

SPIS TREŚCI

	Strona
PRZEDMOWA	7
1. SYSTEM TŁOK-CYLINDER SILNIKA OKRĘTOWEGO	9
1.1. Statek morski jako złożony obiekt techniczny.....	9
1.2. System tłok-cylinder (TC) w strukturze silnika okrętowego.....	11
1.3. Budowa systemu TC.....	13
1.3.1. Tłoki	13
1.3.2. Pierścienie tłokowe	18
1.3.3. Tuleje cylindrowe	27
2. OBCIĄŻENIA SYSTEMU TŁOK-CYLINDER	30
2.1. Obciążenie pierścieni tłokowych	33
2.1.1. Siły działające w kierunku osiowym (y)	34
2.1.2. Siły działające w kierunku promieniowym (x)	35
2.2. Zmiany ciśnienia w uszczelnieniu pierścieniowym	38
2.3. Kinematyka pierścieni tłokowych	40
2.4. Obciążenia cieplne systemu T-C	44
2.4.1. Kryteria oceny obciążeń cieplnych	46
3. TARCIE I SMAROWANIE W SYSTEMACH TŁOK-CYLINDER	49
3.1. Rodzaje tarcia i smarowania	50
3.2. Hydrodynamiczne warstwy ślizgowe.....	54
3.3. Tarcie w systemie tribologicznym: część prowadząca tłoka-tuleja cylindrowa	56
3.4. Tarcie w systemie tribologicznym: pierścień-tłok	59
3.5. Tarcie w systemie tribologicznym: pierścień-tuleja cylindrowa ...	60
3.5.1. Obciążenie powierzchni ślizgowej	61
3.5.2. Ciśnienie w filmie olejowym	63
3.5.3. Współczynnik tarcia	65
3.5.4. Minimalna grubość filmu olejowego	69
3.5.5. Geometria szczeliny smarowej	72

	Strona
3.6. Systemy smarowania tulei cylindrowej	74
3.6.1. System smarowania zsynchronizowany z ruchem tŁoka	78
3.6.2. System smarowania z akumulatorami ciśnienia	82
3.6.3. System smarowania Alpha	85
3.6.4. System smarowania SIP	86
3.6.5. System smarowania PjL (<i>Pulse Jet Lubrication</i>)	86
3.7. Oleje smarujące – właściwości	86
3.7.1. Zmiany właściwości oleju w procesie eksploatacji – starzenie.....	88
3.8. Zużycie oleju smarującego	89
4. RODZAJE ZUŻYCIA UKŁADU TŁOK-CYLINDER	91
4.1. Warstwa wierzchnia	92
4.2. Elementarne procesy niszczenia warstwy wierzchniej	95
4.3. Zużycie ściernie	96
4.4. Zużycie adhezyjne	98
4.4.1. Powstawanie zatarć	100
4.4.2. Kryterium charakteryzujące niebezpieczeństwo zatarcia.....	101
4.5. Zużycie zmęczeniowe	102
4.5.1. Wykruszanie.....	103
4.5.2. Łuszczenie.....	104
4.5.3. Zużycie gruzełkowe – pitting.....	104
4.6. Zużycie korozyjne (utlenianie).....	104
4.7. Zużycie kawitacyjne.....	105
4.8. Przebieg zużywania się warstwy wierzchniej	107
4.9. Modele zużycia systemu TC	109
4.9.1. Równania zużycia	109
4.9.2. Kształty zużycia.....	110
4.9.3. Stany graniczne	116
5. WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA TRWAŁOŚĆ ELEMENTÓW SYSTEMU TŁOK-CYLINDER.....	118
5.1. Pokrycia powierzchniowe	119
5.2. Obciążenie silnika.....	122
5.2.1. Średnie ciśnienie w cylindrze	122
5.2.2. Prędkość obrotowa silnika	122
5.2.3. Stany przejściowe.....	123

	Strona
5.3. Właściwości paliwa	125
5.3.1. Oddziaływanie ścierne paliw silnikowych.....	127
5.3.2. Oddziaływanie korozyjne paliw silnikowych	129
5.4. Oleje smarujące	131
5.4.1. Dawka oleju smarującego	131
5.4.2. Produkty starzenia oleju i spalania paliwa	134
5.4.3. Eksploatacja silnika na paliwach niskosiarkowych	135
5.5. Stan cieplny elementów systemu TC.....	138
5.6. Powietrze doprowadzane do silnika.....	143
5.7. Montaż elementów systemu TC.....	145
5.8. Tuleja cylindrowa.....	146
5.8.1. Honowanie.....	146
5.8.2. Docieranie	149
6. NIESPRAWNOŚCI I USZKODZENIA SYSTEMU TŁOK-CYLINDER.....	153
6.1. Dane statystyczne uszkodzeń silników okrętowych.....	153
6.2. Nadmierne zużycie	158
6.2.1. Zużycie ścierne	159
6.2.2. Mikrozatarcia	161
6.2.3. Procesy korozyjne	164
6.3. Uszkodzenia rowków pierścieniowych i pierścieni tłokowych	166
6.3.1. Rowki pierścieniowe	166
6.3.2. Pierścienie tłokowe.....	168
6.4. Przedmuchy spalin	173
6.5. Uszkodzenia tulei cylindrowych	177
6.6. Uszkodzenia tłoków	184
6.7. Uszkodzenia głowic cylindrowych	191
6.8. Uszkodzenia kawitacyjno-erozyjne powierzchni chłodzonych	194
6.9. Przykład awarii silnika napędu głównego	195
6.9.1. Charakterystyka statku i silnika	195
6.9.2. Okoliczności i zakres awarii.....	196
6.9.3. Przebieg procesów destrukcyjnych.....	200
6.9.4. Zatarcie tłoka w cylindrze i wybuch mgły olejowej w karterze.....	202

	Strona
7. DIAGNOSTYKA I MONITORING PRACY UKŁADU	
TŁOK-CYLINDER	204
7.1. Diagnozowanie	204
7.2. Monitorowanie	206
7.3. Diagnostyka elementów systemu tłok-cylinder (TC)	208
7.3.1. Ocena obciążenia mechanicznego i cieplnego elementów systemu TC.....	208
7.3.2. Ocena szczelności komory spalania	210
7.3.3. Ocena warunków współpracy tłoka i tulei.....	212
LITERATURA	217