

Spis treści

Spis ważniejszych skrótów	8
Spis ważniejszych oznaczeń	11
Przedmowa	13

Wiadomości ogólne

1. Wprowadzenie do problematyki badań silników spalinowych	15
1.1. Uwagi wstępne	15
1.2. Wymagania w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas badań silników spalinowych	16
2. Opracowanie wyników badań silnikowych.....	18
2.1. Wprowadzenie	18
2.2. Niepewności i błędy pomiaru	18
2.3. Klasyfikacja niepewności i błędów pomiarowych	20
2.3.1. Niepewności i błędy systematyczne	20
2.3.2. Niepewności przypadkowe	21
2.3.3. Błędy grube	21
2.3.4. Obliczenia i zaokrąglanie wyników pomiarów	22
2.4. Zasady wyznaczania niepewności pomiarowych	22
2.4.1. Wprowadzenie	22
2.4.2. Wyznaczanie niepewności metodą typu A	23
2.4.3. Wyznaczanie niepewności metodą typu B	28
2.4.4. Prawo przenoszenia niepewności	32
2.4.5. Zasady wyznaczania niepewności rozszerzonej	35
2.5. Prezentacja wyników pomiarów	36
2.5.1. Wprowadzenie	36
2.5.2. Metoda tabelaryczna	36
2.5.3. Metoda graficzna	37
2.5.4. Metoda przedstawiania danych za pomocą równania	40
3. Silnikowe stanowisko hamulcowe	45
3.1. Wiadomości ogólne	45
3.2. Pomiar prędkości obrotowej	49
3.2.1. Wprowadzenie	49
3.2.2. Analogowe mierniki prędkości obrotowej	50

3.2.3. Impulsowe mierniki prędkości obrotowej	52
3.2.4. Obrotomierz stroboskopowy	55
3.3. Pomiar momentu obrotowego i mocy	56
3.3.1. Wprowadzenie	56
3.3.2. Hamulce silnikowe	58
3.3.3. Charakterystyki hamulców silnikowych	62
3.3.4. Stanowiska hamulcowe	64
3.3.5. Momentomierze	66
3.4. Pomiar zużycia paliwa	68
3.4.1. Wprowadzenie	68
3.4.2. Metody pomiaru zużycia paliwa	70
3.5. Pomiar temperatury	78
3.5.1. Wprowadzenie	78
3.5.2. Termometry nieelektryczne	79
3.5.3. Termometry elektryczne	81
3.5.4. Inne rodzaje termometrów	88
3.6. Pomiar ciśnienia	88
3.6.1. Wprowadzenie	88
3.6.2. Manometry cieczowe (hydrostatyczne)	89
3.6.3. Manometry sprężynowe	92
3.6.4. Manometry elektryczne	93
3.7. Układy gromadzenia, rejestracji i prezentacji wyników badań	97
3.7.1. Wprowadzenie	97
3.7.2. Analogowe przyrządy rejestrujące	98
3.7.3. Oscyloskopy analogowe i cyfrowe	100
4. Paliwa silnikowe	109
4.1. Wprowadzenie	109
4.2. Oznaczanie gęstości paliw	113
4.2.1. Wprowadzenie	113
4.2.2. Metody oznaczania gęstości	115
4.3. Oznaczanie składu frakcyjnego paliw silnikowych	123
4.3.1. Wprowadzenie	123
4.3.2. Oznaczanie składu frakcyjnego produktów naftowych metodą destylacji	126

Badania i diagnostyka silników spalinowych

5. Charakterystyka pełnej mocy i mocy częściowych	134
5.1. Wprowadzenie	134
5.2. Wyznaczanie charakterystyki pełnej mocy	139
5.3. Charakterystyka mocy częściowych (dławionych)	140

6. Charakterystyka obciążeniowa i charakterystyka ogólna	144
6.1. Charakterystyka obciążeniowa	144
6.2. Charakterystyka ogólna	149
6.3. Stanowisko pomiarowe	154
6.4. Przebieg pomiarów	154
6.5. Sporządzanie charakterystyki ogólnej	156
7. Pomiar współczynnika napełnienia i współczynnika nadmiaru powietrza	157
7.1. Wprowadzenie	157
7.2. Metody pomiaru współczynnika napełnienia	160
7.3. Metody pomiaru współczynnika nadmiaru powietrza	163
7.4. Przykłady urządzeń pomiarowych	165
7.5. Pomiar współczynnika napełnienia i współczynnika nadmiaru powietrza na stanowisku badawczym	170
8. Wyznaczanie sprawności mechanicznej silnika spalinowego	171
8.1. Wprowadzenie	171
8.2. Czynniki konstrukcyjne i eksploatacyjne decydujące o wartości sprawności mechanicznej	174
8.3. Metody wyznaczania sprawności mechanicznej	176
8.3.1. Wyznaczanie sprawności mechanicznej za pomocą indykowania silnika	176
8.3.2. Wyznaczanie sprawności mechanicznej metodą kolejnego wyłączania cylindrów	177
8.3.3. Wyznaczanie sprawności mechanicznej metodą obcego napędu	179
8.3.4. Wyznaczanie sprawności mechanicznej metodą wybiegu	179
8.3.5. Wyznaczanie sprawności mechanicznej na podstawie charakterystyki obciążeniowej	181
8.3.6. Wyznaczanie sprawności mechanicznej metodą analityczną ...	183
8.4. Stanowisko pomiarowe	184
8.5. Przebieg pomiarów	185
9. Badania akustyczne silnika spalinowego	186
9.1. Podstawowe wiadomości z akustyki	186
9.2. Silnik spalinowy jako źródło hałasu	189
9.3. Budowa miernika poziomu dźwięku	192
9.4. Metody wyznaczania parametrów akustycznych hałasu maszyn	193
9.5. Wykonanie pomiarów hałasu emitowanego przez silnik spalinowy ...	197
10. Pomiar ciśnień szybkozmiennych – indykowanie	199
10.1. Istota przemian zachodzących w cylindrze silnika spalinowego	199
10.2. Rodzaje indykatorów	202
10.3. Aparatura badawcza	204

10.4. Elementy układu pomiarowego	206
10.4.1. Przetworniki ciśnienia	206
10.4.2. Czujniki przemieszczeń	215
10.4.3. Znaczniki kąta obrotu wału i przetworniki położenia tłoka ...	216
10.4.4. Wzmacniacze	218
10.4.5. Rejestratory i analizatory przebiegów	219
10.5. Rodzaje wykresów indykatorowych	221
11. Zasady pomiaru emisji spalin z silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym	227
11.1. Wprowadzenie	227
11.2. Tworzenie szkodliwych składników spalin	228
11.3. Emisja gazowych składników spalin z silnika o zapłonie iskrowym	233
11.4. Emisja gazowych składników spalin z silnika o zapłonie samoczynnym	235
11.5. Analizatory spalin	236
12. Pomiary emisji spalin w testach toksyczności	251
12.1. Wprowadzenie	251
12.2. Metody pomiaru emisji i stosowana aparatura	252
12.3. Badania na hamowni podwoziowej	253
12.4. Badania na hamowni silnikowej	258
13. Badania silników spalinowych zasilanych gazem	273
13.1. Wprowadzenie	273
13.2. Paliwa gazowe – właściwości i wymagania jakościowe	275
13.3. Współczesne koncepcje silników zasilanych gazem	278
13.4. Podstawowe informacje o układach zasilania gazem	280
13.5. Ekologiczne wskaźniki silników zasilanych paliwami gazowymi	283
13.5.1. Silniki zasilane gazem LPG	283
13.5.2. Silniki zasilane gazem ziemnym	285
13.5.3. Silniki zasilane wodorem	287
13.6. Badania silników zasilanych gazem	287
14. Wpływ stanu cieplnego silnika na emisję związków szkodliwych	289
14.1. Wprowadzenie	289
14.2. Zagadnienia rozruchu silników	290
14.3. Wpływ wybranych czynników na emisję związków szkodliwych podczas zimnego rozruchu silnika	294
14.4. Charakterystyka rozruchu silnika spalinowego	298
14.5. Eksploatacja silników w różnych warunkach otoczenia	300
14.6. Badania emisji spalin w niskiej temperaturze otoczenia	302
14.7. Rozwiązania konstrukcyjne zmniejszające emisję podczas zimnego rozruchu silnika	304

15. Analiza katalitycznego ograniczenia emisji spalin	310
15.1. Mechanizm reakcji katalitycznych	310
15.2. Analiza chemicznych i fizycznych parametrów reaktorów katalitycznych	311
15.3. Budowa i klasyfikacja reaktorów katalitycznych	312
15.4. Sprawność reaktorów katalitycznych	315
15.5. Parametry konstrukcyjne reaktorów katalitycznych	316
16. Pomiary zadymienia spalin	319
16.1. Wprowadzenie	319
16.2. Urządzenia do pomiaru zadymienia spalin	322
17. Pomiary emisji cząstek stałych	330
17.1. Wprowadzenie	330
17.2. Budowa cząstki stałej	330
17.3. Metody pomiaru masy cząstek stałych	334
17.4. Metody pomiaru liczby cząstek stałych	340
18. Badania układu wtryskowo-zapłonowego silnika o zapłonie iskrowym	346
18.1. Wprowadzenie	346
18.2. Podział i charakterystyka układów wtryskowych	346
18.3. Układy zapłonowe silnika spalinowego	347
18.4. Czujniki układu wtryskowo-zapłonowego	349
18.4.1. Czujniki położenia wału korbowego	349
18.4.2. Przepływomierze powietrza	351
18.4.3. Wtryskiwacze benzyny	352
18.4.4. Regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego	355
19. Diagnostyka pokładowa pojazdu z wykorzystaniem skanerów diagnostycznych systemu OBD	356
19.1. Wprowadzenie	356
19.2. Rodzaje testów diagnostycznych	358
19.3. Transmisja informacji diagnostycznej	359
19.4. Diagnostyczne tryby pracy	360
19.5. Kody błędów	361
19.6. Analiza parametrów bieżących pojazdu i silnika	362
19.7. Diagnostyka czujników stężenia tlenu	363
19.8. Diagnostyka reaktora katalitycznego	369
19.9. Czytniki informacji diagnostycznej	371
19.10. Normy emisji spalin a systemy diagnostyczne	373
19.11. Rozwój systemu OBD	375
Literatura	379