

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	9
Wykaz ważniejszych skrótów	13
1. Podstawy silników o zapłonie samoczynnym	15
1.1. Zasada działania i klasyfikacja silników	15
1.2. Obiegi silników spalinowych	18
1.3. Wskaźniki pracy silnika	20
1.4. Bilans cieplny i sprawność ogólna silnika	23
2. Paliwa stosowane w silnikach o zapłonie samoczynnym	26
2.1. Ogólne cechy oleju napędowego	26
2.2. Właściwości i podstawowe parametry normatywne oleju napędowego	26
2.3. Zanieczyszczenia oleju napędowego	30
2.4. Sprawdzanie jakości oleju napędowego	32
2.5. Odporność oleju napędowego na utlenianie	33
2.6. Wpływ osadów wewnętrznych na pracę wysokociśnieniowych układów wtryskowych	34
2.7. Magazynowanie olejów napędowych	35
3. Oleje silnikowe	39
3.1. Wymagania i rola oleju silnikowego	39
3.2. Właściwości olejów silnikowych	40
3.3. Zanieczyszczenia oleju podczas eksploatacji	41
3.4. Klasyfikacje olejów	43
4. Tworzenie i spalanie mieszanki paliwowo-powietrznej	47
4.1. Tworzenie mieszanki paliwowo-powietrznej	47
4.2. Proces spalania	52
4.3. Komory spalania	54
4.3.1. Komory niedzielone (o wtrysku bezpośrednim)	54
4.3.2. Komory dzielone (o wtrysku pośrednim)	57
4.3.3. Komory spalania współczesnych silników	58
5. Badania i podstawowe charakterystyki silników	60
5.1. Podstawowe badania silników	60
5.1.1. Stanowisko dynamometryczne	60
5.1.2. Opornik wodny	62
5.2. Podstawowe charakterystyki silników	63
5.2.1. Charakterystyki prędkościowe	64
5.2.2. Charakterystyka obciążeniowa	66

5.3.	Warunki pracy silnika.....	68
5.3.1.	Ustalone warunki pracy.....	68
5.3.2.	Nieustalone warunki pracy.....	69
6.	Kadłuby i głowice oraz układy korbowy i rozrządu.....	71
6.1.	Kadłuby i głowice.....	71
6.1.1.	Skrzynie korbowe i bloki cylindrów.....	71
6.1.2.	Głowice.....	78
6.1.3.	Tuleje cylindrów.....	82
6.1.4.	Mocowanie silnika w spalinowym pojeździe trakcyjnym.....	84
6.2.	Układ korbowy.....	85
6.2.1.	Wiadomości wstępne.....	85
6.2.2.	Zespoły tłoków.....	85
6.2.3.	Korbowody.....	94
6.2.4.	Wały korbowe.....	97
6.2.5.	Tłumiki drgań skrętnych i koła zamachowe.....	100
6.2.6.	Łożyska układu korbowego.....	102
6.3.	Układ rozrządu.....	104
6.3.1.	Rodzaje układów rozrządu i ich najważniejsze elementy.....	104
6.3.2.	Hydrauliczne kompensatory luzów zaworów.....	113
7.	Układy zasilania paliwem.....	116
7.1.	Wprowadzenie.....	116
7.2.	Układy wtryskowe sterowane mechanicznie.....	117
7.2.1.	Pompy wtryskowe.....	119
7.2.2.	Wtryskiwacze.....	123
7.2.3.	Pompy zasilające.....	126
7.3.	Układy wtryskowe z pompowtryskiwaczami.....	127
7.3.1.	Wiadomości wstępne.....	127
7.3.2.	Budowa i zasada działania pompowtryskiwacza.....	129
7.4.	Układy indywidualnych zespołów wtryskowych pompa-przewód-wtryskiwacz.....	132
7.5.	Zasobnikowe układy wtryskowe Common Rail.....	135
7.5.1.	Wprowadzenie.....	135
7.5.2.	Wtryskiwacze układu Common Rail.....	139
7.5.3.	Pompy wysokiego ciśnienia.....	146
7.5.4.	Elementy obwodu wysokiego ciśnienia.....	150
7.6.	Filtracja oleju napędowego.....	157
7.6.1.	Wiadomości wstępne.....	157
7.6.2.	Filtry paliwa.....	158
8.	Układ smarowania.....	164
8.1.	Wprowadzenie.....	164
8.2.	Elementy układu smarowania silnika.....	167
8.2.1.	Pompy oleju i zawory przelewowe.....	167
8.2.2.	Filtry oleju.....	169
8.2.3.	Chłodnice oleju (wymenniki ciepła).....	176
9.	Układ chłodzenia.....	179
9.1.	Wprowadzenie.....	179
9.2.	Budowa układu chłodzenia.....	179
9.3.	Elementy układu chłodzenia.....	181
9.4.	Regulacja temperatury cieczy chłodzącej, zespoły chłodzące.....	183
10.	Sterowanie i regulacja silników.....	189
10.1.	Mechaniczna regulacja prędkości obrotowej.....	189
10.1.1.	Regulatory wielozakresowe.....	189
10.1.2.	Regulatory pośredniego działania – regulatory Woodwarda.....	191

10.2.	Elektroniczny układ sterowania EDC	197
10.2.1.	Bloki funkcjonalne.....	198
11.	Układ zasilania powietrzem	205
11.1.	Wprowadzenie	205
11.2.	Doładowanie silników	205
11.2.1.	Doładowanie mechaniczne	206
11.2.2.	Turboładowanie	207
11.2.3.	Doładowanie wielostopniowe	209
11.2.4.	Chłodzenie powietrza doładowanego.....	210
11.2.5.	Rozwiązania konstrukcyjne turbosprężarek.....	211
11.3.	Filtry powietrza	217
12.	Układ wylotu spalin.....	221
12.1.	Wprowadzenie	221
12.2.	Tłumiki akustyczne spalin.....	221
12.2.1.	Tłumik absorpcyjny.....	221
12.2.2.	Tłumik refleksyjny	222
12.2.3.	Tłumik interferencyjny	223
12.2.4.	Tłumiki wylotu spalin silników lokomotyw	223
13.	Oczyszczanie spalin.....	225
13.1.	Wprowadzenie	225
13.2.	Toksyczne składniki spalin	226
13.3.	Metody oczyszczania spalin	227
13.3.1.	Recyrkulacja spalin	227
13.3.2.	Katalityczne reaktory spalin	229
13.3.3.	Filtr cząstek stałych DPF	232
13.3.4.	Układ filtrów ciągłej regeneracji CRT	233
13.3.5.	Zintegrowane układy oczyszczania spalin silników o zapłonie samoczynnym	235
13.3.6.	Mobilne układy oczyszczania spalin.....	237
14.	Przegląd konstrukcji silników pojazdów szynowych	239
14.1.	Silniki starszej konstrukcji	239
14.2.	Silniki nowszej konstrukcji eksploatowane w PKP	253
14.3.	Silniki nowej generacji.....	258
15.	Diagnostyka silników.....	264
15.1.	Wprowadzenie	264
15.2.	Podstawowe metody badań diagnostycznych.....	265
15.2.1.	Pomiary mocy użytecznej i zużycia paliwa	265
15.2.2.	Pomiary wibroakustyczne	267
15.2.3.	Pomiary ciśnienia sprężania i szczelności komory spalania	267
15.2.4.	Pomiar zużycia oleju i zawartości cząstek metali.....	268
15.3.	Diagnostyka wysokociśnieniowych układów wtryskowych sterowanych elektronicznie.....	270
15.3.1.	Wiadomości wstępne	270
15.3.2.	Diagnostyka pokładowa	270
15.3.3.	Diagnostyka warsztatowa.....	272
15.3.4.	Diagnozowanie układów wtryskowych Common Rail.....	273
15.3.5.	Sprawdzanie składu spalin	275
15.3.6.	Diagnostyka układu recyrkulacji spalin	276
16.	Eksploatacja i utrzymanie silników	277
16.1.	Eksploatacja bieżąca (ruchowa).....	277
16.1.1.	Rozruch silnika.....	277
16.1.2.	Rozgrzewanie, eksploatacja i wyłączanie silnika	278

16.1.3.	Metodyka oszczędzania paliwa.....	279
16.2.	Czynności obsługi technicznej.....	280
16.2.1.	Cykle przeglądowo-naprawcze silników pojazdów szynowych	280
16.2.2.	Podstawowe czynności obsługi technicznej.....	283
17.	Niedomagania silników	292
17.1.	Ogólne informacje dotyczące rozpoznawania usterek	292
17.2.	Metodyka rozruchu silnika	294
17.3.	Niedomagania układu wtrysku paliwa	295
17.3.1.	Rozpoznawanie niedomagań pomp wtryskowych.....	295
17.3.2.	Rozpoznawanie niedomagań wtryskiwaczy	296
17.4.	Niedomagania złożenia tłok-cylinder i mechanizmu rozrządu	298
17.4.1.	Wykrywanie niedomagań złożenia tłok-cylinder	299
17.4.2.	Wykrywanie niedomagań mechanizmu rozrządu.....	300
17.5.	Niedomagania układów smarowania i chłodzenia	300
17.5.1.	Wykrywanie niedomagań układu smarowania	301
17.5.2.	Wykrywanie niedomagań układu chłodzenia	302
17.6.	Niedomagania układów doładowania i wylotu spalin	302
18.	Uszkodzenia i naprawa silników	304
18.1.	Uszkodzenia silników	304
18.1.1.	Uszkodzenia łożysk ślizgowych	305
18.1.2.	Uszkodzenia elementów układu korbowego	311
18.2.	Naprawa i regulacja aparatury wtryskowej	316
18.2.1.	Naprawa i regulacja wtryskiwaczy	317
18.2.2.	Regulacja pomp wtryskowych.....	324
18.3.	Obsługa i naprawa mechanizmu rozrządu	328
18.3.1.	Wiadomości wstępne	328
18.3.2.	Pomiar i regulacja luzu zaworów.....	329
18.3.3.	Usuwanie typowych usterek mechanizmu rozrządu	333
18.3.4.	Naprawa zaworów i gniazd zaworów	334
18.4.	Naprawa tłoka i pierścieni tłokowych	342
18.4.1.	Demontaż tłoków	342
18.4.2.	Zdejmowanie i zakładanie pierścieni tłokowych.....	343
18.4.3.	Montaż tłoków	344
18.5.	Wymiana tulei cylindra oraz głowicy i łożysk.....	345
18.5.1.	Wymiana tulei cylindra.....	345
18.5.2.	Naprawa oraz zamontowanie głowicy i łożysk.....	347
18.6.	Usuwanie zanieczyszczeń z podzespołów i układów silnika	352
18.6.1.	Mycie układu smarowania	352
18.6.2.	Usuwanie nagaru	352
18.6.3.	Czyszczenie przestrzeni wodnych silnika z kamienia kotłowego	354
18.6.4.	Czyszczenie turbosprężarek w ruchu oraz układów dolotowego i wylotowego	354
19.	Hybrydowe układy napędowe, paliwa alternatywne i ogniwa paliwowe	356
19.1.	Hybrydowe układy napędowe	356
19.1.1.	Wprowadzenie	356
19.1.2.	Odmiany napędu hybrydowego	357
19.1.3.	Napędy hybrydowe stosowane w spalinowych pojazdach trakcyjnych	360
19.2.	Paliwa alternatywne	364
19.2.1.	Biopaliwa	364
19.2.2.	Paliwa syntetyczne.....	365
19.3.	Ogniwa paliwowe.....	366
19.3.1.	Wprowadzenie	366
19.3.2.	Pojazdy o napędzie elektrycznym z ogniwami paliwowymi	369
Literatura		371