

Spis treści

1. Wstęp	9
1.1. Wprowadzenie	9
1.2. Energia, jej znaczenie i zasoby	10
1.3. Klasyfikacja maszyn	11
2. Zarys hydromechaniki	13
2.1. Określenie i podział hydromechaniki	13
2.2. Właściwości cieczy	13
2.3. Hydrostatyka	15
2.3.1. Wprowadzenie	15
2.3.2. Siły działające na ciecz w spoczynku. Ciśnienie cieczy	15
2.3.3. Prawo równomiernego rozchodzenia się ciśnienia w cieczy	16
2.3.4. Równowaga cieczy w polu sił ciężkości	17
2.3.5. Równowaga cieczy w naczyniach połączonych	19
2.3.6. Napór hydrostatyczny cieczy na ściany naczynia	20
2.3.7. Wypór hydrostatyczny	21
2.4. Kinematyka cieczy	23
2.4.1. Podstawowe pojęcia i określenia	23
2.4.2. Prędkość przepływu. Strumień objętości i strumień masy	23
2.4.3. Warunki ciągłości ruchu	24
2.5. Dynamika cieczy	24
2.5.1. Twierdzenie Bernoulliego	24
2.5.2. Moc strumienia	26
2.5.3. Wypływ ustalony przez mały otwór	26
2.5.4. Ruch cieczy w przewodach zamkniętych	28
2.5.5. Napór hydrodynamiczny i reakcja hydrodynamiczna strumienia cieczy	29
2.5.6. Łopatki reakcyjne	31
2.5.7. Opory przepływu cieczy rzeczywistych i straty hydrauliczne	32
2.5.8. Zjawisko kawitacji	33
2.6. Przyrządy do pomiaru ciśnienia, prędkości i natężenia przepływu	34
2.6.1. Przyrządy do pomiaru ciśnienia (ciśnieniomierze)	34
2.6.2. Przyrządy do pomiaru prędkości przepływu	35
2.6.3. Przyrządy do pomiaru natężenia przepływu	36
Przykłady obliczeniowe	37
3. Silniki wodne i zakłady hydroenergetyczne	42
3.1. Klasyfikacja silników wodnych	42
3.2. Koła wodne	42
3.3. Silniki wodne tłokowe	43
3.4. Turbiny wodne	43
3.4.1. Zasada działania i rodzaje turbin wodnych	43
3.4.2. Turbiny akcyjne Peltona	44
3.4.3. Turbiny reakcyjne Francisca	45
3.4.4. Turbiny reakcyjne śmigłowe	46
3.5. Zakłady hydroenergetyczne	48
3.5.1. Wprowadzenie	48
3.5.2. Rodzaje zakładów hydroenergetycznych	49
3.6. Bilans energetyczny zakładu wodnego	50
Przykłady obliczeniowe	50
4. Pompy	52
4.1. Wprowadzenie	52
4.2. Rodzaje i zastosowanie pomp	52

4.3. Parametry pracy układu pompowego	54
4.4. Pompy wyporowe o ruchu postępowo-zwrotnym organu roboczego	57
4.4.1. Pompy tłokowe	57
4.4.2. Pompy wielotłoczkowe	60
4.4.3. Pompy przeponowe (membranowe)	63
4.4.4. Pompy tłokowe bezkorbowe	65
4.5. Pompy wyporowe o ruchu obrotowo-zwrotnym organu roboczego	65
4.6. Pompy wyporowe obrotowe (rotacyjne)	66
4.6.1. Zasada działania i rodzaje pomp rotacyjnych	66
4.6.2. Pompy łopatkowe	67
4.6.3. Pompy zębate	68
4.6.4. Pompy krzywkowe	69
4.6.5. Pompy śrubowe	70
4.6.6. Pompy ślimakowe	71
4.7. Inne rodzaje pomp wyporowych	71
4.7.1. Pompy wyporowe o obiegowym ruchu organu roboczego	71
4.7.2. Pompy wyporowe przewodowe	72
4.8. Pompy wirowe	72
4.8.1. Rodzaje i zasada działania	72
4.8.2. Parametry pracy pomp wirowych	73
4.8.3. Pompy wirowe krętne	74
4.8.4. Pompy wirowe krążeniowe	79
4.8.5. Pompy wirowe o szczególnym przeznaczeniu	82
4.9. Hydroforowe instalacje pompowe	84
4.10. Układy strumieniowo-pompowe	85
4.11. Napędy pomp	86
Przykłady obliczeniowe	88
5. Napędy hydrauliczne	90
5.1. Wprowadzenie	90
5.1.1. Podstawowe elementy napędu hydraulicznego	90
5.1.2. Zasada działania i właściwości napędów hydrostatycznych	91
5.1.3. Właściwości i zastosowania napędów hydraulicznych oraz sterowania hydraulicznego	92
5.1.4. Ciecze robocze	93
5.2. Elementy przetwarzające energię w napędach hydrostatycznych	94
5.2.1. Hydrauliczne pompy wyporowe	94
5.2.2. Silniki wyporowe	95
5.2.3. Siłowniki	96
5.3. Elementy sterujące napędów hydraulicznych	98
5.4. Osprzęt pomocniczy w napędach hydraulicznych	101
5.4.1. Wprowadzenie	101
5.4.2. Filtry	101
5.4.3. Akumulatory hydrauliczne	102
5.4.4. Zbiorniki, chłodnice, przewody, złącza i uszczelnienia	103
5.5. Układy napędów hydrostatycznych	105
5.5.1. Sterowanie napędów hydrostatycznych	105
5.5.2. Układy połączeń w napędach hydrostatycznych	105
5.5.3. Przykłady napędów hydrostatycznych	106
5.6. Napędy hydrokinetyczne	107
5.6.1. Wprowadzenie	107
5.6.2. Sprzęgła hydrokinetyczne	109
5.6.3. Przekładnie hydrokinetyczne	111
5.6.4. Praca sprzęgieł i przekładni hydrokinetycznych w układach napędowych	112
5.7. Sterowanie elektrohydrauliczne	112
Przykłady obliczeniowe	113

6. Właściwości gazów i par	116
6.1. Pojęcia podstawowe	116
6.1.1. Wprowadzenie	116
6.1.2. Czynniki termodynamiczne i parametry jego stanu	116
6.1.3. Praca i ciepło	118
6.1.4. Energia wewnętrzna	120
6.1.5. Entalpia	121
6.2. Właściwości gazów	122
6.2.1. Podstawowe prawa gazów doskonałych	122
6.2.2. Równanie stanu gazu doskonałego	123
6.2.3. Mieszanki gazu doskonałego i gazu rzeczywistego	124
6.2.4. Pojęcia gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego	125
6.3. Pierwsza zasada termodynamiki	126
6.3.1. Równanie pierwszej zasady termodynamiki	126
6.3.2. Praca absolutna	126
6.3.3. Praca techniczna	128
6.3.4. Entropia	129
6.3.5. Wykres ciepła	130
6.4. Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych	131
6.4.1. Wprowadzenie	131
6.4.2. Przemiana izochoryczna	132
6.4.3. Przemiana izobaryczna	132
6.4.4. Przemiana izotermiczna	133
6.4.5. Przemiana adiabatyczna	134
6.4.6. Przemiana politropowa	135
6.5. Druga zasada termodynamiki	136
6.5.1. Przemiany i obiegi termodynamiczne odwracalne i nieodwracalne	136
6.5.2. Silniki odwracalne i nieodwracalne	137
6.5.3. Obieg Carnota	138
6.5.4. Druga zasada termodynamiki	139
6.6. Para wodna i jej przemiany	139
6.6.1. Proces tworzenia się pary wodnej i jej właściwości	139
6.6.2. Wykresy pary wodnej	141
6.6.3. Przemiany termodynamiczne pary wodnej	145
Przykłady obliczeniowe	147
7. Spalanie	152
7.1. Paliwa	152
7.1.1. Wprowadzenie	152
7.1.2. Klasyfikacja paliw	152
7.1.3. Skład chemiczny paliwa	153
7.1.4. Ciepło spalania i wartość opałowa	154
7.1.5. Rodzaje paliw	156
7.2. Teoria spalania	159
7.2.1. Pojęcie spalania	159
7.2.2. Rodzaje spalania	159
7.2.3. Reakcje chemiczne spalania	160
7.2.4. Zapotrzebowanie powietrza do spalania	161
7.2.5. Współczynnik nadmiaru powietrza	162
7.2.6. Skład mieszanki palnej	164
7.2.7. Temperatura zapłonu i samozapłonu	164
7.2.8. Temperatura spalania	165
7.2.9. Ilość i skład spalin	166
7.2.10. Straty spalania	166
7.2.11. Kontrola spalania. Analizatory spalin	167
Przykłady obliczeniowe	170

8. Zasady wymiany ciepła	172
8.1. Typowe przypadki wymiany ciepła	172
8.2. Przewodzenie ciepła	173
8.2.1. Wprowadzenie	173
8.2.2. Przewodzenie ciepła przez płaską ściankę jedno- i wielowarstwową	174
8.3. Unoszenie ciepła	175
8.4. Przejmowanie ciepła	176
8.5. Przenikanie ciepła	177
8.6. Promieniowanie cieplne	177
8.7. Wymienniki ciepła	179
8.8. Materiały izolacyjne	181
Przykłady obliczeniowe	182
9. Kotły parowe	184
9.1. Podstawowe wiadomości o urządzeniach kotłowych	184
9.2. Podstawowe parametry techniczne kotła	188
9.3. Paliwa i paleniska kotłowe	188
9.3.1. Paliwa kotłowe	188
9.3.2. Rodzaje palenisk	189
9.3.3. Parametry techniczne palenisk	189
9.3.4. Paleniska warstwowe	190
9.3.5. Paleniska komorowe	192
9.4. Bilans cieplny i sprawność kotła	194
9.5. Typy kotłów i przykłady ich konstrukcji	195
9.6. Zasady eksploatacji kotłów	200
Przykłady obliczeniowe	202
10. Siłownie i turbiny parowe	204
10.1. Podstawowe wiadomości o parowej siłowni cieplnej	204
10.2. Sprawność i typy siłowni parowych	208
10.3. Podstawowe wiadomości o turbinie parowej	211
10.4. Proces cieplny w jednym stopniu turbiny i w turbinie wielostopniowej	213
10.4.1. Stopień turbiny	213
10.4.2. Sprawność i moc turbiny wielostopniowej	217
10.5. Przykładowe konstrukcje turbin	219
10.6. Podstawowe wiadomości o elektrowni jądrowej	224
Przykład obliczeniowy	227
11. Silniki spalinowe	228
11.1. Ogólna charakterystyka silników spalinowych i ich klasyfikacja	228
11.1.1. Podział silników cieplnych	228
11.1.2. Rodzaje i zastosowania silników spalinowych	229
11.2. Rodzaje tłokowych silników spalinowych, ich charakterystyka oraz zastosowania	230
11.3. Zasady działania tłokowych silników spalinowych	232
11.3.1. Podstawowe pojęcia i określenia	232
11.3.2. Zasada działania silnika czterosuwowego	233
11.3.3. Zasada działania silnika dwusuwowego	236
11.4. Obiegi teoretyczne i rzeczywiste tłokowych silników spalinowych	237
11.4.1. Obiegi teoretyczne silników spalinowych	237
11.4.2. Obiegi porównawcze silników spalinowych	238
11.4.3. Obiegi rzeczywiste tłokowych silników spalinowych	240
11.5. Parametry pracy silników spalinowych	241
11.5.1. Wprowadzenie	241
11.5.2. Średnie ciśnienie indykowane i użyteczne	242
11.5.3. Moc silnika	243
11.5.4. Prędkość obrotowa silnika	244
11.5.5. Moment obrotowy	244

11.5.6. Sprawność silnika	245
11.5.7. Zużycie paliwa	247
11.5.8. Wskaźniki porównawcze silnika	248
11.5.9. Bilans cieplny silnika	248
11.6. Charakterystyki silników spalinowych	250
11.6.1. Wprowadzenie	250
11.6.2. Charakterystyki prędkościowe	251
11.6.3. Charakterystyki obciążeniowe	252
11.6.4. Charakterystyki regulacyjne	253
11.6.5. Charakterystyka ogólna (warstwicowa)	255
11.7. Spalanie w silnikach	256
11.7.1. Spalanie w silnikach ZI	256
11.7.2. Spalanie w silnikach ZS	257
11.8. Doładowanie silników	259
11.9. Typowe rozwiązania konstrukcyjne tłokowych silników spalinowych	261
11.9.1. Układ korbowy	261
11.9.2. Mechanizm rozrządu	267
11.9.3. Kadłuby i głowice	270
11.9.4. Olejenie silnika	271
11.9.5. Chłodzenie silników	272
11.9.6. Układy zasilania silników	273
11.9.7. Układ zapłonowy	278
11.9.8. Układ rozruchowy	279
11.10. Silniki gazowe	280
11.11. Silniki wielopaliwowe	281
11.12. Silniki z tłokami wirującymi (silnik Wankla)	282
11.13. Silniki turbospalinowe	284
11.14. Odrzutowe silniki przelotowe	285
11.15. Silniki rakietowe	286
Przykłady obliczeniowe	287
12. Sprężarki	291
12.1. Klasyfikacja i zastosowania sprężarek	291
12.2. Sprężarki tłokowe	292
12.2.1. Budowa i zasada działania	292
12.2.2. Wykres indykatorowy sprężarki	293
12.2.3. Praca, moc i stopień sprężania	294
12.2.4. Sprężarki tłokowe wielostopniowe	295
12.2.5. Podstawowe parametry techniczne sprężarek tłokowych	296
12.2.6. Rozwiązania konstrukcyjne sprężarek tłokowych	297
12.3. Sprężarki rotacyjne	300
12.3.1. Zasada działania	300
12.3.2. Typowe rozwiązania konstrukcyjne	301
12.4. Sprężarki wirowe (przepływowe)	304
12.4.1. Podział i zasada działania	304
12.4.2. Typowe rozwiązania konstrukcyjne	305
12.5. Wentylatory i dmuchawy	308
12.5.1. Klasyfikacja	308
12.5.2. Wentylatory osiowe	308
12.5.3. Wentylatory promieniowe (odśrodkowe)	309
12.5.4. Parametry techniczne	310
12.5.5. Zasada doboru wentylatorów	311
12.6. Pompy próżniowe	312
12.6.1. Wprowadzenie	312
12.6.2. Przykłady typowych pomp próżniowych	313
Przykłady obliczeniowe	315
13. Urządzenia chłodnicze	317
13.1. Wprowadzenie	317

13.2. Urządzenia sprężarkowe jednostopniowe	319
13.3. Czynniki chłodnicze. Chłodziwa. Oleje	320
13.4. Urządzenia sprężarkowe wielostopniowe i kaskadowe	323
13.5. Sprężarki chłodnicze	325
13.6. Aparatura chłodnicza	331
13.6.1. Podział aparatów	331
13.6.2. Skraplacze	332
13.6.3. Parowniki (chłodnice)	334
13.6.4. Aparatura pomocnicza	336
13.7. Automatyka chłodnicza	338
13.8. Absorpcyjne urządzenia chłodnicze	341
14. Mechanizmy pneumatyczne	344
14.1. Wprowadzenie	344
14.1.1. Napęd pneumatyczny i pneumohydrauliczny	344
14.1.2. Sterowanie pneumatyczne	345
14.1.3. Klasyfikacja urządzeń pneumatycznych	346
14.1.4. Właściwości czynnika roboczego stosowanego w układach pneumatycznych	346
14.2. Urządzenia przetwarzające energię sprężonego powietrza na pracę mechaniczną	348
14.2.1. Silniki pneumatyczne o ruchu obrotowym	348
14.2.2. Silniki pneumatyczne wahadłowe i krokowe	349
14.2.3. Silniki pneumatyczne o ruchu postępowo-zwrotnym (siłowniki)	349
14.3. Urządzenia sterujące energią sprężonego powietrza w układach pneumatycznych	351
14.3.1. Zawory rozdzielające	351
14.3.2. Zawory zwrotne i zawory szybkiego spustu	352
14.3.3. Zawory dławiące	353
14.3.4. Zawory redukcyjne i bezpieczeństwa	354
14.4. Urządzenia do przewodzenia i gromadzenia czynnika w układach	355
14.4.1. Przewody pneumatyczne	355
14.4.2. Złącza i przyłącza	355
14.5. Urządzenia pneumatyczne uderzeniowe	356
14.6. Pneumatyczne urządzenia amortyzacyjne	356
14.7. Napędy pneumohydrauliczne	357
14.8. Zastosowanie mechanizmów pneumatycznych w różnych dziedzinach techniki	358
Przykłady obliczeniowe	360
15. Dźwignice i przenośniki	362
15.1. Wprowadzenie	362
15.2. Dźwignice	364
15.2.1. Wiadomości ogólne (zespoły składowe)	364
15.2.2. Elementy (części) dźwignic	366
15.2.3. Zespoły typowych mechanizmów dźwignic	378
15.2.4. Pomocniczy osprzęt dźwignic hakowych	385
15.2.5. Chwytyki i chwytniki elektromagnetyczne	389
15.2.6. Mechanizmy dźwignic	393
15.2.7. Ciężniki	402
15.2.8. Suwnice	404
15.2.9. Żurawie	407
15.2.10. Dźwigniki	410
15.2.11. Konstrukcje (ustroje) nośne dźwignic	412
15.3. Przenośniki	412
15.3.1. Wprowadzenie	412
15.3.2. Przenośniki ciągłowe	413
15.3.3. Przenośniki bezciągłowe	423
15.4. Automatyzacja transportu wewnętrznego	429
15.5. Zasady bhp obowiązujące przy obsłudze dźwignic i przenośników	430
15.6. Dozór techniczny	432
Literatura	433