

OBSAH

I.	ÚVOD	15
1.0	Historie	15
1.1	Výroba stlačeného vzduchu	15
1.2	Využití stlačeného vzduchu	16
1.3	Význam a perspektiva oboru	18
1.4	Současný stav výroby v oboru pneumatických zařízení .	19
II.	FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY OBORU	21
2.0	Co je to plyn?	21
2.1	Co je to vzduch?	21
2.2	Stav vzduchu	22
2.21	Rovnice stavu	28
2.22	Rovnice stavu pro reálný plyn	29
2.3	Normální stavy, normální m ³	35
3.0	Proudění plynu potrubím	36
3.1	Newtonův zákon	38
3.2	Rovnice kontinuity	39
3.3	Zákon o zachování energie (Bernoulliho rovnice) . . .	39
4.0	Stanovení průměru potrubí	42
4.1	Tlaková ztráta při proudění plynu potrubím	42
4.11	Tlaková ztráta při proudění laminárním	42
4.12	Tlaková ztráta při proudění turbulentním	45
4.13	Součinitel tření	46
4.2	Tlaková ztráta v místních odporech	48
4.3	Průměr potrubí	48
5.0	Škrčení plynu	50
6.0	Výtok plynu otvorem	52
7.0	Lavalova dýza	56
III.	VÝROBA STLAČENÉHO VZDUCHU	59
8.0	Kompresory	59
8.1	Rozdělení kompresorů (podle ČSN 10 5010)	59

8.2	Parametry charakterizující kompresor	62
8.3	Typické vlastnosti vzduchových kompresorů	65
9.0	Základy teorie stlačování plynu	65
9.1	Příkon kompresoru	65
9.2	Kompresní teplota	72
10.0	Výkonnost objemových kompresorů	94
11.0	Pístové kompresory	76
11.1	Výkonnost pístových kompresorů	77
11.2	Efektivní příkon pístových kompresorů	80
11.3	Konstrukce pístových kompresorů	80
11.4	Ventily	81
11.5	Mazání kompresorů	83
11.6	Bezmazné pístové kompresory	86
12.0	Šroubové kompresory	87
12.1	Výkonnost a příkon šroubových kompresorů	90
12.2	Bezmazné šroubové kompresory	92
12.3	Mazané šroubové kompresory vzduchové	92
12.4	Kompresory jednošroubové	94
13.0	Křídlové kompresory	95
13.1	Výkonnost a příkon křídlových kompresorů	96
13.2	Konstrukce křídlových kompresorů	97
14.0	Spirálový kompresor (kompresor „scroll“)	99
15.0	Zubové kompresory	101
15.1	Kompresory typu Roots	101
15.2	Zubový kompresor se speciálním profilem	103
16.0	Kompresor kapalinokružný	103
17.0	Kompresor s valivým pístem	105
18.0	Kompresory rychlostní	107
18.1	Turbokompresory	107

18.11	Radiální turbokompresory	107
18.12	Axiální turbokompresory	108
18.13	Proces komprese v tepelném a tlakovém diagramu . .	109
18.14	Charakteristiky turbokompresorů	110
18.15	Pole charakteristik	111
18.2	Periferální dmychadlo (též dmychadlo s bočním kanálem)	112
18.3	Ejektory	113
19.0	Vývěvy	114
19.1	Konstrukce vývěv	114
19.2	Výpočet základních parametrů vývěvy	118
20.0	Dotlačovací kompresory	122
21.0	Souhrn hledisek pro volbu kompresorů	124
21.1	Vlastnosti kompresorů	125
21.2	Kompresor mazaný nebo bezmazný?	127
21.3	Doplňková hlediska k volbě kompresorů	129
IV.	KOMPRESOROVÉ STANICE	133
22.0	Projektování kompresorové stanice	134
22.1	Investiční proces	134
22.2	Výstavba kompresorové stanice	135
23.0	Stavební část kompresorové stanice	136
23.1	Stavební prvky kompresorových stanic	138
24.0	Technologická část kompresorových stanic	139
25.0	Výkonnost a provozní přetlak kompresorové stanice	141
25.1	Metody stanovení výkonnosti kompresorové stanice	141
25.11	Metody přibližné	142
25.12	Metoda exaktní	145
25.2	Volba kompresorů	148
25.3	Rezerva stanice	151
25.4	Stanovení výtláčného tlaku na kompresorové stanici . .	152

26.0	Technologické (strojní) příslušenství kompresorových stanic	153
26.1	Sací potrubí	153
26.2	Výtlačné potrubí	154
27.0	Separátory	154
27.1	Sací filtry	156
27.2	Filtry pro stlačený vzduch	161
27.3	Odlučovač kondenzátu	164
28.0	Odvádění kondenzátu a jeho likvidace	167
29.0	Chladiče vzduchu	173
29.1	Konstrukce chladičů	174
29.2	Výpočet chladiče	176
29.3	Kontrola výstupních teplot chladiče	179
30.0	Vzdušník	181
30.1	Velikost vzdušníku	182
31.0	Vodní hospodářství kompresorových stanic	186
31.1	Chlazení obíhající vody	186
31.2	Systémy vodních okruhů	189
31.3	Doporučení pro projekci	191
31.4	Kvalita chladicí vody	191
31.5	Určení množství chladicí vody	192
32.0	Olejevé hospodářství	193
33.0	Pohon kompresorů	195
33.1	Elektrický pohon	196
33.2	Pohon vznětovým motorem	199
34.0	Pojízdné kompresorové stanice	200
35.0	Provoz kompresorových stanic	200
35.1	Regulace výkonnosti kompresorových stanic	200
35.2	Přehled způsobů regulace	202
35.3	Regulace pístových kompresorů	202

35.31	Popisy jednotlivých druhů regulace	203
35.32	Hospodárnost regulací pístových kompresorů	210
35.4	Regulace šroubových kompresorů	212
35.41	Regulace jednošroubových kompresorů	216
35.5	Regulace křídlových kompresorů	216
35.6	Regulace zubových kompresorů	218
35.7	Regulace turbokompresorů	218
35.71	Regulace výkonnosti turbokompresorů	218
35.72	Regulace antipompážní	220
35.73	Hospodárnost regulací turbokompresorů	221
35.74	Paralelní řazení turbokompresorů	222
36.0	Automatizace provozu kompresorových stanic	223
36.1	Příklad „klasické“ regulace šroubového kompresoru	224
37.0	Vliv změny tlaku a teploty nasávaného vzduchu na provoz kompresoru	226
37.1	Vliv teploty nasávaného vzduchu	226
37.2	Vliv tlaku nasávaného vzduchu	227
37.3	Vliv nadmořské výšky na provozní parametry kompresoru a motoru	229
V.	ÚPRAVA STLAČENÉHO VZDUCHU	235
38.0	Kvalita stlačeného vzduchu	235
38.1	Třídy kvality stlačeného vzduchu	238
39.0	Vlhkost stlačeného vzduchu	241
39.1	Názorné příklady výpočtů obsahu vlhkosti	247
39.2	Stanovení množství vyloučeného kondenzátu	247
39.3	Vliv vlhkosti nasávaného vzduchu na výkonnost kompresoru	251
39.4	Obsah vlhkosti ve vzduchu o vysokém tlaku	253
40.0	Vysoušení stlačeného vzduchu	255
VI.	ROZVOD STLAČENÉHO VZDUCHU	263
41.0	Projektování rozvodů	263
42.0	Části potrubních rozvodů	268

43.0	Výpočet rozvodné sítě	275
43.1	Volba tlakové ztráty	276
43.11	Změny tlaku ve svislém potrubí	276
43.2	Dimenzování potrubí	277
VII.	EKONOMIE VÝROBY A ROZVODU STLAČENÉHO	
	VZDUCHU	289
44.0	Hospodárná výroba stlačeného vzduchu	289
44.1	Vliv dokonalosti projektu a instalace na hospodárnost provozu zařízení	290
44.2	Vliv druhu kompresoru na hospodárnost zařízení	290
44.3	Provozní stav kompresorů. Diagnostika kompresorů	291
44.31	Energetická diagnostika kompresorů	292
44.32	Diagnostika ventilů pístových kompresorů	293
44.4	Vliv způsobu regulace	298
44.5	Vliv provozního stavu rozvodné sítě	299
44.6	Vliv pečlivosti obsluhy a údržby	299
44.7	Odpadní teplo kompresorových stanic	300
44.71	Využití odpadního tepla z kompresorových stanic	301
45.0	Hospodárný rozvod stlačeného vzduchu	304
45.1	Optimalizace sítě	304
45.2	Objemové ztráty	306
45.3	Tlakové ztráty	308
45.4	Ztráty ochlazováním vzduchu	309
46.0	Kalkulace ceny stlačeného vzduchu	309
VIII.	METODY ZJIŠŤOVÁNÍ HOSPODÁRNOSTI	
	PNEUMATICKÝCH ZAŘÍZENÍ	311
47.0	Měření	311
47.1	Měření tlaku, teploty a vlhkosti	311
47.2	Měření výkonosti kompresorů	314
47.3	Měření příkonu kompresorů	321
48.0	Zjišťování jakosti rozvodů	323
48.1	Ztráty tlakové	323
48.2	Ztráty objemové	325

49.0	Posouzení vlivu regulace na hospodárnost provozu kompresorové stanice	328
49.1	Vliv způsobu regulace na spotřebu energie	329
IX.	VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	333
50.0	Bezpečnost výroby a rozvodu pneumatické energie .	333
50.1	Zkoušení nového potrubí	334
50.2	Požáry a výbuchy	334
50.21	Vznik výbuchů	335
50.22	Možnosti odstranění nebezpečí výbuchu	337
50.3	Nejvyšší dovolená kompresní teplota	338
50.4	Teplota oleje ve skříni stroje	338
50.5	Vliv vlhkosti vzduchu na bezpečnost provozu zařízení	338
50.6	Shrnutí hlavních zásad bezpečnosti provozu pneumatických zařízení	339
51.0	Hluk	340
51.1	Základy teorie hluku	341
51.11	Sečítání zvukových hladin	341
51.2	Snižování hluku u kompresorů	343
52.0	Vibrace	349
52.1	Vibrace kompresorů	349
52.2	Vibrace potrubí	352
52.3	Vliv kmitání na lidský organismus	352
53.0	Design	354