťování účinnosti a požadavky na měření	299
19.2. Zjišťování chemické účinnosti spalování	299
19.2.1. Analýza plyných výfukových exhalací	299
19.2.2. Měření kouřivosti naftového motoru	307
19.2.3. Výpočet chemické účinnosti z naměřených hodnot	313
19.3. Zjišťování mechanické účinnosti motoru	314
19.3.1. Určení mechanické účinnosti metodou zjištění ztrátového výkonu z křivky časové spotřeby paliva	315
19.3.2. Zjišťování mechanické účinnosti metodou postupného vypínání válců	316
19.4. Zjišťování objemové účinnosti motoru	317
19.4.1. Měření množství vzduchu tělesovým plynoměrem	318
19.4.2. Měření množství vzduchu pomocí clon a clonkových tratí	318
19.4.3. Měření množství vzduchu Thomasovým válcem	323
20. Laboratoře spalovacích motorů (Ing. V. Křepelka, CSc.)	326
20.1. Laboratoře pro běžný výzkum	326
20.1.1. Zařízení laboratoří	326
20.1.2. Vybavení laboratoří	329
20.2. Speciální laboratoře	330
20.2.1. Laboratoře pro měření výfukových emisí	330
20.2.2. Laboratoře s programově řízeným zkušebním stanovištěm	331
Hlavní normy z oboru spalovací motory	334
Seznam použité literatury	337
Slovensko-český slovníček	338
Česko-slovenský slovníček	339
Rejstřík slovenské části	341
Rejstřík české části	343