

SPIS TREŚCI

	Strona
PRZEDMOWA	7
WYKAZ OZNACZEŃ	9
1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE	13
1.1. Podział okrętowych turbin parowych	14
1.2. Turbina w obiegu parowo-wodnym siłowni parowej	19
1.3. Przemiany energetyczne w turbinie	20
1.4. Siły działające na łopatki wirnika podczas przepływu czynnika	22
1.5. Moment obrotowy, moc na obwodzie	25
2. OBIEG OKRĘTOWEJ SIŁOWNI PAROWO-TURBINOWEJ	27
2.1. Obieg idealny Clausiusa-Rankine'a	28
2.2. Metody podniesienia sprawności obiegu okrętowej siłowni parowo-turbinowej	32
2.2.1. Regeneracyjny podgrzew wody zasilającej	32
2.2.2. Przegrzew międzystopniowy	35
2.3. Typowe parametry okrętowych siłowni parowo-turbinowych	38
2.4. Okrętowe siłownie nuklearne	39
3. TEORETYCZNE PODSTAWY PRACY OKRĘTOWYCH TURBIN PAROWYCH	41
3.1. Przyrządy ekspansyjne	41
3.2. Wykorzystanie energii kinetycznej do wykonania pracy w stopniu turbiny akcyjnej	48
3.3. Wykorzystanie energii kinetycznej do wykonania pracy w stopniu turbiny reakcyjnej	53
3.4. Porównanie między stopniem akcyjnym i reakcyjnym	58
3.5. Straty w stopniu turbinowym	60
3.5.1. Straty obwodowe	60
3.5.2. Straty pozaobwodowe	64
3.6. Sprawność wewnętrzna stopnia i turbiny, efektywna i ogólna turbiny	67
4. TURBINY WIELOSTOPNIOWE	71
4.1. Turbiny akcyjne ze stopniami prędkości	72
4.2. Turbiny akcyjne ze stopniami ciśnienia	77
4.3. Kombinowane turbiny akcyjne	78
4.4. Wielostopniowe turbiny reakcyjne	80

	Strona
5. REGULACJA MOCY OKRĘTOWYCH TURBIN PAROWYCH.....	81
5.1. Równanie przelotności dla maszyn cieplnych wirnikowych.....	83
5.1.1. Równanie przelotności Stodoli	84
5.1.2. Równanie przelotności Flügla.....	84
5.2. Równanie przelotności dla turbiny kondensacyjnej bez i z zaczepami regeneracyjnymi	87
5.3. Regulacja dławieniowa	90
5.4. Regulacja napełnieniowa.....	94
5.5. Regulacja napełnieniowo-dławieniowa.....	100
5.6. Praca stopni turbinowych w zmiennych warunkach obciążenia turbiny ...	102
5.7. Regulacje boczniowe.....	105
5.7.1. Regulacja boczniowa z obejściem zewnętrznym	105
5.7.2. Regulacja boczniowa z obejściem wewnętrznym	108
5.8. Regulacja kombinowana	111
6. NAWROTNOŚĆ OKRĘTOWYCH TURBIN PAROWYCH NAPĘDU GŁÓWNEGO.....	113
6.1. Przykłady rozwiązań turbin biegu wstecz	114
6.2. Przebieg zmiany biegu turbiny.....	120
6.3. Inne rozwiązania nawrotności w okrętowych turbinach parowych napędu głównego	124
7. WSPÓLPRACA TURBINY Z ODBIORNIKIEM MOCY	128
7.1. Charakterystyka zewnętrzna turbiny	129
7.2. Współpraca turbiny ze śrubą o stałym skoku	133
7.2.1. Reakcja współpracującego układu turbina-śruba napędowa na przypadkowe i krótkotrwałe zakłócenia.....	133
7.2.2. Reakcja współpracującego układu turbina-śruba napędowa na zamierzone i długotrwałe oddziaływanie ze strony turbiny	134
7.2.3. Reakcja współpracującego układu turbina-śruba napędowa na długotrwałe działanie na układ ze strony śruby.....	135
7.3. Pole pracy głównej okrętowej turbiny parowej.....	137
7.4. Współpraca turbiny ze śrubą o zmiennym skoku.....	138
7.5. Współpraca turbiny z prądnicą.....	140
7.6. Korzystne obroty okrętowej turbiny parowej.....	141
8. ELEMENTY KONSTRUKCYJNE I WYBRANE ZAGADNIENIA Z TECHNOLOGII BUDOWY OKRĘTOWYCH TURBIN PAROWYCH....	146
8.1. Przyrządy ekspansyjne	146
8.1.1. Przyrządy ekspansyjne pierwszych stopni turbin.....	146
8.1.2. Przyrządy ekspansyjne części jednowieńcowej turbiny	149
8.2. Łopatki	151
8.2.1. Profile łopatkowe.....	152

	Strona
8.2.2. Sposoby zamocowania łopatek	153
8.2.3. Zamki łopatkowe	156
8.2.4. Usztywnienie łopatek	158
8.2.5. Materiały i wykonanie łopatek turbinowych.....	161
8.3. Wirniki	162
8.3.1. Wirniki tarczowe.....	163
8.3.2. Wirniki bębnowe.....	165
8.3.3. Materiały i wykonanie wirników	166
8.3.4. Drgania wirników	167
8.4. Kadłuby	171
8.4.1. Kadłuby odlewane	172
8.4.2. Kadłuby odlewano-spawane.....	175
8.4.3. Kadłuby spawane.....	175
8.4.4. Zamocowanie tarcz kierowniczych w kadłubach.....	176
8.5. Urządzenia odciążające.....	178
8.6. Uszczelnienia	179
8.6.1. Dławice labiryntowe	179
8.6.2. Dławice węglowe.....	185
8.6.3. Dławice wodne	185
8.7. Łożyska	186
8.7.1. Łożyska nośne	188
8.7.2. Łożyska oporowe	190
8.8. Przekładnie i sprzęgła.....	195
8.9. Fundamenty turbin i przekładni	210
9. PRZEGLĄD WSPÓŁCZESNYCH OKRĘTOWYCH TURBIN	
PAROWYCH.....	214
9.1. Zastosowanie turbin parowych na statkach.....	214
9.2. Okrętowe turbiny parowe napędu głównego.....	224
9.2.1. Turbina statku handlowego o mocy 9560 kW (13 000 KM)	224
9.2.2. Turbina okrętowa o mocy 6250 kW (8500 KM) firmy General Electric	227
9.2.3. Turbina okrętowa o mocy 29 410 kW (40 000 KM)	232
9.2.4. Turbina firmy AEG z przegrzewem międzystopniowym	233
9.2.5. Turbina o mocy 14 700–16 175 kW (20 000–22 000 KM) okrętowej siłowni jądrowej.....	237
9.2.6. Turbina firmy Stal-Laval o mocy 23 530 kW (32 000 KM) z osiowym wylotem pary do skraplacza	240
9.2.7. Turbina typu UR firmy Kawasaki z przegrzewem międzystopniowym i osiowym odlotem pary do skraplacza.....	243
9.3. Okrętowe turbiny parowe napędów pomocniczych	248
9.3.1. Turbina pomocnicza typu VK0,5 E1 produkcji firmy De Laval do napędu prądnicy w siłowniach spalinowych	248

	Strona
9.3.2. Turbina pomocnicza typu RCD firmy Kawasaki do napędu prądnicy w siłowniach spalinowych	251
9.3.3. Pomocnicza turbina przeciwpiętna typu VM 1,0 D6 firmy De Laval do napędu prądnicy w siłowniach parowych	253
9.3.4. Turbina pomocnicza typu B44 firmy Howaldtswerke-Deutsche Werft do napędu pompy balastowej	254
10. INSTALACJE OBSŁUGI TURBIN I ICH AUTOMATYZACJA	261
10.1. Instalacje pary grzewczej	261
10.2. Instalacje przedmuchiwania kadłuba	262
10.3. Instalacje pary na uszczelnienia	263
10.4. Instalacje smarowe	266
10.4.1. Grawitacyjna instalacja smarowa	266
10.4.2. Ciśnieniowa instalacja smarowa	268
10.4.3. Instalacja smarowa wewnątrz turbiny	269
10.5. Urządzenia manewrowe i regulacji prędkości kątowej turbiny	270
10.6. System automatycznej regulacji i zabezpieczenia turbin	273
11. MONTAŻ I PRÓBY OKRĘTOWYCH TURBIN PAROWYCH	281
11.1. Zakres przepisów instytucji klasyfikacyjnych dotyczących okrętowych turbin parowych	281
11.2. Wybrane zagadnienia technologii montażu turbin parowych w zakładzie produkcyjnym	284
11.2.1. Wytrzymałość elementów turbiny w wysokich temperaturach ...	284
11.2.2. Odształcenia cieplne elementów turbiny	284
11.2.3. Położenie i kształt osi wirnika	286
11.2.4. Położenie i kształt osi kadłuba	289
11.2.5. Zmiana położenia osi kadłuba i wirnika względem siebie	289
11.3. Montaż zespołów turbinowych na statku	291
11.4. Próby techniczne okrętowego parowego zespołu turbinowego	293
11.4.1. Próby turbiny głównej przy postoju statku (na uwięzi)	293
11.4.2. Próby turbiny głównej przy ruchu statku	295
11.4.3. Próby przekładni	296
11.4.4. Próby turbin pomocniczych	296
12. LITERATURA	297