

1. Wprowadzenie	
1.1	Krótką historia rozwoju silników spalinowych 10
2. Klasyfikacja i podstawowe wskaźniki charakteryzujące pracę silników spalinowych	
2.1	Klasyfikacja silników 16
2.1.1.	Silniki o spalaniu wewnętrznym 18
2.1.2.	Silniki tłokowe 18
2.1.3.	Rodzaje zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej 19
2.1.4.	Cykl pracy silnika 19
2.1.5.	Stopień doładowania 20
2.1.6.	Układ konstrukcyjny silnika 20
2.2	Obiegi silników spalinowych 22
2.3	Zasada działania silnika czterosuwowego i silnika dwusuwowego 24
2.4	Podstawowe wskaźniki pracy silnika 28
2.5	Podstawowe cechy konstrukcyjne silnika 30
2.6	Bilans energii silnika 32
3. Paliwa stosowane do zasilania silników	
3.1	Wprowadzenie 36
3.2	Paliwa stosowane do zasilania silników o zapłonie iskrowym 37
3.2.1.	Wprowadzenie 37
3.2.2.	Właściwości benzyn silnikowych 38
3.2.3.	Wpływ właściwości benzyn na osiągi silnika 40
3.3	Paliwa stosowane do zasilania silników o zapłonie samoczynnym 42
3.3.1.	Wprowadzenie 42
3.3.2.	Olej napędowy i jego właściwości 43
3.3.3.	Wpływ właściwości oleju napędowego na osiągi silnika 44
3.4	Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego 47
3.5	Inne paliwa alternatywne 49
3.5.1.	Wprowadzenie 49
3.5.2.	Etanol 49
3.5.3.	Metanol 50
3.5.4.	Biodimetyloeter 50
3.5.5.	Mieszaniny propanu i butanu (LPG) 51
4. Tworzenie mieszanki palnej i proces spalania	
4.1	Mieszanka paliwowo-powietrzna i jej parametry 56
4.2	Wymiana ładunku 59
4.3	Zasilanie paliwem ciekłym 61
4.3.1.	Zasilanie benzyną 61
4.3.2.	Zasilanie olejem napędowym 64
4.3.3.	Zasilanie paliwami gazowymi 65

4.4	Tworzenie mieszanek palnych	66
4.5	Proces spalania w silniku o zapłonie iskrowym	68
4.5.1.	Wprowadzenie	68
4.5.2.	Przebieg spalania	69
4.5.3.	Spalanie detonacyjne	70
4.5.4.	Mieszanka jednorodna	71
4.5.5.	Mieszanka niejednorodna	71
4.5.6.	Mieszanka uwarstwiona	71
4.6	Proces spalania w silniku o zapłonie samoczynnym	73
4.7	Skład spalin	75
4.8	Wpływ parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na osiągi silnika i na skład spalin	79

5. Podstawowe charakterystyki silników spalinowych

5.1	Rodzaje badań	84
5.2	Warunki badań silników spalinowych	86
5.3	Stanowiska dynamometryczne	88
5.4	Aparatura pomiarowa stosowana w badaniach laboratoryjnych	91
5.5	Charakterystyka prędkościowa	99
5.6	Charakterystyka obciążeniowa	105
5.7	Charakterystyki regulacyjne	109
5.7.1.	Wprowadzenie	109
5.7.2.	Charakterystyka regulacyjna kąta wyprzedzenia zapłonu	109
5.7.3.	Charakterystyka regulacyjna składu mieszanki	111
5.8	Charakterystyka ogólna silnika	114
5.9	Charakterystyki układów zasilania	116
5.9.1.	Charakterystyka dawkowania pompy wtryskowej	116
5.9.2.	Charakterystyki elementów układu zasilania typu Common Rail	119

6. Układ korbowo-tłokowy

6.1	Ogólna budowa silnika	126
6.2	Mechanika układu korbowo-tłokowego	128
6.2.1.	Budowa układu korbowo-tłokowego i jego zadania	128
6.2.2.	Siły działające w układzie korbowo-tłokowym	130
6.2.3.	Wyrównoważenie silnika	136
6.3	Konstrukcja układu korbowo-tłokowego	138
6.3.1.	Wprowadzenie	138
6.3.2.	Zespół kadłuba	139
6.3.3.	Tłok z pierścieniami	144
6.3.4.	Korbówód	146
6.3.5.	Wał korbowy	149
6.4	Uszkodzenia układu tłokowo-korbowego – metody weryfikacji i naprawy	152
6.5	Kierunki rozwoju układu korbowo-tłokowego	157

7. Układ rozrządu

7.1	Budowa układu rozrządu	162
7.1.1.	Wprowadzenie	162
7.1.2.	Zawory	166
7.1.3.	Gniazda zaworów	170
7.1.4.	Sprężyny zaworów	171
7.1.5.	Elementy mechanizmu napędu zaworów	173
7.1.6.	Walek rozrządu	179
7.1.7.	Rodzaje napędu wałka rozrządu	182
7.2	Układ zmiennych faz rozrządu	186
7.3	Zmienne wzniosy zaworów	189
7.4	Podstawowe uszkodzenia układu rozrządu i ich naprawa	191
7.5	Kierunki rozwoju układu rozrządu	195

8. Układy zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym

8.1	Zadania układu zasilania paliwem	200
8.2	Rodzaje układów	202
8.3	Budowa i działanie gaźnikowego układu zasilania paliwem	204
8.4	Budowa i działanie układu pośredniego wtrysku benzyny	209
8.4.1.	Wprowadzenie	209
8.4.2.	Jednopunktowy wtrysk paliwa	211
8.4.3.	Wielopunktowy wtrysk paliwa	213
8.4.4.	Wtrysk ciągły sterowany mechanicznie	214
8.4.5.	Wtrysk okresowy sterowany elektronicznie	217
8.4.6.	Ogólna budowa układu z elektronicznym wtryskiem paliwa i jego działanie	218
8.5	Układy bezpośredniego wtrysku benzyny	222
8.6	Podstawowe elementy układu zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym	229
8.6.1.	Wprowadzenie	229
8.6.2.	Zbiornik paliwa	229
8.6.3.	Pompa paliwa zasilająca	233
8.6.4.	Wysokociśnieniowa pompa paliwa	237
8.6.5.	Zasobnik paliwa	239
8.6.6.	Regulator ciśnienia paliwa	241
8.6.7.	Wtryskiwacze paliwa	243
8.6.8.	Czujniki w systemach wtrysku benzyny	250
8.7	Parametry techniczne elementów układów zasilania paliwem silników o ZI ...	256
8.8	Elektroniczne sterowanie dawką paliwa	258
8.8.1.	Wprowadzenie	258
8.8.2.	Dobór dawki paliwa – czasu wtrysku	259
8.8.3.	Określanie bieżącego obciążenia silnika	259
8.8.4.	Stabilizacja prędkości obrotowej biegu jałowego	260
8.9	Podstawowe uszkodzenia elementów układu zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym i ich naprawa	265
8.10	Kierunki rozwoju układów zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym ...	268

9. Układ zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym

9.1	Zadania układów zasilania paliwem i ich klasyfikacja	278
9.2	Budowa i działanie układu zasilania paliwem z mechanicznymi pompami wtryskowymi	280
	9.2.1. Układy z rzędową pompą wtryskową	280
	9.2.2. Budowa i działanie układu zasilania paliwem z pompą rozdzielaczową	293
9.3	Budowa i działanie układu zasilania paliwem z pompowtryskiwaczami	304
9.4	Budowa i działanie układu zasilania paliwem – Common Rail	310
	9.4.1. Wprowadzenie	310
	9.4.2. Obwód niskiego ciśnienia	313
	9.4.3. Obwód wysokiego ciśnienia	319
	9.4.4. Pompa wysokiego ciśnienia	328
	9.4.5. Elementy sterujące	332
9.5	Podstawowe uszkodzenia elementów układu zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym i ich naprawa	335
9.6	Kierunki rozwoju układu zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym	337

10. Układy zasilania paliwami gazowymi

10.1	Rodzaje paliw gazowych	342
10.2	Rodzaje układów zasilania paliwami gazowymi	351
10.3	Układy zasilania paliwem LPG	352
	10.3.1. Ogólna budowa i działanie układu LPG	352
	10.3.2. Podstawowe elementy składowe układu LPG	353
	10.3.3. Regulacja dawki paliwa i składu mieszanki LPG	366
10.4	Układ zasilania paliwem CNG	368
	10.4.1. Ogólna budowa i działanie układu CNG	368
	10.4.2. Podstawowe elementy składowe układu CNG	369
	10.4.3. Regulacja dawki paliwa i składu mieszanki CNG	371

11. Układ chłodzenia

11.1	Wprowadzenie	376
11.2	Rodzaje układów chłodzenia	378
11.3	Budowa i działanie cieczowego układu chłodzenia	379
11.4	Podstawowe elementy układu chłodzenia	381
	11.4.1. Chłodnice	381
	11.4.2. Wentylatory	383
	11.4.3. Włączniki termiczne i czujniki temperatury	391
	11.4.4. Pompa cieczy chłodzącej	392
	11.4.5. Zbiornik wyrównawczy i zawór regulacji ciśnienia	394
	11.4.6. Termostaty	396
11.5	Filtry cieczy chłodzącej	402
11.6	Obiegi (schematy) układu chłodzenia	403
11.7	Ciecze chłodzące	408
11.8	Podstawowe niesprawności eksploatacyjne układu chłodzenia i sposoby ich naprawy	411
11.9	Kierunki rozwoju układów chłodzenia	415

12. Układ smarowania

12.1	Wprowadzenie	420
12.2	Ogólna budowa i działanie układu smarowania	422
12.3	Podstawowe elementy układu smarowania	425
	12.3.1. Pompa oleju i zawory przelewowe	425
	12.3.2. Filtry oleju	428
	12.3.3. Chłodnica oleju	431
	12.3.4. Czujnik ciśnienia oleju	432
	12.3.5. Czujnik stanu oleju	433
12.4	Odpowietrzanie skrzyni korbowej	436
12.5	Oleje i ich właściwości	438
12.6	Klasyfikacje olejów silnikowych	441
12.7	Podstawowe niesprawności eksploatacyjne układu smarowania i sposoby naprawy elementów układu	449
12.8	Kierunki rozwoju układu smarowania	452

13. Układ zasilania powietrzem

13.1	Wprowadzenie	458
13.2	Budowa i elementy układu zasilania powietrzem	464
13.3	Układy doładowujące	468
	13.3.1. Wprowadzenie	468
	13.3.2. Doładowanie bezsprężarkowe	469
	13.3.3. Doładowanie mechaniczne	472
	13.3.4. Doładowanie turbosprężarką	474
	13.3.5. Doładowanie kombinowane	477
13.4	Chłodzenie powietrza doładowywanego	479
13.5	Podstawowe niesprawności układu zasilania powietrzem i ich naprawa	481
13.6	Kierunki rozwoju układu zasilania powietrzem	483

14. Układy wylotowe spalin

14.1	Zadania układu wylotowego	490
14.2	Budowa i klasyfikacja układów wylotowych	491
14.3	Katalizatory spalin i warunki ich pracy	494
	14.3.1. Wprowadzenie	494
	14.3.2. Katalizatory utleniające (dwufunkcyjne)	494
	14.3.3. Katalizatory trójfunkcyjne	496
14.4	Katalizatory NO _x	498
14.5	Filtry cząstek stałych	500
14.6	Systemy SCR	508
14.7	Recyrkulacja spalin	510
14.8	Weryfikacja i naprawa podstawowych elementów układu wylotowego	512
14.9	Kierunki rozwoju układów neutralizacji związków toksycznych	516

15. Układ zapłonowy

15.1	Zadania układu zapłonowego	522
15.2	Rozwiązania konstrukcyjne układów zapłonowych	526
	15.2.1. Rodzaje układów zapłonowych	526
	15.2.2. Układy z cewkami dwubiegunowymi	528
	15.2.3. Układy z jednobiegunowymi cewkami indywidualnymi	530
	15.2.4. Układy z dwubiegunowymi cewkami indywidualnymi	530
15.3	Cewki zapłonowe	533
15.4	Przewody zapłonowe	537
15.5	Świece zapłonowe	540
15.6	Regulacja przeciwdetonacyjna kąta zapłonu	544
15.7	Podstawowe niesprawności elementów układu zapłonowego i ich naprawa ...	546
15.8	Kierunki rozwoju układu zapłonowego	550

16. Układ rozruchowy

16.1	Zadania układu rozruchowego	556
16.2	Rodzaje układów rozruchowych	557
16.3	Budowa i działanie elektrycznego układu rozruchowego	561
16.4	Podstawowe niesprawności elementów układu rozruchowego i ich naprawa ...	566
16.5	Kierunki rozwoju układów rozruchowych	570

17. Układy wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika

17.1	Zadania układu wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika	574
17.2	Podgrzewacze rozruchowe	576
17.3	Świece płomieniowe	580
17.4	Świece żarowe	583
17.5	Elektryczne podgrzewacze powietrza dolotowego	589
17.6	Podstawowe niesprawności układu wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika	590

18. Napędy alternatywne

18.1	Wprowadzenie	596
18.2	Napędy elektryczne	598
18.3	Napędy hybrydowe	601
	18.3.1. Wprowadzenie	601
	18.3.2. Szeregowy napęd hybrydowy	601
	18.3.3. Równoległy napęd hybrydowy	602
	18.3.4. Szeregowo-równoległy napęd hybrydowy	604
	18.3.5. Bilans energetyczny pojazdu z napędem hybrydowym	606
	18.3.6. Hybryda PHEV	609
	18.3.7. Źródła energii (ogniwo paliwowe)	609
	18.3.8. Odzyskiwanie energii hamowania (rekuperacja)	610
	18.3.9. Akumulatory energii (elektryczne, pneumatyczno-hydrauliczne i bezwładnościowe)	611

	Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim	615
--	--	-----