

## Spis treści

<b>1. WIADOMOSCI PODSTAWOWE.....</b>	<b>13</b>
1.1. Istota i podzial silnikow spalinowych.....	13
1.2. Zasada dzialania silnika z zaplonem samoczynnym.....	15
1.2.1. Zasada dzialania czterosuwowego silnika z zaplonem samoczynnym.....	15
1.2.2. Zasada dzialania dwusuwowego silnika z zaplonem samoczynnym.....	19
1.2.3. Zasada dzialania cztero- i dwusuwowego silnika doladowanego.....	22
1.3. Podzial i krotka charakterystyka tlokowych silnikow spalinowych...24	
1.3.1. Podzial silnikow wedlug rodzaju stosowanego paliwa i cech charakterystycznych procesu roboczego.....	24
1.3.2. Podzial wedlug sposobu dzialania.....	27
1.3.3. Podzial wedlug cech konstrukcyjnych i przeznaczenia.....	28
1.4. Ogolny opis budowy i dzialania okretowych silnikow spalinowych. Podzial silnika okretowego na układy funkcjonalne.....	32
1.4.1. Uwagi wstepne.....	32
1.4.2. Podzial silnikow okretowych na układy funkcjonalne.....	33
1.4.3. Krotki opis budowy, zadah i dzialania ukladow funkcjonalnych silnikow okretowych.....	34
1.5. Zastosowanie silnika spalinowego w okretownictwie.....	43
1.5.1. Rys historyczny rozwoju silnika z zaplonem samoczynnym....	43
1.5.2. Rys historyczny zastosowania silnika spalinowego w okretownictwie.....	47
1.5.3. Rozwoj i zastosowanie silnikow wolnoobrotowych w okretownictwie.....	48
1.5.4. Rozwoj i zastosowanie silnikow srednioobrotowych w okretownictwie.....	53
1.6. Produkcja silnikow z zaplonem samoczynnym w Polsce.....	56

<b>2. TERMODYNAMICZNE PODSTAWY DZIAŁANIA SILNIKÓW SPALINOWYCH Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM.....</b>	<b>61</b>
2.1. Obieg teoretyczny i porównawczy.....	61
2.1.1. Uwagi wstępne.....	61
2.1.2. Obieg teoretyczny i porównawczy silnika z zapłonem samoczynnym.....	61
2.1.3. Charakterystyczne parametry termodynamiczne obiegu teoretycznego.....	64
2.1.4. Sprawność obiegu teoretycznego. Sprawność teoretyczna.....	67
2.1.5. Średnie ciśnienie teoretyczne.....	69
2.1.6. Obieg Sabathe'a z doladowaniem turboprezarkowym.....	69
2.2. Obieg rzeczywisty silnika z zapłonem samoczynnym.....	72
2.2.1. Parametry termodynamiczne obiegu rzeczywistego.....	72
2.2.2. Sprawność indykowana — sprawność obiegu rzeczywistego..	79
2.2.3. Średnie ciśnienie indykowane. Średnie ciśnienie obiegu rzeczywistego.....	79
<b>3. WIELKOŚCI CHARAKTERYZUJĄCE SILNIK.....</b>	<b>82</b>
3.1. Wskaźniki energetyczne.....	82
3.1.1. Prędkość obrotowa.....	83
3.1.2. Moc silnika.....	85
3.1.3. Moment obrotowy — $M_p$ .....	95
3.1.4. Sprawność silnika.....	97
3.1.5. Jednostkowe zużycie paliwa.....	101
3.1.6. Bilans cieplny silnika.....	103
3.1.7. Utylizacja ciepła odpadowego w silowni spalinowej.....	107
3.2. Wskaźniki porównawcze.....	113
3.2.1. Wskaźniki mocy.....	113
3.2.2. Wskaźniki masy i objętości.....	116
3.3. Charakterystyki silników okrętowych.....	117
3.3.1. Wiadomości podstawowe, klasyfikacja charakterystyk.....	117
3.3.2. Charakterystyki prędkościowe.....	118
3.3.3. Charakterystyki obciążeniowe.....	124
3.3.4. Charakterystyki regulacyjne.....	124
3.3.5. Charakterystyki ogólne.....	125
3.3.6. Pole pracy silnika.....	128

<b>4. OBCIAZENIA MECHANICZNE I CIEPLNE SILNIKA.....</b>	<b>132</b>
4.1. Uwagi wstepne.....	132
4.2. Mechanika ukladu tlokowo-korbowego.....	132
4.2.1. Kinematyka ukladu tlokowo-korbowego.....	133
4.2.2. Dynamika ukladu tlokowo-korbowego.....	137
4.3. Wyrownowazenie silnikow.....	145
4.3.1. Uwagi wstepne.....	145
4.3.2. Zasady rownowazenia masowych sil rotacyjnych.....	146
4.3.3. Zasada rownowazenia masowych sil oscylacyjnych.....	147
4.3.4. Zasada wyznaczania i rownowazenia momentow sil masowych.....	148
4.3.5. Wnioski i uwagi.....	157
4.4. Drgania skretae ukladu silnik-sruba napedowa. Krytyczne predkosci obrotowe.....	158
4.4.1. Uwagi wstepne.....	158
4.4.2. Wiadomosci podstawowe.....	159
4.4.3. Mechanika ruchu drgajacego skr^tne.....	160
4.4.4. Drgania skretae swobodne nie tlumione uktadow wielomasowych.....	163
4.4.5. Momenty wzbudzajace drgania skrefrie.....	167
4.4.6. Rezonans drgah. Krytyczna pr^dkosc obrotowa.....	169
4.4.7. Zmiana zakresu glownej krytycznej predkosci obrotowej.....	177
4.4.8. Eliminacja / ograniczanie drgah skretaych.....	179
4.4.9. Wnioski i zalecenia.....	181
4.5. Obciazenia mechaniczne.....	182
4.6. Obciazenia cieplne.....	184
4.6.1. Wstep.....	184
4.6.2. Pojecia obciazenia cieplnego.....	184
4.6.3. Kryteria obciazeh cieplnych.....	188
4.6.4. Skutki nadmiernych obciazeh cieplnych.....	195
<b>5. KADLUBY OKRETOWYCH SILNIKOW SPALINOWYCH.....</b>	<b>196</b>
5.1. Wiadomosci ogolne.....	196
5.2. Ramy fundamentowe (podstawy) i ich mocowanie.....	198
5.2.1. Budowa ram fundamentowych.....	198
5.2.2. Mocowanie ram fundamentowych. Fundamentowanie silnikow.....	201
5.3. Stojaki silnikow.....	209
5.4. Przelotnie powietrza.....	213
5.5. Bloki cylindrowe.....	213

<b>7. UKEAD WYMIANY CZYNNIKA ROBOCZEGO.....</b>	<b>342</b>
7.1. Uwagi wstepne.....	342
7.2. Podstawy teoretyczne procesu wymiany czynnika roboczego.....	344
7.2.1. Pojecie czasoprzekroju.....	344
7.2.2. Parametry czynnika roboczego podczas procesu wymiany czynnika roboczego.....	346
7.2.3. Wskazniki procesu wymiany czynnika roboczego.....	349
7.2.4. Wymiana czynnika roboczego w silniku czterosuwowym....	351
7.2.5. Wymiana czynnika roboczego w silnikach dwusuwowych....	353
7.3. Układ ładujący.....	364
7.3.1. Wiadomości podstawowe.....	364
7.3.2. Filtry powietrza i tłumiki hałasu.....	364
7.3.3. Sprezarki powietrza ładującego.....	366
7.3.4. Chłodzenie powietrza ładującego, chłodnice powietrza.....	374
7.4. Układ rozrzadu czynnika roboczego.....	379
7.4.1. Uwagi wstepne.....	379
7.4.2. Rozrzad zaworowy czynnika roboczego.....	381
7.4.3. Rozrzad szczelinowo-zaworowy czynnika roboczego.....	403
7.4.4. Rozrzad szczelinowy czynnika roboczego.....	407
7.5. Układ wylotowy.....	409
7.5.1. Kolektory wylotowe.....	410
7.5.2. Przewody wylotowe i tłumiki.....	411
7.6. Doladowanie silników z zapłonem samoczynnym.....	412
7.6.1. Wiadomości podstawowe.....	412
7.6.2. Termodynamiczne podstawy działania zespołu silnik-turbosprezarka.....	416
7.6.3. Wph/w doladowania na proces roboczy i obciążenie silnika.....	417
7.6.4. Doladowanie silników czterosuwowych.....	420
7.6.5. Doladowanie silników dwusuwowych.....	422
7.6.6. Współpraca silnika z turbosprezarką.....	429
7.6.7. Urządzenia dodatkowe układów doladujących.....	433
<b>8. UKŁAD ROZRUCHOWO-NAWROTNY.....</b>	<b>438</b>
8.1. Uwagi wstepne.....	438
8.2. Układy rozruchowe.....	439
8.2.1. Instalacja sprężonego powietrza.....	440
8.2.2. Podstawowy układ rozruchowy.....	441
8.2.3. Urządzenia i mechanizmy podstawowego układu rozruchowego.....	444
8.2.4. Przykłady układów rozruchowych.....	460
8.2.5. Układ rozruchowy z sitownikiem pneumatycznym.....	461
8.2.6. Hamowanie układu napędowego powietrzem rozruchowym.....	462

8.3. Układy nawrotne.....	464
8.3.1. Wiadomości podstawowe.....	464
8.3.2. Układy nawrotne osiowego przesterowania wału rozrzadu ..	464
8.3.3. Układ nawrotny katowego przesterowania wału rozrzadu....	467
8.4. Układy rozruchowo-nawrotne współczesnych silników okretowych	470
8.4.1. Układ rozruchowo-nawrotny z osiowym przesterowaniem wału rozrzadu.....	470
8.4.2. Układ rozruchowo-nawrotny z katowym przesterowaniem wału rozrzadu.....	472
<b>9. UKŁAD ZASILANIA SILNIKA PALIWEM, SPALANIE.....</b>	<b>475</b>
9.1. Uwagi wstępne.....	475
9.2. Paliwa silników z zapłonem samoczynnym.....	477
9.2.1. Otrzymywanie i rodzaje paliw.....	477
9.2.2. Cechy i własności paliw ciekłych silników okretowych.....	479
9.2.3. Klasyfikacja i charakterystyka paliw ciekłych.....	486
9.2.4. Paliwa stosowane do napędu silników okretowych.....	490
9.3. Spalanie paliwa w silnikach z zapłonem samoczynnym.....	496
9.3.1. Powstawanie mieszaniny paliwowo-powietrznej.....	496
9.3.2. Spalanie.....	508
9.3.3. Obniżanie toksyczności spalin emitowanych przez silniki okretowe.....	512
9.4. Instalacja zasilania paliwem.....	518
9.4.1. Wiadomości ogólne.....	518
9.4.2. Urządzenia pomocnicze instalacji zasilania paliwem.....	520
9.4.3. Filtry dokładnego czyszczenia paliwa.....	523
9.4.4. Pompy wtryskowe.....	531
9.4.5. Przewody paliwowe wysokiego ciśnienia.....	552
9.4.6. Wtryskiwacze.....	553
9.5. Regulatory prędkości obrotowej.....	561
9.5.1. Zadania i klasyfikacja regulatorów prędkości obrotowej.....	561
9.5.2. Wielkości charakterystyczne regulatora prędkości obrotowej....	567
9.5.3. Przykłady regulatorów prędkości obrotowej.....	569

<b>10. SMAROWANIE SILNIKOW OKRETOWYCH.....</b>	<b>578</b>
10.1. Ogólne wiadomości o smarowaniu silników okrętowych.....	578
10.1.1. Zadania oleju smarowego.....	578
10.1.2. Ogólne uwagi o smarowaniu silników okrętowych.....	579
10.2. Oleje silnikowe.....	582
10.2.1. Uwagi ogólne.....	582
10.2.2. Eksploatacyjne wskaźniki jakości olejów smarowych.....	582
10.2.3. Klasyfikacja olejów silnikowych.....	590
10.2.4. Oleje do silników okrętowych.....	595
10.3. Instalacja oleju smarowego.....	598
10.3.1. Uwagi ogólne.....	598
10.3.2. Instalacja obiegowo-cisnieniowa. Smarowanie łożysk.....	600
10.3.3. Urządzenia instalacji olejowej obiegowo-cisnieniowej.....	603
10.4. Smarowanie tulei cylindrowych.....	614
10.4.1. Uwagi wstępne.....	614
10.4.2. Instalacja smarowania tulei cylindrowej.....	615
10.4.3. Proces podawania oleju na gładź tulei cylindrowej.....	616
10.4.4. Elementy instalacji smarowania gładzi cylindrowej.....	618
<b>11. CHŁODZENIE SILNIKOW OKRETOWYCH.....</b>	<b>627</b>
11.1. Wiadomości podstawowe o chłodzeniu silników okrętowych.....	627
11.1.1. Cel i skutki chłodzenia.	
Zadania układu chłodzenia silników okrętowych.....	627
11.1.2. Elementy silnika wymagające chłodzenia.	
Czynniki chłodzące.....	628
11.1.3. Ciepło chłodzenia — straty chłodzenia.....	630
11.1.4. Systemy chłodzenia.....	633
11.2. Instalacja chłodzenia silników okrętowych.	
Chłodzenie elementów.....	637
11.2.1. Chłodzenie tulei cylindrowych i głowic.....	638
11.2.2. Chłodzenie tłoków.....	645
11.2.3. Chłodzenie wtryskiwaczy.....	662
11.2.4. Pozostałe obiegi chłodzenia.....	666

<b>12. UKŁADY AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA I KONTROLI OKRETOWYMI SILNIKAMI SPALINOWYMI.....</b>	<b>669</b>
12.1. Wprowadzenie.....	669
12.1.1. Uwagi ogólne.....	669
12.1.2. Cele automatyzacji silowni okretowej.....	670
12.1.3. Okreslenia podstawowych pojec z zakresu automatyki.....	672
12.1.4. Czesciowa klasyfikacja ukladow automatyki.....	673
12.1.5. Zadania automatyzacji napedu glownego.....	674
12.1.6. Ogolne uwagi o przepisach instytucji klasyfikacyjnych.....	675
12.2. Układy automatycznego sterowania i kontroli silnikami okretowymi.....	676
12.2.1. Układy sterowania i kontroli silnikami napedu glownego ....	676
12.2.2. Układy sterowania i kontroli silnikami zespolow pradotworczych.....	687
12.3. Silniki okretowe sterowane elektronicznie.....	690
12.3.1. Silniki SULZER RT-flex.....	690
12.3.2. Silniki MAN-B&W.....	694
<b>Literatura.....</b>	<b>697</b>