

# OBSAH

	Předmluva . . . . .	10
	Úvod . . . . .	11
1.	Vývoj spalovacích motorů . . . . .	11
2.	Všeobecné pojmy a základní názvy . . . . .	13
	Přehled základních označení a příslušných jednotek . . . . .	15
	Literatura . . . . .	21
<b>I.</b>	<b>Popis pracovního oběhu</b> . . . . .	<b>23</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	23
1.	Základní pojmy . . . . .	23
2.	Složky směsi . . . . .	26
2.1	Paliva . . . . .	26
2.2	Vzduch . . . . .	36
3.	Způsoby přípravy směsi . . . . .	37
4.	Poměr směřování a výhřevnost směsi . . . . .	41
5.	Plnění válce . . . . .	43
6.	Stlačování . . . . .	47
7.	Spalování . . . . .	51
7.1	Spalování připravené směsi . . . . .	52
7.2	Spalování nesnadno odpařitelných paliv . . . . .	69
7.3	Výsledek spalování . . . . .	79
8.	Pracovní zdvih . . . . .	80
9.	Odstraňování zplodin hoření z válce . . . . .	82
10.	Využití tepla výfukových plynů . . . . .	84
11.	Využití tepla, jež vzniklo shořením paliva ve válci motoru . . . . .	84
12.	Zneškodňování výfukových plynů . . . . .	87
	Literatura . . . . .	88
<b>II.</b>	<b>Termomechanika pracovního oběhu</b> . . . . .	<b>89</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	89
1.	Základní pojmy . . . . .	90
2.	Porovnávací diagramy . . . . .	91
2.1	Diagram ideálního oběhu v zážehovém motoru . . . . .	91
2.2	Diagram ideálního oběhu ve vznětovém motoru . . . . .	94
2.3	Diagram přeplňovaného motoru . . . . .	98
2.3.1	Základní pojmy . . . . .	98
2.3.2	Dmýhadlo je poháněno pomocným zdrojem . . . . .	102
2.3.3	Pohon odstředivého dmýhadla je mechanicky spojen s motorem . . . . .	103
2.3.4	Pohon zubového dmýhadla je mechanicky spojen s motorem . . . . .	105
2.3.5	Pohon dmýhadla je mechanicky spojen s motorem a ve výtlaku dmýhadla je chladič . . . . .	106
2.3.6	Dmýhadlo je poháněno turbínou na výfukové plyny . . . . .	106
2.4	Přeplňování letadlového motoru s turbodmýhadlem . . . . .	111
2.5	Přeplňování stacionárních a dopravních motorů s turbodmýhadlem . . . . .	113
2.5.1	Turbína i dmýhadlo jsou mechanicky spojeny s hřídelem motoru . . . . .	113
2.5.2	Turbodmýhadlo je hydraulicky spojeno s hřídelem motoru . . . . .	114
2.5.3	Složené uspořádání dmýhadla a turbodmýhadla s motorem . . . . .	114

2.5.4	Zvláštní uspořádání motoru s turbodmyčadlem . . . . .	115
3.	Odchytky skutečných diagramů od diagramů teoretických . . . . .	117
3.1	Vliv proměnlivosti měrných tepel, objemové kontrakce a disociace . . . . .	117
3.2	Vliv zbytků zplodin hoření . . . . .	128
3.3	Vliv průběhu spalování . . . . .	131
3.4	Vliv tepla sdíleného stěnami . . . . .	134
3.5	Vliv nedokonalého hoření, netěsnosti a výměny obsahu válce . . . . .	136
4.	Součinitele účinnosti . . . . .	138
	Literatura . . . . .	140
<b>III.</b>	<b>Vyplachování dvoudobých motorů . . . . .</b>	<b>141</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	141
1.	Základní pojmy . . . . .	146
2.	Volný výfuk . . . . .	150
2.1	Základní pojmy . . . . .	150
2.2	Volný výfuk při prvním období výtoku . . . . .	150
2.3	Volný výfuk při druhém období výtoku . . . . .	152
2.4	Průtokový průřez rozvodového orgánu . . . . .	157
2.5	Směrnice pro výpočet výfukového orgánu . . . . .	158
2.6	Přestup tepla . . . . .	159
2.7	Výtokový součinitel . . . . .	161
2.8	Využití energie výfukových plynů . . . . .	164
3.	Vyplachování . . . . .	172
3.1	Základní pojmy . . . . .	172
3.2	Souvislost mezi množstvím vyplachovacím a dopraveným . . . . .	172
3.3	Vyplachování válce při tlakovém poměru menším než kritickém . . . . .	176
3.4	Přibližný výpočet vyplachování . . . . .	184
3.5	Teplota směsi vzduchu a zplodin hoření ve válci . . . . .	190
3.6	Průtokové součinitele při vyplachování . . . . .	193
3.7	Způsoby vedení vyplachovacího proudu . . . . .	194
3.7.1	Symetrický rozvod . . . . .	194
3.7.2	Nesymetrický rozvod . . . . .	203
4.	Dodatečné vyprazdňování . . . . .	205
5.	Doplňování . . . . .	207
6.	Vyplachování směsí vzduchu a paliva . . . . .	209
6.1	Základní pojmy . . . . .	209
6.2	Vyplachování vzduchem a palivem . . . . .	210
6.3	Ztráta paliva vyplachováním, dodatečným vyplachováním a vyprazdňováním . . . . .	214
6.4	Ztráta paliva obohacením zbytků zplodin . . . . .	215
7.	Souvislost mezi vyplachováním, středním užitečným tlakem a celkovou účinností motoru . . . . .	217
8.	Vyplachování dvoudobého motoru s plněním z klikové skříňe . . . . .	221
8.1	Základní pojmy . . . . .	221
8.2	Vyplachování při tlakovém poměru menším než kritickém . . . . .	223
8.3	Přibližný výpočet vyplachování . . . . .	225
8.4	Výpočet nasávacího průřezu . . . . .	226
8.5	Účinek vyplachování, výkon a hospodárnost motoru . . . . .	227
9.	Vyplachování motoru pístovým dmyčadlem . . . . .	233
9.1	Základní pojmy . . . . .	233
9.2	Vyplachování motoru pístovým dmyčadlem s klikovým mechanismem . . . . .	234
9.3	Vyplachování motoru zubovým dmyčadlem . . . . .	234
10.	Vyplachování motoru při proměnlivém tlaku ve výfuku . . . . .	238
11.	Vliv počtu otáček a atmosférických poměrů na vyplachování . . . . .	238
	Literatura . . . . .	242
<b>IV.</b>	<b>Výměna obsahu válce u čtyřdobých motorů . . . . .</b>	<b>243</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	243
1.	Základní pojmy . . . . .	245
2.	Výfuk . . . . .	245
3.	Vyplachování spalovacího prostoru . . . . .	247
4.	Plnění válce . . . . .	248
5.	Práce přípravného oběhu . . . . .	257

6.	Vliv dmýchadla přeplňovaného motoru na výměnu obsahu válce . . . . .	258
7.	Využití energie výfukových plynů . . . . .	262
7.1	Základní pojmy . . . . .	262
7.2	Vliv provozních podmínek na rovnovážný stav motoru, turbíny a dmýchadla . . . . .	271
7.2.1	Turbosoustrojí pneumaticky spojené s motorem . . . . .	272
7.2.2	Turbína a dmýchadlo mechanicky spojené s motorem . . . . .	279
7.2.3	Turbosoustrojí spojené s motorem pneumaticky. Jeden stupeň dmýchadla spojený s motorem mechanicky . . . . .	280
	Literatura . . . . .	281
<b>V.</b>	<b>Kmity v potrubí . . . . .</b>	<b>282</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	282
1.	Základní pojmy . . . . .	284
2.	Součinitel odrazu a průzračnosti . . . . .	287
3.	Stojaté vlny v potrubí . . . . .	297
4.	Zdroje buďících kmitů . . . . .	306
5.	Vynucené kmity a rezonance . . . . .	313
6.	Výpočet kmitů vyvolaných pohybem pístu v plnicím potrubí . . . . .	317
7.	Výpočet kmitů ve výfukovém potrubí . . . . .	324
8.	Výpočet kmitů při vyplachování válce a spalovacího prostoru . . . . .	328
8.1	Vyplachovací a výfukové potrubí dvoudobého motoru bez dmýchadla . . . . .	328
8.2	Vyplachování spalovacího prostoru čtyřdobého motoru . . . . .	329
8.3	Vyplachování dvoudobého motoru s dmýchadlem . . . . .	330
9.	Kmitání plynu v trojrozměrném prostoru . . . . .	330
10.	Přechodové jevy kmitání v potrubí . . . . .	332
11.	Metoda charakteristik . . . . .	335
11.1	Vlnová rovnice . . . . .	335
11.2	Rovnice nestacionárního izentropického proudění . . . . .	339
12.	Směrnice pro konstrukci potrubí . . . . .	342
	Literatura . . . . .	344
<b>VI.</b>	<b>Charakteristiky spalovacího motoru . . . . .</b>	<b>345</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	345
1.	Provozní oblasti . . . . .	346
2.	Vlivy na výkon a točivý moment . . . . .	352
3.	Základní charakteristiky . . . . .	356
4.	Zvláštní charakteristiky . . . . .	366
4.1	Výšková charakteristika . . . . .	366
4.2	Univerzální charakteristika . . . . .	368
4.3	Charakteristika motoru při volnoběhu . . . . .	368
4.4	Charakteristika motoru v závislosti na libovolném činiteli . . . . .	369
4.5	Přechodová charakteristika . . . . .	370
<b>VII.</b>	<b>Příprava směsi u benzínových motorů . . . . .</b>	<b>371</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	371
1.	Karburace . . . . .	373
1.1	Všeobecné požadavky . . . . .	373
1.2	Průtok vzduchu a paliva karburátorem . . . . .	379
1.3	Zařízení na změnu součinitele přebytku vzduchu . . . . .	383
1.3.1	Přídavný vzduch . . . . .	383
1.3.2	Přídavné palivo . . . . .	384
1.3.3	Pneumatická korekce průtoku paliva . . . . .	385
1.3.4	Výšková korekce směsi . . . . .	387
1.4	Pomocná zařízení karburátoru . . . . .	389
1.4.1	Spouštění a chod motoru naprázdno . . . . .	389
1.4.2	Akcelerační zařízení . . . . .	391
1.4.3	Obohacovací zařízení . . . . .	392
1.4.4	Ochuzovací zařízení . . . . .	393
1.4.5	Spořič běhu naprázdno . . . . .	394
1.4.6	Vliv atmosférických podmínek . . . . .	394
1.4.7	Vliv viskozity paliva . . . . .	394
1.5	Rozprášení paliva . . . . .	397

1.6	Odpařování paliva a vnitřní chlazení . . . . .	401
2.	Vstřikování snadno odpařitelných paliv . . . . .	407
3.	Spalovací prostory benzínových motorů . . . . .	415
	Literatura . . . . .	419
<b>VIII.</b>	<b>Příprava směsi u naftových motorů . . . . .</b>	<b>420</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	420
1.	Spalovací prostory naftových motorů . . . . .	424
1.1	Základní pojmy . . . . .	424
1.2	Spalovací prostory s přímým vstřikem . . . . .	426
1.2.1	Zhodnocení . . . . .	426
1.2.2	Pohyb vzduchu . . . . .	430
1.2.2.1	Vliv tvaru spalovacího prostoru na rozprouzení vzduchu . . . . .	430
1.2.2.2	Rozprouzení vzduchu úpravou plnicího kanálu a ventilu . . . . .	445
1.2.2.3	Rozprouzení vzduchu vstřikem paliva . . . . .	447
1.2.2.4	Rozprouzení vzduchu tlakovými vlnami při hoření . . . . .	448
1.2.2.5	Proudění vzduchu působením přestupujícího tepla a tepla z hoření . . . . .	455
1.2.2.6	Pohyb složek směsi plynů a par ve spalovacím prostoru . . . . .	456
1.3	Spalovací prostory s tlakovou komůrkou . . . . .	465
1.3.1	Zhodnocení . . . . .	465
1.3.2	Pohyb vzduchu . . . . .	472
1.4	Spalovací prostory s vírovou komůrkou . . . . .	481
1.4.1	Zhodnocení . . . . .	481
1.4.2	Pohyb vzduchu . . . . .	483
1.5	Spalovací prostory se vzduchovou komůrkou . . . . .	488
1.5.1	Zhodnocení . . . . .	488
1.5.2	Pohyb vzduchu . . . . .	489
1.6	Porovnání naftových motorů . . . . .	490
2.	Rozprášení paliva . . . . .	496
3.	Palivové ústrojí . . . . .	510
3.1	Základní pojmy . . . . .	510
3.2	Vstřikovací čerpadlo . . . . .	511
3.2.1	Rozdělení vstřikovacích čerpadel podle regulace . . . . .	511
3.2.2	Rozdělení vstřikovacích čerpadel podle uspořádání . . . . .	516
3.2.3	Charakteristika vstřikovacího čerpadla . . . . .	517
3.2.4	Přizpůsobení charakteristiky podmínkám provozu motoru . . . . .	520
3.2.5	Dodávka paliva při volnoběhu . . . . .	523
3.2.6	Zpoždění výstřiku . . . . .	525
3.2.7	Základní směrnice pro konstrukci . . . . .	527
3.3	Vstřikovací ventily . . . . .	529
3.3.1	Rozdělení . . . . .	529
3.3.2	Vstřik paliva v době průtahu vznícení . . . . .	533
3.3.3	Zákon výstřiku paliva . . . . .	538
3.3.4	Konec výstřiku . . . . .	539
3.3.5	Základní směrnice pro konstrukci . . . . .	542
4.	Proudění paliva ve výtlačném prostoru . . . . .	543
4.1	Základní pojmy . . . . .	543
4.2	Základní rovnice pro výpočet nestacionárního průtoku . . . . .	544
4.3	Změny v průtoku paliva u vstřikovacího čerpadla . . . . .	547
4.4	Změny v průtoku paliva u uzavřené trysky . . . . .	550
4.5	Změny v průtoku paliva u otevřené trysky . . . . .	554
4.6	Změny v průtoku paliva u polouzavřené trysky . . . . .	554
4.7	Závěr . . . . .	555
5.	Regulace výkonu motoru . . . . .	555
5.1	Způsoby regulace . . . . .	555
5.2	Regulátory . . . . .	558
5.2.1	Základní pojmy . . . . .	558
5.2.2	Regulátory omezovací . . . . .	561
5.2.3	Regulátory výkonnostní . . . . .	562
5.2.4	Současné ovládání několika motorů . . . . .	565
5.2.5	Přesuvník vstřiku . . . . .	567
	Literatura . . . . .	568

<b>IX.</b>	<b>Příprava směsi u ostatních druhů spalovacích motorů . . . . .</b>	<b>569</b>
1.	Plynové motory . . . . .	569
1.1	Plynové motory se zážehovým zapalováním . . . . .	569
1.2	Plynové motory se vznětovým zapalováním . . . . .	573
1.3	Provedení plynových motorů . . . . .	573
2.	Vozidlové motory na stlačený plyn . . . . .	574
3.	Motory se zárovým zapalováním . . . . .	576
	Literatura . . . . .	577
<b>X.</b>	<b>Zapálení a hoření paliva v motoru . . . . .</b>	<b>578</b>
	Přehled zvláštních označení a příslušných jednotek . . . . .	578
1.	Základní pojmy . . . . .	580
2.	Základní pojmy z termochemie . . . . .	582
3.	Základní pojmy z chemické kinetiky . . . . .	584
4.	Vývin tepla při reakci . . . . .	590
4.1	Rychlostní konstanta . . . . .	590
4.2	Kinetika řetězových reakcí . . . . .	598
4.3	Hoření uhlovodíkových paliv . . . . .	607
4.4	Spalování připravené směsi . . . . .	613
4.5	Difúzní spalování . . . . .	629
4.5.1	Základní pojmy . . . . .	629
4.5.2	Příprava směsi difúzí . . . . .	631
4.5.3	Vypařování kapalného paliva k tvoření směsi difúzí . . . . .	638
4.5.4	Proudové schéma hoření paliva . . . . .	648
4.5.4.1	Spalování palivového filmu . . . . .	648
4.5.4.2	Spalování částic paliva v proudu paralelním a otáčivém . . . . .	650
4.5.4.3	Spalování částic paliva v prostředí víru . . . . .	651
4.5.5	Spalovací prostory s difúzním tvořením směsi . . . . .	657
4.6	Spalování za nízkých a vysokých teplot . . . . .	658
4.7	Podmínky pro spalování v naftových motorech . . . . .	660
4.8	Podmínky pro spalování v benzínových motorech . . . . .	673
	Literatura . . . . .	676
<b>XI.</b>	<b>Tabulková příloha . . . . .</b>	<b>677</b>
	Rejstřík . . . . .	691