

Indice

Capitolo 1 – Proprietà dell’acqua e del vapore	1
1.1 Generalità	1
1.2 Massa	2
1.3 Densità e volume specifico	2
1.4 Spazio, tempo, velocità, accelerazione	3
1.5 Forza e peso	3
1.6 Pressione	3
1.7 Lavoro	4
1.8 Potenza	4
1.9 Temperatura e calore	5
1.10 Calore specifico	8
1.11 Il calore, il lavoro, la potenza	8
1.12 Dilatazione termica	9
1.13 L’anomalia dell’acqua	10
1.14 Cambiamenti di stato	11
1.15 Calore e temperatura di fusione	11
1.16 Tensione (pressione) di vapore	11
1.17 Temperatura di ebollizione	13
1.18 Il ciclo dell’acqua	13
Capitolo 2 – La termodinamica	15
2.1 L’esperienza di Joule	15
2.2 Legge di Dalton o delle pressioni parziali	16
2.3 Equazione generale dei gas perfetti	16
2.4 Equazione generale dei gas reali	17
2.5 Sistema termodinamico	18
2.6 Trasformazione termodinamica	18
2.7 Primo principio della termodinamica	18
2.8 Principali trasformazioni	19
2.9 Secondo principio della termodinamica	21
2.10 L’entropia	21
2.11 Pressione e volume dell’acqua	22
2.12 Diagramma di stato dell’acqua e del vapore	22
2.13 Diagramma entalpia-entropia	23
2.14 Diagramma di Mollier	24
2.15 Calcolo della potenza generata da una turbina a vapore	29

Capitolo 3 – La sicurezza negli impianti che producono e utilizzano vapore . . .	31
3.1 Pericoli connessi all’uso del vapore	31
3.2 Il rumore	32
3.3 L’elettricità statica	32
Capitolo 4 – La combustione	33
4.1 Principali reazioni chimiche di combustione	33
4.2 L’aria di combustione	34
4.3 I combustibili	34
4.4 Principali caratteristiche chimico-fisiche dei combustibili liquidi	37
4.5 Il carbone	39
4.6 Le biomasse	40
4.7 Bruciatori: requisiti tecnici principali	40
4.8 Bruciatori per gas	41
4.9 Bruciatori per liquidi	43
4.10 Accensione dei bruciatori	45
Capitolo 5 – La produzione del vapore (caldaie)	47
5.1 Classificazione delle caldaie per la produzione del vapore	47
5.2 Caldaie a tubi di fumo	47
5.3 Recuperatori di calore	50
5.4 Caldaie a tubi d’acqua	51
5.5 Rendimenti delle caldaie	52
5.6 Potenzialità e condizioni di esercizio	55
5.7 Grandezze caratteristiche	57
5.8 Grandi caldaie a biomassa	58
5.9 Problemi connessi con richieste di vapore superiori alla potenzialità della caldaia	59
5.10 Unione di più caldaie a tubi di fumo	60
5.11 Pompe di alimentazione	61
5.12 Impianti di produzione del vapore con l’uso di forni a olio diatermico	61
5.13 Necessità della presenza del conduttore patentato negli impianti di produzione del vapore	64
5.14 Caldaie a vaporizzazione rapida	65
5.15 Utilizzo del legno per la produzione del vapore e per la produzione di energia elettrica	65
5.16 Accumulatori di vapore	66
Capitolo 6 – Lo scambio di calore	69
6.1 Forme di trasmissione del calore	69
6.2 Trasmissione del calore per conduzione fra due pareti piane	70
6.3 La convezione e il coefficiente totale di trasmissione termica	73

Capitolo 7 – Calcolo del coefficiente di scambio termico	77
7.1 Generalità	77
7.2 Fattori di incrostazione o di insudiciamento	77
Capitolo 8 – L'irraggiamento	79
8.1 Generalità	79
8.2 Emissione e assorbimento	79
8.3 Legge di Stefan-Boltzmann	80
8.4 Irraggiamento e combustione	81
Capitolo 9 – L'isolamento termico	83
9.1 Isolamento dei materiali per proteggere le strutture dalle alte temperature. Materiali refrattari	83
9.2 Materiali refrattari	84
9.3 Fibre ceramiche	86
9.4 La lana di roccia	86
9.5 La lana di vetro	87
9.6 Materiali di rivestimento e finitura	88
9.7 Isolamento del valvolame e dei pezzi speciali	90
9.8 Preventivazione e valutazione delle opere di isolamento	90
Capitolo 10 – Composizione e proprietà dell'aria	91
10.1 Composizione dell'aria	91
10.2 Umidità assoluta e umidità relativa	92
10.3 Misura dell'umidità relativa	93
10.4 Diagramma di stato dell'aria umida	93
10.5 Torri di raffreddamento	95
Capitolo 11 – Gli scambiatori di calore	97
11.1 L'utilizzo del vapore	97
11.2 Dimensionamento degli scambiatori di calore	98
11.3 Scambiatori a piastre fisse	98
11.4 Scambiatori a tubi a U	99
11.5 Scambiatori di calore a testa flottante	99
11.6 Evaporatori	100
11.7 Scambiatori a piastre	101
11.8 Serbatoi incamiciati	102
11.9 Evaporatori a multi-effetto	102
11.10 Batterie di riscaldamento e raffreddamento dell'aria costruite con tubi alettati	103
11.11 Evaporazione e distillazione	104

Capitolo 12 – Lo scarico della condensa	107
12.1 La condensazione del vapore	107
12.2 Scaricatori a galleggiante	108
12.3 Scaricatori a secchiello rovesciato	108
12.4 Scaricatori termodinamici	109
12.5 Scaricatori a lamine bimetalliche	110
12.6 Scaricatori a membrana	111
12.7 Scaricatori termostatici	112
12.8 Scaricatori a espansione multipla	112
12.9 Considerazioni pratiche sugli scaricatori di condensa	113
12.10 Rilevatore di passaggio	114
Capitolo 13 – L'uso del vapore nell'industria tessile	115
13.1 Generalità	115
13.2 Lavaggio e successivo asciugamento dei tessuti	116
Capitolo 14 – La rameuse	117
Capitolo 15 – L'uso del vapore nell'industria della gomma	119
15.1 Introduzione	119
15.2 Presse di vulcanizzazione	120
15.3 Vulcanizzazione in autoclave	121
15.4 Vulcanizzazione in continuo in tubo a vapore	122
15.5 Vulcanizzazione su macchina rotativa	122
15.6 Produzione di nastri adesivi	123
15.7 Produzione di pneumatici	123
Capitolo 16 – La produzione della carta	125
16.1 La materia prima	125
16.2 Preparazione della polpa	125
16.3 Eliminazione dell'acqua	125
16.4 La seccheria	126
16.5 L'uso del vapore in cartiera	126
Capitolo 17 – L'industria alimentare	127
17.1 Generalità	127
17.2 La birra	127
17.3 Il concentrato di pomodoro	127
17.4 I prodotti da forno	128
17.5 Il vapore negli impianti di distillazione	128
Capitolo 18 – La turbina a vapore	131
18.1 Descrizione generale	131

18.2	Turbine ad azione e reazione	132
18.3	Funzionamento delle turbine	132
18.4	Impianto di produzione di energia	133
18.5	Rendimento di un impianto di produzione di energia	134
Capitolo 19 – Trattamento delle acque di alimentazione delle caldaie		135
19.1	Generalità	135
19.2	Composti presenti nelle acque naturali	136
19.3	Analisi dell'acqua per poter progettare l'impianto di trattamento delle acque di alimento delle caldaie	137
19.4	Le resine scambiatrici di ioni	137
19.5	Resine cationiche	137
19.6	Resine anioniche	139
19.7	Caratteristiche principali di funzionamento	139
19.8	Addolcitori	140
19.9	Demineralizzatori	141
19.10	Caratteristiche di purezza dell'acqua demineralizzata e conducibilità elettrica	142
19.11	Neutralizzazione delle acque di scarico degli impianti di demineralizzazione	143
19.12	Degasazione ed eliminazione dell'ossigeno disciolto	143
19.13	Ricupero e trattamento delle condense	144
19.14	Condizionamento chimico delle acque dei circuiti termici	144
19.15	Condizionamento chimico anti-incrostante	145
19.16	Condizionamento anticorrosivo	145
19.17	Formazione di film protettivi sulle superfici metalliche	145
19.18	Trattamenti speciali	146
19.19	Lavaggio di impianti nuovi	146
19.20	Disincrostazione di caldaie e scambiatori di calore	147
19.21	Normative sul controllo delle acque di alimentazione delle caldaie ...	148
Capitolo 20 – Pompe e ventilatori		149
20.1	Generalità nelle pompe	149
20.2	Caratteristiche principali delle pompe	149
20.3	Calcolo della potenza e valutazione del rendimento delle pompe	150
20.4	Pompe centrifughe	151
20.5	Curve caratteristiche delle pompe centrifughe	152
20.6	Pompe a pistoncini	154
20.7	Pompe autoadescenti, NPSH	154
20.8	Gruppi di alimento delle caldaie	155
20.9	Ventilatori centrifughi	155
20.10	Curve caratteristiche	156
20.11	Punto di funzionamento di un impianto	157

20.12	Leggi dei ventilatori e famiglie di curve	157
20.13	Costruzioni speciali	158
Capitolo 21 – La rete per la distribuzione del vapore e del ricupero della condensa		159
21.1	Introduzione	159
21.2	Layout della rete	159
21.3	Staffaggio delle tubazioni	160
21.4	Dilatazione dei tubi	161
21.5	Dimensionamento delle tubazioni per il trasporto del vapore	162
21.6	Drenaggio delle tubazioni di vapore	163
21.7	I gruppi di riduzione della pressione	165
21.8	Gli evaporatori	167
21.9	Vapore e risparmio energetico	168
Capitolo 22 – Impianti di riscaldamento a vapore		169
22.1	Generalità	169
22.2	Gli aerotermi	169
22.3	Scelta degli aerotermi	170
22.4	Aerotermi con presa di aria esterna	172
22.5	Pannelli radianti	172
Capitolo 23 – Valvole utilizzate negli impianti di vapore		175
23.1	Generalità	175
23.2	Valvole a flusso avviato	178
23.3	Valvole a pistone	178
23.4	Filtri per tubazioni	179
23.5	Indicatori di livello visivo	180
23.6	Valvole di ritegno	181
23.7	Valvole di sicurezza	181
23.8	Riduttori di pressione	181
23.9	Regolatore di temperatura autoazionato	182
23.10	Valvole di regolazione	184
23.11	Azione delle valvole di regolazione	185
23.12	Caratteristiche di regolazione delle valvole	186
23.13	Valvole a seggio doppio. Differenza massima ammissibile del salto di pressione	186
23.14	Valvole a tre vie	187
23.15	Premistoppa	188
23.16	Posizionatori	188
23.17	Note sul dimensionamento corretto delle valvole di regolazione	188