

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów 10

Wstęp 13

Rozdział 1. Wprowadzenie ogólne 15

1.1. Podstawowe parametry silnika tłokowego 15

1.1.1. Parametry geometryczne, operacyjne i lokalne 15

1.1.2. Parametry teoretyczne, indykowane i użyteczne 16

1.2. Zakresy wielkości, zastosowania i warunki pracy 18

1.3. Tendencje rozwojowe 20

1.4. Napędy alternatywne 20

Rozdział 2. Obiegi teoretyczne 23

2.1. Wprowadzenie i założenia 23

2.2. Obieg z doprowadzaniem ciepła przy stałej objętości (obieg Otta) 24

2.3. Obieg z doprowadzaniem ciepła przy stałym ciśnieniu (obieg Diesla) 26

2.4. Obieg z doprowadzaniem ciepła przy stałej objętości i stałym ciśnieniu (obieg Sabathégo) 28

2.5. Analiza sprawności obiegów teoretycznych 30

2.6. Obiegi z doładowaniem 32

2.6.1. Uwagi ogólne 32

2.6.2. Doładowanie mechaniczne 33

2.6.3. Turbodoładowanie 35

2.7. Średnie ciśnienie teoretyczne 37

Rozdział 3. Obiegi porównawcze i ich urzeczywistnienie 39

3.1. Wprowadzenie 39

3.2. Silniki o zapłonie iskrowym (ZI) 40

3.3. Silniki o zapłonie samoczynnym (ZS) 42

3.4. Silniki dwusuwowe 43

3.5. Silniki doładowane 45

3.6. Uwarunkowania techniczne parametrów obiegu 46

Rozdział 4. Termochemia spalania 48

4.1. Zależności dla gazu doskonałego i półdoskonałego 48

4.2. Energia wiązań chemicznych a wywiązywanie ciepła (definicje) 54

4.3. Adiabatyczna temperatura spalania 58

4.4. I zasada termodynamiki 59

4.5. Spalanie w umiarkowanych temperaturach 60

4.6. Równowaga chemiczna 66

4.7. Kinetyka reakcji chemicznych 70

4.8. Zredukowane mechanizmy kinetyczne 75

4.9. Inne mechanizmy globalne i wieloetapowe 76

Rozdział 5. Termodynamiczna analiza obiegu na podstawie uproszczonego bilansu energii 79

5.1. Uproszczona analiza obiegu silnika ZI 79

5.2. Przygotowanie ładunku 83

- 5.3. Praca silnika z częściowymi obciążeniami 84
- 5.4. Doładowanie 85
- 5.5. Uproszczona analiza obiegu silnika ZS 87

Rozdział 6. Procesy spalania 89

- 6.1. Charakterystyka ogólna 89
- 6.2. Ruch ładunku w cylindrze 92
- 6.3. Proces spalania w silniku ZI 94
- 6.4. Proces spalania w silniku ZS 100
- 6.5. Spalanie mieszanek ubogich 104
- 6.6. Kształt komory spalania 109
- 6.7. Recyrkulacja spalin 111

Rozdział 7. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła 112

- 7.1. Wprowadzenie 112
- 7.2. Sprzężenie między udziałem masowym spalin oraz ciśnieniem 113
- 7.3. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła w silniku ZI (metody predykcyjne) 115
 - 7.3.1. Metoda szacunkowa 115
 - 7.3.2. Metoda z uwzględnieniem danych doświadczalnych - funkcja Wibego 117
 - 7.3.3. Metoda z uwzględnieniem propagacji frontu spalania 118
- 7.4. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła na podstawie wykresu indykatorowego (metody diagnostyczne) 120
 - 7.4.1. Uwagi ogólne 120
 - 7.4.2. Określanie szybkości spalania w silniku ZI 121
 - 7.4.3. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła w silniku ZI - model jednostrefowy 122
 - 7.4.4. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła w silniku ZI - model dwustrefowy 125
- 7.5. Określanie przebiegu wywiązywania się ciepła w silniku ZS 127
 - 7.5.1. Szybkość wtrysku paliwa 127
 - 7.5.2. Analiza zmierzonego wykresu indykatorowego 128
- 7.6. Analiza obiegu termodynamicznego silnika ZI 132
- 7.7. Analiza obiegu termodynamicznego silnika ZS 139

Rozdział 8. Obiegi rzeczywiste 143

- 8.1. Ogólna charakterystyka obiegów rzeczywistych 143
- 8.2. Wymiana ładunku 145
 - 8.2.1. Zadania procesu wymiany ładunku 145
 - 8.2.2. Współczynnik napełnienia 146
 - 8.2.3. Obliczanie procesu wymiany ładunku 148
 - 8.2.4. Przepływ przez zawory 150
 - 8.2.5. Fazy rozrządu 151
 - 8.2.6. Ruchy falowe 153

- 8.3. Geometria komory spalania 155
 - 8.3.1. Komory spalania silników ZI 155
 - 8.3.2. Komory spalania silników ZS 159
- 8.4. Wymiana ciepła 161
 - 8.4.1. Charakterystyka ogólna 161
 - 8.4.2. Uśredniony opis wymiany ciepła 163
- 8.5. Turbulencja 165
- 8.6. Pełny bilans energetyczny 167

Rozdział 9. Zasilanie i systemy spalania 169

- 9.1. Przygotowanie ładunku 169
- 9.2. Zasilanie wtryskowe silników ZI 170
- 9.3. Zasilanie wtryskowe silników ZS 171
- 9.4. Systemy spalania silników ZI 174
- 9.5. Systemy spalania silników ZS 183
 - 9.5.1. Uwagi ogólne 183
 - 9.5.2. Rodzaje systemów spalania silników ZS 184
 - 9.5.3. Mechanizm spalania strugi paliwa w silniku ZS 185

Rozdział 10. Zjawiska niepożądane 188

- 10.1. Zjawisko spalania stukowego 188
- 10.2. Niepowtarzalność procesów 193
- 10.3. Problemy rozruchowe silników ZS 196

Rozdział 11. Toksyczność spalin 198

- 11.1. Wprowadzenie 198
- 11.2. Mechanizmy powstawania konwencjonalnych toksycznych składników spalin 198
 - 11.2.1. Tlenek węgla (CO) 198
 - 11.2.2. Niespalone węglowodory (HC) 200
 - 11.2.3. Tlenki azotu (NO_x) 201
 - 11.2.4. Cząstki stałe 203
 - 11.2.5. Wpływ warunków pracy silnika na emisję toksycznych składników spalin 204
- 11.3. Pozostałe toksyczne składniki spalin 206
 - 11.3.1. Aldehydy 206
 - 11.3.2. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAH) 206
- 11.4. Dwutlenek węgla 206
- 11.5. Związki toksyczne powstające w atmosferze - ozon troposferyczny 206
- 11.6. Przepisy dotyczące emisji toksycznych składników spalin przez silniki 207
- 11.7. Sposoby zmniejszania emisji toksycznych składników spalin 208
 - 11.7.1. Modyfikacja procesu spalania 208
 - 11.7.2. Neutralizacja toksycznych składników spalin 209

Rozdział 12. Parametry operacyjne i charakterystyki silników 211

12.1. Parametry operacyjne	211
12.1.1. Średnie ciśnienie indykowane i użyteczne	211
12.1.2. Moc indykowana i użyteczna	212
12.1.3. Moment obrotowy	213
12.1.4. Zużycie paliwa	213
12.1.5. Sprawności	213
12.1.6. Inne wskaźniki	215
12.2. Ogólny podział charakterystyk	216
12.3. Charakterystyki prędkościowe	216
12.4. Charakterystyki obciążeniowe	220
12.5. Charakterystyki uniwersalne	221
12.6. Charakterystyki regulacyjne	222
12.7. Charakterystyki specjalistyczne	224

Rozdział 13. Modelowanie matematyczne roboczego cyklu silnika tłokowego

13.1. Wprowadzenie	226
13.2. Ogólna klasyfikacja modeli	227
13.3. Podział według kryterium "samodzielności"	228
13.4. Charakterystyka modeli strefowych	229
13.5. Charakterystyka modeli polowych	233
13.6. Wiarygodność wyników obliczeń	234
13.7. Zastosowania	235

Rozdział 14. Paliwa i oleje

14.1. Chemia paliw węglowodorowych	237
14.2. Ciepło właściwe węglowodorów	240
14.3. Charakterystyka paliw ciekłych	241
14.4. Benzyny	242
14.5. Oleje napędowe	249
14.6. Paliwa alternatywne	251
14.7. Materiały smarowe	253
14.7.1. Oleje mineralne	254
14.7.2. Oleje syntetyczne	255

Dodatek A Programy komputerowe do wykonywania obliczeń w Internecie

Dodatek B Analiza obiegu termodynamicznego silnika ZI przy użyciu programu komputerowego STANJAN

Dodatek C Wybrane adresy internetowe

Literatura	267
Skorowidz	269