

SPIS TREŚCI

strona

PRZEDMOWA	9
1. OGÓLNE UWAGI O WSPÓŁCZESNYCH SILNIKACH OKRĘTOWYCH I ZASADACH ICH EKSPLOATACJI	11
1.1. Ogólna charakterystyka współczesnych silników okrętowych	11
1.1.1. Zmniejszenie kosztów eksploatacji silników okrętowych	11
1.1.2. Duża jednostkowa moc z cylindra	13
1.1.3. Wymagania stawiane współczesnym okrętowym silnikom spalinowym w zakresie ochrony środowiska	13
1.2. Ogólne zasady eksploatacji współczesnych silników okrętowych	14
1.2.1. Podstawowe pojęcia z zakresu eksploatacji silników okrętowych	14
1.2.2. Kwalifikacje załogi	15
1.2.3. Ogólne zalecenia eksploatacyjne	16
2. UKŁADY NAPĘDOWE STATKU: SILNIK-ŚRUBA	18
2.1. Wiadomości wstępne	19
2.2. Moc potrzebna do napędu statku	18
2.3. Charakterystyka mocy obrotowej śruby napędowej	20
2.4. Współpraca silnika i śruby napędowej	22
2.4.1. Warunki współpracy silnika i śruby	22
2.4.2. Współpraca silnika ze śrubą o stałym skoku	23
2.5. Sposoby dostosowania charakterystyki silnika do charakterystyki śruby	27
2.5.1. Współpraca wielosilnikowego układu napędowego ze śrubą napędową.....	28
2.5.2. Współpraca silnika ze śrubą napędową przy zastosowaniu wielostopniowej przekładni redukcyjnej	29
2.5.3. Współpraca silnika ze śrubą napędową o skoku nastawnym	31
3. PRZYGOTOWANIE DO RUCHU SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	33
3.1. Wprowadzenie	33
3.2. Przygotowanie silnika i współpracujących z nim instalacji do ruchu	33
3.2.1. Czynności przygotowawcze przed rozruchem	34
3.2.1.1. Przygotowanie i uruchomienie układu smarnego	35
3.2.1.2. Przygotowanie i uruchomienie instalacji chłodzenia	37
3.2.1.3. Przygotowanie i uruchomienie instalacji paliwowej	38
3.2.1.4. Przygotowanie i uruchomienie instalacji sprężonego powietrza	40
3.2.1.5. Pozostałe czynności przygotowawcze, zalecenia ogólne	41
3.2.2. Przygotowanie silnika do pracy po dłuższym postoju lub remoncie	42
4. ROZRUCH SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	44
4.1. Rozruchowa prędkość obrotowa	44
4.2. Metody rozruchu, moment rozruchowy	46

4.3. Inne uwarunkowania rozruchu	48
4.3.1. Okres wtrysku paliwa	48
4.3.2. Zapotrzebowanie powietrza (ładunku) podczas rozruchu	49
4.3.3. Niekorzystna cecha pneumatycznego urządzenia rozruchowego	49
4.4. Trudności występujące podczas rozruchu	50
4.4.1. Ilość cylindrów, a skuteczność rozruchu	50
4.4.2. Przyczyny utrudniające lub uniemożliwiające rozruch	50
5. MANEWRY WYJŚCIOWE	52
5.1. Uwagi wstępne	52
5.2. Ogólne zalecenia eksploatacyjne	53
5.3. Praca silnika głównego podczas procesów przejściowych	54
5.3.1. Praca silnika podczas zwiększania i zmniejszania prędkości statku	54
5.3.2. Praca silnika głównego z bardzo małym obciążeniem	57
6. BIEŻĄCA I OKRESOWA OBSŁUGA SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	59
6.1. Ogólne zalecenia dotyczące bieżącej i okresowej obsługi silników okrętowych.....	59
6.2. Bieżąca i okresowa obsługa elementów kadłuba silnika	63
6.2.1. Dbłość o czystość i szczelność kadłuba	63
6.2.2. Okresowy przegląd zabezpieczeń przeciwwybuchowych	64
6.2.3. Okresowa kontrola połączeń śrubowych	66
6.3. Eksploatacja układu tłokowo-korbowego	66
6.3.1. Wiadomości ogólne	66
6.3.2. Eksploatacja zespołu tłok - pierścienie tłokowe - tuleja cylindrowa	67
6.3.2.1. Inspekcja zespołu tłok - pierścienie tłokowe - tuleja cylindrowa przez okna wymiany czynnika roboczego	67
6.3.2.2. Okresowy przegląd zespołu tłok - pierścienie tłokowe - tuleja cylindrowa	70
6.3.3. Eksploatacja łożysk układu tłokowo-korbowego	87
6.3.3.1. Obsługa bieżąca łożysk	87
6.3.3.2. Obsługa okresowa łożysk	88
6.3.4. Obsługa i przegląd wału korbowego	91
6.4. Eksploatacja układu wymiany czynnika roboczego	99
6.4.1. Informacje ogólne	99
6.4.2. Eksploatacja zespołu ładowania	99
6.4.2.1. Zapotrzebowanie powietrza	99
6.4.2.2. Parametry powietrza ładującego	100
6.4.2.3. Obsługa elementów układu powietrza ładującego	101
6.4.3. Eksploatacja układu rozrządu czynnika roboczego	109
6.4.3.1. Eksploatacja zaworowego układu rozrządu czynnika roboczego	110
6.4.3.2. Eksploatacja zaworowo-szczelinowego układu rozrządu czynnika roboczego	119
6.4.3.3. Eksploatacja szczelinowego układu rozrządu czynnika roboczego	122

6.4.4. Eksploatacja zespołu wylotowego spalin	125
6.4.5. Eksploatacja przestrzeni podtłokowych	126
6.5. Eksploatacja układu paliwowego	127
6.5.1. Wprowadzenie	127
6.5.2. Przyjmowanie paliwa na statek.....	127
6.5.2.1. Czynności przygotowawcze	128
6.5.2.2. Czynności bunkrowania	130
6.5.3. Przygotowanie paliwa do spalania	135
6.5.3.1. Dodatki do paliw	135
6.5.3.2. Czyszczenie paliw	136
6.5.4. Wpływ jakości paliwa na czynności obsługi, proces roboczy i silnik	143
6.5.5. Obsługa układu paliwowego silnika	147
6.5.5.1. Ogólne wytyczne obsługi	147
6.5.5.2. Zwiększanie obciążenia po rozruchu	147
6.5.5.3. Przełączanie układu paliwowego z oleju napędowego na paliwo ciężkie i odwrotnie	149
6.5.5.4. Dozór instalacji zasilania paliwem i układu wtryskowego w ruchu ustalonym	151
6.5.5.5. Nieprawidłowości procesu roboczego wynikające z wadliwego działania układu wtryskowego	153
6.6. Eksploatacja układu smarnego	156
6.6.1. Wiadomości ogólne	156
6.6.2. Obsługa instalacji obiegowo-ciśnieniowego układu smarnego	157
6.6.2.1. Gospodarka magazynowa materiałami smarnymi	158
6.6.2.2. Szczegółowe zalecenia eksploatacyjne dotyczące instalacji obiegowo-ciśnieniowej	162
6.6.2.3. Obsługa instalacji smarowania turbosprężarek	165
6.6.2.4. Obsługa elementów instalacji smarowania	167
6.6.3. Uwagi eksploatacyjne dotyczące obiegowych olejów smarnych	169
6.6.3.1. Zmiana wartości użytkowych oleju obiegowego podczas eksploatacji	169
6.6.3.2. Okresowa kontrola jakości oleju obiegowego	170
6.6.3.3. Ilościowe zużycie oleju i jego wymiana	174
6.6.4. Dbłość o jakość oleju obiegowego podczas eksploatacji	176
6.6.5. Obsługa instalacji smarowania tulei cylindrowych	180
6.6.5.1. Dobór oleju cylindrowego i proces doprowadzania go na gładź cylindrową	180
6.6.5.2. Obsługa instalacji oleju cylindrowego	182
6.6.5.3. Ocena poprawności smarowania tulei cylindrowych	183
6.6.5.4. Dobór dawki oleju cylindrowego w stanach szczególnych	184
6.7. Eksploatacja układu chłodzenia	186
6.7.1. Uwagi ogólne	186
6.7.2. Elementy wymagające chłodzenia, instalacje chłodzące	188
6.7.3. Wpływ chłodzenia na silnik i jego pracę – dobór temperatur chłodzenia	189
6.7.4. Obsługa instalacji chłodzenia	192
6.7.4.1. Ogólne zasady obsługi instalacji chłodzenia	192
6.7.4.2. Ciecze chłodzące	200

6.7.4.3. Czyszczenie instalacji chłodzenia – usuwanie osadów	205
6.7.5. Eksploatacja instalacji wody zaburtowej	206
6.7.6. Nieprawidłowości występujące w układach chłodzenia i ich przyczyny ..	208
7. KONTROLA DZIAŁANIA SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	209
7.1. Parametry rutynowo kontrolowane	209
7.1.1. Parametry podstawowe	209
7.1.2. Warunki normalne	210
7.1.3. Transformacja wybranych wielkości na warunki normalne	212
7.2. Ocena pracy silnika	216
7.2.1. Ocena pracy silnika na podstawie wybranych parametrów	216
7.2.2. Ocena procesu roboczego na podstawie wykresów indykatorowych	219
7.3. Ocena pracy turbosprężarki i chłodnicy powietrza ładującego	231
7.3.1. Ocena stanu technicznego turbosprężarki	232
7.3.2. Ocena stanu technicznego chłodnicy powietrza ładującego	233
7.4. Pomiar i ocena zużycia paliwa	235
7.4.1. Wyznaczanie jednostkowego zużycia paliwa	235
7.4.2. Jednostkowe zużycie paliwa jako parametr diagnostyczny	242
7.5. Korekta i regulacja nastaw	244
7.5.1. Regulacja statyczna	245
7.5.2. Regulacja dynamiczna	256
7.6. Ewidencja parametrów pracy silnika i czynności obsługi	258
8. WPŁYW WARUNKÓW ZEWNĘTRZNYCH NA PRACĘ SILNIKA OKRĘTOWEGO	259
8.1. Wpływ parametrów otoczenia na pracę silnika	259
8.2. Wpływ parametrów siłowni okrętowej na pracę silnika	261
8.3. Wpływ warunków hydrometeorologicznych na pracę silnika	262
8.4. Wnioski eksploatacyjne	263
9. ZJAWISKA FIZYCZNE ZACHODZĄCE W SILNIKACH OKRĘTOWYCH	264
9.1. Źródła i wielkości obciążeń cieplnych	264
9.1.1. Wpływ parametrów procesu roboczego na obciążenia cieplne	266
9.1.2. Wpływ prędkości obrotowej silnika na obciążenia cieplne	268
9.1.3. Wpływ stanu technicznego silnika na obciążenia cieplne	271
9.2. Źródła i wielkości obciążeń mechanicznych	275
9.2.1. Siły gazowe	275
9.2.2. Siły masowe odśrodkowe i oscylacyjne oraz ich momenty	276
9.2.3. Obciążenia powodowane momentem obrotowym	279
9.2.4. Obciążenia powodowane drganiami skrętnymi	280
10. NIEDOMAGANIA I USTERKI W DZIAŁANIU SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	286

10.1. Uwagi i zalecenia ogólne	286
10.2. Usterki będące następstwem błędów obsługi oraz środki zaradcze	287
10.2.1. Błędy obsługi w fazie przygotowania silnika do ruchu	287
10.2.2. Błędy obsługi podczas rozruchu	288
10.2.3. Błędy obsługi podczas manewrowania	289
10.2.4. Błędy obsługi podczas ciągłej eksploatacji	289
10.2.5. Nieprawidłowości dotyczące prac przeglądowo-montażowych	292
10.3. Pożary i wybuchy w silnikach okrętowych i sposoby zapobiegania	295
10.3.1. Przyczyny wybuchów	295
10.3.2. Zapobieganie wybuchom i pożarom	296
11. SZCZEGÓLNE STANY EKSPLOATACYJNE SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	299
11.1. Manewr awaryjny	299
11.1.1. Uwagi ogólne	299
11.1.2. Manewr awaryjny silnikiem bezpośrednio napędzającym śrubę okrętową o stałym skoku	300
11.2. Praca układu napędowego w szczególnych stanach obciążenia	306
11.2.1. Praca silnika podczas sztormu	306
11.2.2. Praca silnika okrętowego na wodach ograniczonych	311
11.2.3. Praca układu napędowego w stanach zmniejszonych lub zwiększonych oporów pływania	313
11.2.4. Praca układu napędowego holowników i statków rybackich	315
11.2.5. Obciążenie i eksploatacja silnika okrętowego na wodach zalodzonych	317
11.2.6. Praca układu napędowego z uszkodzoną śrubą napędową	322
11.3. Praca silnika okrętowego z obciążeniem różnym od nominalnego	324
11.3.1. Praca silnika okrętowego z obciążeniem częściowym	324
11.3.2. Pośrednie skutki obciążeń częściowych	331
11.3.3. Przystosowanie silnika okrętowego do długotrwałej pracy ciągłej z częściowym obciążeniem	332
11.3.4. Wnioski i zalecenia	337
11.4. Praca silnika okrętowego z wyłączonym cylindrem/cylindrami	338
11.4.1. Przyczyny wyłączeń części cylindrów z pracy	338
11.4.2. Warianty wyłączeń cylindra z działania	338
11.4.3. Skutki wyłączenia cylindra z pracy	341
11.4.4. Zalecenia eksploatacyjne	351
11.5. Praca silnika z niesprawnym układem ładującym	352
12. DOBÓR PARAMETRÓW PRACY SILNIKA NAPĘDU GŁÓWNEGO W WYBRANYCH STANACH EKSPLOATACYJNYCH	361
12.1. Ograniczony zapas paliwa	361
12.2. Zużycie paliwa funkcją czasu rejsu	364
13. MANEWRY WEJŚCIOWE, ZATRZYMANIE I „ODSTAWIANIE” SILNIKA	367
13.1. Wiadomości ogólne	367
13.2. Manewry wejściowe	367
13.3. Zatrzymanie i „odstawianie” silnika głównego	369

14. OGRANICZENIE EMISJI TOKSYCZNYCH SKŁADNIKÓW SPALIN SILNIKÓW OKRĘTOWYCH	371
14.1. Skład spalin okrętowych silników tłokowych oraz ich wpływ na środowisko naturalne.....	371
14.2. Regulacje prawne dotyczące redukcji emisji NO _x i SO _x do atmosfery	376
14.3. Metody ograniczenia emisji NO _x do atmosfery	377
14.3.1. Metody podstawowe	378
14.3.2 Metody dodatkowe	390
14.3.3 Redukcja emisji tlenków azotu oparta na kombinacji metod - efekt sumaryczny(numer strony).....	393
LITERATURA.....	397