

OBSAH

	Předmluva	11
	Seznam základních označení a indexů	13
1	ÚVOD	17
1.1	Význam a obsah nauky o teple	17
1.2	Návod, jak pracovat s průvodcem	18
2	FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY NAUKY O TEPLE	20
2.1	Základní pojmy	20
2.1.1	Soustava jednotek	20
2.1.2	Důležité konstanty	20
2.1.3	Definice základních pojmů	21
2.2	Zákony termodynamiky	25
2.2.1	Zákon o zachování hmotnosti	25
2.2.2	Zákon o zachování hybnosti	28
2.2.3	Zákon o zachování energie	30
2.2.4	Zákon růstu entropie	38
2.2.5	Diferenciální vztahy mezi stavovými veličinami	42
2.2.6	Základy statistické termodynamiky	44
2.2.7	Základy termodynamiky nevratných dějů	47
	Literatura ke kapitole 2.	51
3	TEPELNÉ VLASTNOSTI LÁTEK	53
3.1	Termodynamické vlastnosti plynů	54
3.1.1	Ideální plyny	54
3.1.2	Reálné plyny	58
3.1.3	Směsi plynů	63
3.1.4	Termochemická data plynů	70
3.2	Transportní vlastnosti plynů	73
3.2.1	Teoretické podklady	73
3.2.2	Transportní součinitele čistých plynů	75
3.2.3	Transportní součinitele směsi plynů	78
3.3	Termodynamické vlastnosti látek při rovnováze mezi plynnou, kapalnou a tuhou fází	81
3.3.1	Podmínky rovnováhy fází	82
3.3.2	Trojný a kritický bod	84
3.3.3	Čisté látky	87
3.3.4	Směsi látek	91

3.3.5	Tepla fázových přechodů	92
3.4	Tepelné vlastnosti kapalin	94
3.4.1	Termodynamické vlastnosti čistých kapalin	94
3.4.2	Termodynamické vlastnosti směsí kapalin	100
3.4.3	Transportní součinitele čistých kapalin	100
3.4.4	Transportní součinitele směsí kapalin	104
3.4.5	Termofyzikální vlastnosti vysokoteplotních teplotnosných látek	105
3.5	Tepelné vlastnosti tuhých těles	108
3.5.1	Termodynamické vlastnosti	109
3.5.2	Tepelná vodivost	119
3.6	Součinitele záření	124
	Literatura ke kapitole 3.	126
4	TEPELNÉ DĚJE	133
4.1	Základní tepelné děje	134
4.1.1	Děje v ideálních plynech	135
4.1.2	Děje v reálných plynech a párách	142
4.1.3	Děje v kondenzovaných fázích látek	145
4.1.4	Děje při změnách fází látek	146
4.1.5	Děje ve směších plynů a par	150
4.1.6	Děje v obecných termodynamických soustavách	155
4.2	Typicky nevratné děje	156
4.2.1	Mechanické děje, škracení	157
4.2.2	Vyrovňávání teplot	161
4.2.3	Směšovací děje	163
4.3	Tepelné děje při proudění plynů a par	169
4.3.1	Proudění plynů a par tryskami a difuzory	178
4.3.2	Proudění viskózních plynů a par potrubím	191
4.3.3	Proudění plynů a par s přenosem tepla	195
4.3.4	Průtok plynů a par stroji a přístroji	200
	Literatura ke kapitole 4.	200
5	PŘEMĚNY TEPELNÉ ENERGIE	203
5.1	Spalování	203
5.1.1	Dokonalé spalování tuhých a kapalných paliv	204
5.1.2	Spalování za přebytku vzduchu	206
5.1.3	Spalování plyných paliv	208
5.1.4	Přibližný výpočet $V_{v\min}$ a $V_{s\min}$ z výhřevnosti paliva	210
5.1.5	Nedokonalé spalování paliv	211
5.1.6	Kontrola spalování	213
5.1.7	Dynamika spalování	216
5.1.7.1	Kinetické spalování	217
5.1.7.2	Heterogenní reakce	220
5.1.7.3	Difúzní spalování	220
5.2	Jaderná energie	223

5.2.1	Vazebná energie a její uvolňování	223
5.2.2	Vývin tepla v jaderném reaktoru	229
5.2.3	Bilance neutronů v aktivní zóně energetického jaderného reaktoru (s tepelnými neutrony)	232
5.2.4	Základní typy energetických jaderných reaktorů	237
5.3	Základní tepelné oběhy a jejich úpravy	245
5.3.1	Hlavní teoretické vztahy	246
5.3.2	Obrácené (levotočivé) oběhy	251
5.3.3	Tepelné oběhy pístových motorů	255
5.3.4	Tepelný oběh plynové turbíny a jeho karnotizační úpravy	261
5.3.5	Parní oběh a jeho karnotizační úpravy	271
5.3.6	Speciální oběhy plynových a parních turbín	279
5.4	Přímé způsoby přeměny energie a kombinování oběhů	285
5.4.1	Přímé přeměny pro malé a střední výkony	285
5.4.2	Magnetohydrodynamická (MHD) přeměna energie	293
5.4.3	Kombinování přeměn energie	299
5.4.4	Paroplynové oběhy	304
5.4.5	Některé další kombinace	308
5.4.6	Perspektivy přeměny energie	313
	Literatura ke kapitole 5.	315
6	SDÍLENÍ TEPLA	317
6.1	Časově stálé vedení tepla	317
6.1.1	Základní vztahy a pojmy	317
6.1.2	Časově stálé vedení tepla rovinnou stěnou	319
6.1.3	Časově stálé vedení tepla válcovou stěnou	320
6.1.4	Časově stálé vedení tepla kulovou stěnou	322
6.2	Časově stálý prostup tepla	324
6.2.1	Časově stálý prostup tepla rovinnou stěnou	324
6.2.2	Časově stálý prostup tepla válcovou stěnou	326
6.2.3	Časově stálý prostup tepla kulovou stěnou	327
6.2.4	Minimální a kritický průměr izolace potrubí	328
6.2.5	Tepelné ztráty potrubí	330
6.3	Časově neustálené vedení tepla	331
6.3.1	Ohřev a ochlazování těles v prostředí stálé teploty	333
6.3.1.1	Vedení tepla při ohřevu nebo ochlazování neohraničené stěny rovinné v prostředí stálé teploty	333
6.3.1.2	Vedení tepla při ohřevu nebo ochlazování délkově neohraničeného válce v prostředí stálé teploty	337
6.3.1.3	Vedení tepla při ohřevu nebo ochlazování koule v prostředí stálé teploty	340
6.3.2	Ohřev a ochlazování těles při malých Biotových číslech	342
6.3.3	Ohřev a ochlazování těles při velkých Biotových číslech	344
6.3.4	Termokinetika polomasívu	348
6.3.4.1	Ohřev a ochlazování polomasívu při stálé teplotě povrchové roviny	348
6.3.4.2	Ochlazování polomasívu při změně skupenství kapalného v tuhé	349

6.3.4.3	Ohřev a ochlazování polomasívu v prostředí stálé teploty	351
6.3.4.4	Termokinetika polomasívu s periodicky proměnnou teplotou na povrchové rovině polomasívu	353
6.3.4.5	Pole teplotních rozdílů polomasívu při periodické změně teploty okolního prostředí	355
6.3.5	Grafické řešení nestacionárního teplotního pole při ohřevu nebo ochlazování těles v prostředí stálé teploty	356
6.3.6	Metoda elementární rovnováhy	359
6.3.7	Metoda regulárního režimu	359
6.3.8	Vnitřní zdroje tepla	362
6.3.9	Analogony teplotních polí	364
6.4	Sdílení tepla konvekci bez změny skupenství tekutiny	365
6.4.1	Hydrodynamická podobnost	366
6.4.2	Termokinetická podobnost	368
6.4.3	Dimenzionální analýza	370
6.4.4	Přestup tepla při nuceném proudění tekutiny	371
6.4.4.1	Přestup tepla při laminárním proudění tekutiny v trubce	371
6.4.4.2	Přestup tepla při turbulentním proudění tekutiny v trubce	375
6.4.4.3	Přestup tepla v přechodové oblasti proudění tekutiny v trubce	376
6.4.4.4	Přestup tepla v potrubí nekruhového průřezu	377
6.4.5	Přestup tepla při nuceném obtékání těles	379
6.4.5.1	Přestup tepla při nuceném obtékání trubky a nekruhových profilů	379
6.4.5.2	Přestup tepla při nuceném obtékání svazku trubek	381
6.4.5.3	Přestup tepla při nuceném podélném obtékání desky a trubky	384
6.4.5.4	Přestup tepla při nuceném obtékání koule	386
6.4.6	Přestup tepla při volném proudění tekutiny	387
6.4.6.1	Volná konvekce do neohrazeného prostoru	388
6.4.6.2	Volná konvekce ve štěrbině	389
6.4.7	Přestup tepla při proudění tekutých kovů	392
6.4.7.1	Přestup tepla při nuceném proudění tekutých kovů v trubce	392
6.4.7.2	Přestup tepla při nuceném obtékání desky tekutými kovy	393
6.4.7.3	Přestup tepla při volném proudění tekutých kovů	393
6.5	Sdílení tepla konvekci při změně skupenství kapalného v plynné	394
6.5.1	Bublinkový var	394
6.5.1.1	Teoretické vztahy	394
6.5.1.2	Experimentální vztahy	397
6.5.1.3	Bublinkový var v trubce při nuceném proudění vroucí kapaliny	399
6.5.1.4	Mezná hustota tepelného toku při bublinkovém varu	402
6.5.2	Přechodová oblast mezi bublinkovým a blánovým varem	404
6.5.3	Blánový var	405
6.5.4	Odpařování kapek na výhřevné ploše	406
6.5.5	Povrchový var v nedohřáté kapalině	409
6.5.6	Var tekutých kovů	409
6.6	Sdílení tepla konvekci při změně skupenství plynného v kapalné	410
6.6.1	Blánová kondenzace páry	410

6.6.1.1	Teorie blánové kondenzace páry při laminárním proudění vrstvy kondenzátu	410
6.6.1.2	Empirické řešení kondenzace páry při laminárním proudění vrstvy kondenzátu	416
6.6.1.3	Empirické řešení kondenzace páry při turbulentním proudění vrstvy kondenzátu	419
6.6.1.4	Kondenzace páry za přítomnosti inertního plynu	421
6.6.2	Kondenzace páry na volném povrchu kapaliny	422
6.6.3	Kapičková kondenzace páry	425
6.7	Sdílení tepla zářením	425
6.7.1	Základní pojmy a zákony	426
6.7.2	Záření tuhých těles	431
6.7.2.1	Sdílení tepla zářením mezi rovnoběžnými neohrazenými plochami	432
6.7.2.2	Sdílení tepla zářením mezi plochami tvořícími uzavřenou soustavu	435
6.7.2.3	Sdílení tepla zářením mezi plochami obecného tvaru v průteplivém prostředí	439
6.7.3	Záření plynů a par	439
6.7.3.1	Zákon Bouguerův a Beerův	440
6.7.3.2	Sdílení tepla zářením mezi vrstvou plynu a tuhým tělesem	440
	Literatura ke kapitole 6	441
7	VÝMĚNÍKY TEPLA	443
7.1	Teplosměnné elementy	444
7.1.1	Svazky hladkých a žebrovaných trubek	446
7.1.2	Deskové elementy	452
7.1.3	Tepelné trubice	455
7.2	Dvoulátkové výměníky tepla	464
7.2.1	Teoretické základy	466
7.2.2	Průmyslové výměníky tepla	481
7.3	Vicelátkové teplosměnné systémy	493
7.3.1	Vicelátkové systémy s kombinací souproudu a protiproudu	493
7.3.2	Systémy s teponosným prostředníkem	502
7.4	Rotační a reverzační generátory	509
	Literatura ke kapitole 7	515
8	ZÁKLADNÍ PODKLADY PRO HOSPODAŘENÍ TEPEM	517
8.1	Zdroje tepelné energie	517
8.1.1	Využití sluneční energie dopadající na povrch Země	523
8.1.2	Geotermální energie	545
8.2	Spotřeba a zásobování tepelnou energií	552
8.2.1	Potřeba tepla pro vytápění obytných budov	556
8.2.2	Potřeba tepla pro větrání a klimatizaci	560
8.2.3	Potřeba tepla k ohřevu teplé užitkové vody	561
8.2.4	Potřeba tepla pro vytápění sálů a průmyslových objektů	561
8.2.5	Potřeba tepla pro technologické účely	562
8.2.6	Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát výměňkových stanic u rozvodných sítí	563
8.3	Akumulace tepla	563

8.3.1	Akumulace tepla v rozvodném potrubí	565
8.3.2	Akumulace tepla ve vodě parního akumulátoru	566
8.3.3	Akumulace tepla v sypkých materiálech	568
8.3.4	Akumulace využívající skupenského tepla látek	569
8.4	Rozvod tepla	570
8.4.1	Volba teplonosné látky a jejích parametrů	570
8.4.2	Dimenzování tepelných rozvodných sítí	572
8.4.3	Tepelné ztráty rozvodného potrubí a jeho tepelná izolace	574
8.4.4	Určení nejhospodárnější tloušťky izolace	577
8.4.5	Tepelné ztráty při přerušovaném provozu rozvodného potrubí	579
	Literatura ke kapitole 8.	580
	Rejstřík	582