

O B S A H

1. FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI LÁTEK	
1. 1. Veličiny a jednotky dle ČSN 01 1301	1
1. 2. Převodní tabulka jednotek tlaku	3
1. 3. Převodní vztahy zákonných jednotek některých veličin	3
1. 4. Fyzikální konstanty	4
1. 5. Atomová hmotnost některých prvků	4
1. 6. Tepelná vodivost žárovzdorných materiálů	5
1. 7. Tepelná vodivost izolačních materiálů	6
1. 8. Tepelná vodivost stavebních a jiných materiálů	7
1. 9. Tepelná vodivost surového železa a litiny	8
1.10. Tepelná vodivost ocelí	9
1.11. Tepelná vodivost neželezných kovů a slitin	10
1.12. Tepelná vodivost uhlí, koksu a popela	11
1.13. Tepelná vodivost kapalin	11
1.14. Tepelná vodivost plynů	12
1.15. Tepelná vodivost topných plynů	13
1.16. Tepelná vodivost spalin	14
1.17. Měrné teplo žárovzdorných materiálů	15
1.18. Měrné teplo izolačních materiálů	16
1.19. Měrné teplo ocelí	17
1.20. Měrné teplo surového železa a litiny	18
1.21. Měrné teplo neželezných kovů a slitin	18
1.22. Měrné teplo uhlí, koksu a popela	19
1.23. Měrné teplo uhlovediků a H_2S	19
1.24. Měrné teplo kapalin	20
1.25. Měrné teplo a entalpie vzduchu, kyslíku, dusíku a vodíku	21
1.26. Měrné teplo a entalpie vodní páry, kyslíčnicku uhlíčitého, kyslíčnicku uhelnatého a kyslíčnicku sifíčitého	23

1.27. Měrné teplo a entalpie spalín některých paliv	25
1.28. Měrná hmotnost žárovzdorných materiálů	27
1.29. Měrná hmotnost izolačních materiálů	27
1.30. Měrná hmotnost neželezných kovů a slitin	27
1.31. Měrná hmotnost ocelí	28
1.32. Měrná hmotnost surového železa a litiny	29
1.33. Měrná hmotnost kapalin	30
1.34. Měrná hmotnost plynů	31
1.35. Kinematická viskozita kapalin	32
1.36. Kinematická viskozita topných plynů	33
1.37. Kinematická viskozita plynů	34
1.38. Kinematická viskozita spalin	35
1.39. Střední měrné teplo, měrné skupenské teplo tavení a teplota tavení surového železa, oceli a ocelářské strusky	36
1.40. Tepelný efekt oxidace prvků a tvorby siřníků	36
1.41. Tepelný efekt při tvorbě strusek	36
1.42. Tepelný efekt reakcí zplyňování	37
1.43. Složení atmosferického vzduchu	37
1.44. Teploty tavení různých látek	38
1.45. Měrná skupenská tepla tavení různých látek	38
1.46. Termoelektrická napětí termočlánků	39
1.47. Hodnoty odporu pro měřicí platinové odpory	41
1.48. Parciální tlak a hmotnost vodní páry	42
2. SPALOVÁNÍ PALIV	
2. 1. Stanovení spalného tepla a výhřevnosti tuhých a kapalných paliv	43
2. 2. Spalné teplo a výhřevnost plynů	44
2. 3. Teploty vznícení a meze výbušnosti některých plynů ve směsi se vzduchem a kyslíkem	44
2. 4. Empirické vztahy pro přibližný výpočet spalovacího vzduchu a spalin tuhých a kapalných paliv	45

2. 5. Empirické vztahy pro přibližný výpočet spalovacího vzduchu a spalin plyných paliv	46
2. 6. Spotřeba spalovacího vzduchu a množství spalin při spalování tuhých a kapalných paliv	47
2. 7. Spotřeba spalovacího vzduchu a množství vzniklých spalin při spalování plyných paliv	48
2. 8. Tepelný obsah předehřátého plynu a vzduchu	49
2. 9. Opravný součinitel pro směsný a generátorový plyn	50
2.10. i, t - diagram spalin	51
2.11. Schackovy vzorce pro výpočet adiabatické spalné teploty	52
2.12. Přibližná závislost mezi t_t a $t_{t,dis}$ v závislosti na O_2	52
2.13. Určení disociačního stupně CO_2 a H_2O ve spalinách	53
2.14. Určení disociačního stupně CO_2 a H_2O ve spalinách	54
2.15. Určení disociačního stupně CO_2 a H_2O ve spalinách	55
2.16. Požadované teploty v hutnických pecích a pyrometrický efekt	56
2.17. Optimální součinitel přebytku vzduchu pro základní druhy paliv	56
2.18. Rosný bod spalin v závislosti na součiniteli přebytku vzduchu	57
3. PROUDĚNÍ PLYNŮ A KAPALIN	
3. 1. Hodnoty součinitelů místních ztrát	58
3. 2. Směrné a doporučené hodnoty ekvivalentní absolutní drsnosti	73
3. 3. Diagram závislosti λ na Re a $\frac{d}{k}$	74
3. 4. Rychlosti v rozvodných potrubích plynu	74
3. 5. Průtokový diagram (množství - rychlost - průměr potrubí)	75
3. 6. Základní rozměry měřicí clony	76
3. 7. Základní rozměry dýzy	78
3. 8. Tabulka k výpočtu měřících clon a množství	77
3. 9. Stanovení výšky komína	78

4.	SDÍLENÍ TEPLA	
4. 1.	Základní kriteria podobnosti v tepelné technice	79
4. 2.	Sdílení tepla konvekcí - volné proudění	81
4. 3.	Sdílení tepla konvekcí - nucené proudění	81
4. 4.	Opravný součinitel pro α při laminárním proudění v trubce	83
4. 5.	Opravný součinitel pro α při turbulentním proudění v trubce	83
4. 6.	Korekce α na úhel náběhu	84
4. 7.	Korekce α na úhel náběhu	84
4. 8.	Složená poměrná pohltivost	84
4. 9.	Poměrná pohltivost různých materiálů	85
4.10.	Sálání pecními otvory	86
4.11.	Poměrná pohltivost CO_2	87
4.12.	Poměrná pohltivost H_2O	88
4.13.	Poměrná pohltivost SO_2	89
4.14.	Korekční součinitel β pro vodní páru	90
4.15.	Efektivní délka paprsku pro různé tvary plynového tělesa	90
4.16.	Součinitel M k výpočtu součinitele sálání mezi spalinami a stěnami tuhého tělesa	91
4.17.	Součinitel r pro výpočet ztrát tepla zdívm peci	92
4.18.	Určení ztrát tepla zdívm peci na základě teploty vnějšího povrchu pecního zdiva	93
4.19.	Stanovení akumulovaného tepla ve dvouvrstvé stěně s poměrem $S_1 : S_2 = 0,92$	94
4.20.	Stanovení akumulovaného tepla ve dvouvrstvé stěně s poměrem $S_1 : S_2 = 1,84$	94
4.21.	Stanovení akumulovaného tepla zdívm při cyklické práci peci	95
4.22.	Stanovení akumulovaného tepla v jednovrstvé stěně	96
5.	VÝMĚNÍKY TEPLA	
5. 1.	Střední logaritmický průměr teplot	97

5. 2. Opravný součinitel $\varepsilon_{\Delta t}$ pro stanovení \bar{t}	98
5. 3. Součinitel přenosu tepla jehlového rekuperátoru typu 17,5	99
5. 4. Charakteristika jehlového rekuperátoru typu 17,5	99
5. 5. Součinitel přenosu tepla jehlového rekuperátoru typu 28	100
5. 6. Charakteristika jehlového rekuperátoru typu 28	100
5. 7. Součinitel přenosu tepla jehlového rekuperátoru bez vnějších jehel	101
5. 8. Charakteristika jehlového rekuperátoru bez vnějších jehel	101
5. 9. Součinitel přenosu tepla v termobloku	102
5.10. Stanovení teploty stěny rekuperátoru	103
5.11. Předběžné stanovení teploty stěny radiačního rekuperátoru	104
5.12. Zvýšení součinitele přenosu tepla sáláním vlivem sálání předrekuperátorového prostoru	105
5.13. Součinitel akumulace tepla ve zdivu regenerátorů	105
5.14. Součinitel přenosu tepla konvekcí v mřížoví regenerátorů	106
5.15. Součinitel přenosu tepla sáláním v mřížoví regenerátorů	107
5.16. Charakteristiky mřížoví regenerátorů	108
5.17. Nomogram pro stanovení hodnoty α v mřížoví regenerátorů	109
5.18. Závislost součinitele m (m_v) na $\frac{W_{sp} \tau_{sp}}{W_v \tau_v} \left(\frac{W_v \tau_v}{W_{sp} \tau_{sp}} \right)$	
a $\frac{\alpha F}{W_{sp} \tau_{sp}} \left(\frac{\alpha F}{W_v \tau_v} \right)$ pro průmyslové regenerátory	110
5.19. Součinitel přenosu tepla sáláním v mřížoví Cowperova ohřevače vysokopecního větru	111

6. OHŘEV MATERIÁLU

6. 1. Diagram k určení součinitele tvaru k	112
6. 2. Teplotní kritérium pro povrch desky $Fo = (0 - 30)$	113
6. 3. Teplotní kritérium pro povrch desky $Fo = (0 - 0,5)$	114
6. 4. Teplotní kritérium pro střed desky $Fo = (0 - 30)$	115

6. 5. Teplotní kritérium pro povrch válce $Fo = (0 - 15)$	116
6. 6. Teplotní kritérium pro povrch válce $Fo = (0 - 0,5)$	116
6. 7. Teplotní kritérium pro střed válce $Fo = (0 - 15)$	117
6. 8. Teplotní faktor pro desku při $t_{m,p} = \text{konst.}$ a rovnoměrném rozložení teplot na počátku	118
6. 9. Teplotní faktor pro válec při $t_{m,p} = \text{konst.}$ a rovnoměrném rozložení teplot na počátku	118
6.10. Teplotní faktor pro teplotu středu různých těles při $t_{m,p} = \text{konst.}$ a rovnoměrném rozložení teplot na počátku	118
6.11. Teplotní faktor pro desku při $t_{m,p} = \text{konst.}$ a parabolickém rozložení teplot na počátku	118
6.12. Teplotní faktor pro válec při $t_{m,p} = \text{konst.}$ a parabolickém rozložení teplot na počátku	119
6.13. Diagram pro stanovení doby vyrovnání v závislosti na $\frac{\Delta t_{m,k}}{\Delta t_{m,o}}$	119
6.14. Diagram pro stanovení funkce F k určení tepelného toku a teploty pece při ohřevu s konstantní teplotou povrchu	119
6.15. Hodnota $\phi\left(\frac{a}{s^2}; \frac{x}{s}\right)$ pro desku při lineární změně teploty povrchu	119
6.16. Hodnota $\phi\left(\frac{a}{s^2}; \frac{x}{s}\right)$ pro válec při lineární změně teploty povrchu	120
6.17. Hodnota $\phi\left(\frac{a}{s^2}\right)$ pro stanovení q při lineární změně teploty povrchu	120
6.18. Závislost $(T_m - T_{m,o}) \cdot \frac{2\lambda}{q \cdot s} = \left(\frac{a\tau}{s^2}; \frac{x}{s}\right)$ při $q = \text{konst.}$ pro desku	120
6.19. Závislost $(T_m - T_{m,o}) \cdot \frac{2\lambda}{q \cdot s} = \left(\frac{a\tau}{s^2}; \frac{x}{s}\right)$ při $q = \text{konst.}$ pro válec	121
6.20. Hodnoty funkce $\Psi(y)$ k výpočtu ohřevu tenkých těles podle radiačního vzorce	122
6.21. Propal uhlíkové oceli	123
6.22. Hodnoty koeficientu tvaru k_1 pro stanovení doby ohřevu	123

7. HOŘÁKY

7. 1. Vířivý hořák typu PVM.	124
7. 2. Základní rozměry vířivého hořáku typu PVM	124
7. 3. Vířivý hořák typu PVS	125
7. 4. Základní rozměry vířivého hořáku typu PVS	125
7. 5. Jmenovité výkony a rozměry spalovacích kanálů hořáků PVM a PVS	126
7. 6. Doporučené tlaky tepného plynu pro vířivé hořáky	128
7. 7. Hodnoty k , m_{kr} , p_t , R a k_p různých plynů pro výpočet Lavalovy dýzy	128
7. 8. iS - diagram	129

Uvedené v této publikaci, jsou vyjádřeny v jednotkách soustavy SI.

V první části skript jsou uvedeny fyzikální vlastnosti vybraných neupoulivaných materiálů, některé fyzikální konstanty a jejich teplotní závislosti. Další kapitoly jsou sestaveny z údajů, zkušeností a výpočtů spalovacích procesů, hydraulických postřeh při proudění plynů a kapalín, základních děch odlišení tepla, některých případech ohřevu materiálů v průmyslových pecích a podkladů pro výpočet velikosti vířivých a injektorových hořáků.

Děkují pracovníkům VÚM v Dobrušce Ing. A. Šimšovi a Ing. P. Houzíkovi za poskytnutí některých materiálů pro sestavení těchto skript.

Aster