

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.	Wprowadzenie 16
2.1.2.	Silniki o spalaniu wewnętrznym 18
2.1.3.	Silniki tłokowe 18
2.1.4.	Rodzaje zapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej 19
2.1.5.	Cykl pracy silnika 19
2.1.6.	Stopień doładowania 20
2.1.7.	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.	Mieszanki propanu i butanu (LPG) 51
3.5.6.	Gaz ziemny – CNG, LNG 52
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.	Korbowód	146
6.3.5.	Wał korbowy	149
6.4	Uszkodzenia układu korbowo-tłokowego – 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.	Wałek 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	Klasyfikacja układów zasilania paliwem	202
8.3	Budowa i działanie gaźnikowego układu zasilania paliwem	204
8.4	Budowa i działanie układu pośredniego wtrysku benzyny	211
8.4.1.	Wprowadzenie	211
8.4.2.	Jednopunktowy wtrysk paliwa	213
8.4.3.	Wielopunktowy wtrysk paliwa	215
8.4.4.	Wtrysk ciągły sterowany mechanicznie	216
8.4.5.	Wtrysk okresowy sterowany elektronicznie	219
8.4.6.	Ogólna budowa układu z elektronicznym wtryskiem paliwa i jego działanie	220
8.5	Układy bezpośredniego wtrysku benzyny	224
8.6	Podstawowe elementy układu zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym	231
8.6.1.	Wprowadzenie	231
8.6.2.	Zbiornik paliwa	231
8.6.3.	Pompa paliwa zasilająca	235
8.6.4.	Wysokociśnieniowa pompa paliwa	239
8.6.5.	Zasobnik paliwa	243
8.6.6.	Regulator ciśnienia paliwa	245
8.6.7.	Wtryskiwacze paliwa	247
8.6.8.	Czujniki w systemach wtrysku benzyny	254
8.7	Parametry techniczne elementów układów zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym	261
8.8	Strategia sterowania dawką paliwa	263
8.8.1.	Wprowadzenie	263
8.8.2.	Dobór dawki paliwa – czasu wtrysku	264
8.8.3.	Określanie bieżącego obciążenia silnika	265
8.8.4.	Regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego	265
8.9	Podstawowe uszkodzenia elementów układu zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym i ich naprawa	270
8.10	Kierunki rozwoju układów zasilania paliwem silników o zapłonie iskrowym	273

9. Układ zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym

9.1	Zadania układów zasilania paliwem i ich klasyfikacja	282
9.2	Budowa i działanie układu zasilania paliwem z mechanicznymi pompami wtryskowymi	284
	9.2.1. Układy z rzędową pompą wtryskową	284
	9.2.2. Budowa i działanie układu zasilania paliwem z pompą rozdzielaczową ...	297
9.3	Budowa i działanie układu zasilania paliwem z pompowtryskiwaczami	308
9.4	Budowa i działanie układu zasilania paliwem – Common Rail	314
	9.4.1. Wprowadzenie	314
	9.4.2. Obwód niskiego ciśnienia	317
	9.4.3. Obwód wysokiego ciśnienia	323
	9.4.4. Pompa wysokiego ciśnienia	333
	9.4.5. Elementy regulacyjne	337
9.5	Podstawowe uszkodzenia elementów układu zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym i ich naprawa	340
9.6	Kierunki rozwoju układu zasilania paliwem silników o zapłonie samoczynnym ...	342

10. Układy zasilania paliwami gazowymi

10.1	Rodzaje paliw gazowych	348
10.2	Rodzaje układów zasilania paliwami gazowymi	356
10.3	Układy zasilania paliwem LPG	357
	10.3.1. Ogólna budowa i działanie układu LPG	357
	10.3.2. Podstawowe elementy składowe układu LPG	358
	10.3.3. Regulacja dawki paliwa i składu mieszanki LPG	371
10.4	Układ zasilania paliwem CNG	373
	10.4.1. Ogólna budowa i działanie układu CNG	373
	10.4.2. Podstawowe elementy składowe układu CNG	374
	10.4.3. Regulacja dawki paliwa i składu mieszanki CNG	376

11. Układ chłodzenia

11.1	Wprowadzenie	380
11.2	Rodzaje układów chłodzenia	382
11.3	Budowa i działanie cieczowego układu chłodzenia	383
11.4	Podstawowe elementy układu chłodzenia	385
	11.4.1. Chłodnice	385
	11.4.2. Wentylatory	387
	11.4.3. Włączniki termiczne i czujniki temperatury	395
	11.4.4. Pompa cieczy chłodzącej	397
	11.4.5. Zbiornik wyrównawczy i zawór regulacji ciśnienia	399
	11.4.6. Termostaty	400
11.5	Filtry cieczy chłodzącej	408
11.6	Obiegi (schematy) układu chłodzenia	409
11.7	Ciecze chłodzące	414
11.8	Podstawowe niesprawności eksploatacyjne układu chłodzenia i sposoby ich naprawy	417
11.9	Kierunki rozwoju układów chłodzenia	421

12. Układ smarowania

12.1	Wprowadzenie	426
12.2	Ogólna budowa i działanie układu smarowania	428
12.3	Podstawowe elementy układu smarowania	431
	12.3.1. Pompa oleju i zawory przelewowe	431
	12.3.2. Filtry oleju	434
	12.3.3. Chłodnica oleju	437
	12.3.4. Czujnik ciśnienia oleju	438
	12.3.5. Czujnik stanu oleju	440
12.4	Odpowietrzanie skrzyni korbowej	443
12.5	Oleje i ich właściwości	445
12.6	Klasyfikacje olejów silnikowych	448
12.7	Podstawowe niesprawności eksploatacyjne układu smarowania i sposoby naprawy elementów układu	456
12.8	Kierunki rozwoju układu smarowania	460

13. Układ zasilania powietrzem

13.1	Wprowadzenie	466
13.2	Budowa i elementy układu zasilania powietrzem	472
13.3	Układy doładowujące	476
	13.3.1. Wprowadzenie	476
	13.3.2. Doładowanie bezsprężarkowe	477
	13.3.3. Doładowanie mechaniczne	480
	13.3.4. Doładowanie turbosprężarką	482
	13.3.5. Doładowanie kombinowane	485
13.4	Chłodzenie powietrza doładowywanego	487
13.5	Podstawowe niesprawności układu zasilania powietrzem i ich naprawa	489
13.6	Kierunki rozwoju układu zasilania powietrzem	491

14. Układy wylotowe spalin

14.1	Zadania układu wylotowego	498
14.2	Metody oczyszczania spalin	499
14.3	Katalizatory spalin i warunki ich pracy	502
	14.3.1. Wprowadzenie	502
	14.3.2. Katalizatory utleniające (dwufunkcyjne)	502
	14.3.3. Katalizatory trójfunkcyjne	504
14.4	Katalizatory NO _x	506
14.5	Filtry cząstek stałych	508
14.6	Systemy SCR	516
14.7	Recyrkulacja spalin	518
14.8	Tłumiki	520
14.9	Kierunki rozwoju układów neutralizacji związków toksycznych	525

15. Układ zapłonowy

15.1	Zadania układu zapłonowego	530
15.2	Rozwiązania konstrukcyjne układów zapłonowych	535
15.2.1.	Rodzaje układów zapłonowych	535
15.2.2.	Układy z cewkami dwuiskrowymi	537
15.2.3.	Układy z jednobiegunowymi cewkami indywidualnymi	540
15.2.4.	Układy z dwubiegunowymi cewkami indywidualnymi	541
15.2.5.	Układy z listwami zapłonowymi	542
15.3	Cewki zapłonowe	544
15.4	Przewody zapłonowe	548
15.5	Świece zapłonowe	551
15.6	Regulacja przeciwdetonacyjna kąta zapłonu	555
15.7	Podstawowe niesprawności elementów układu zapłonowego i ich naprawa ...	557
15.8	Kierunki rozwoju układu zapłonowego	561

16. Układ rozruchowy

16.1	Zadania układu rozruchowego	568
16.2	Rodzaje układów rozruchowych	569
16.3	Budowa i działanie elektrycznego układu rozruchowego	573
16.4	Podstawowe niesprawności elementów układu rozruchowego i ich naprawa ...	578
16.5	Kierunki rozwoju układów rozruchowych	582

17. Układy wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika

17.1	Zadania układu wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika	586
17.2	Podgrzewacze rozruchowe	588
17.3	Świece płomieniowe	592
17.4	Świece żarowe	595
17.5	Elektryczne podgrzewacze powietrza dolotowego	602
17.6	Podstawowe niesprawności układu wspomagania rozruchu i nagrzewania silnika	603

18. Napędy alternatywne

18.1	Wprowadzenie	608
18.2	Napędy elektryczne	610
18.3	Napędy hybrydowe	613
18.3.1.	Wprowadzenie	613
18.3.2.	Szeregowy napęd hybrydowy	613
18.3.3.	Równoległy napęd hybrydowy	614
18.3.4.	Szeregowo-równoległy napęd hybrydowy	616
18.3.5.	Bilans energetyczny pojazdu z napędem hybrydowym	618
18.3.6.	Hybryda PHEV	621
18.3.7.	Źródła energii (ogniwo paliwowe)	621
18.3.8.	Odzyskiwanie energii hamowania (rekuperacja)	622
18.3.9.	Akumulatory energii (elektryczne, pneumatyczno-hydrauliczne i bezwładnościowe)	623
	Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim	629
	Źródła ilustracji i fotografii	637