

Spis treści

Spis ważniejszych skrótów	7
Spis ważniejszych oznaczeń	9
Przedmowa	11
CZĘŚĆ 1. WIADOMOŚCI OGÓLNE	13
1. Wprowadzenie do problematyki badań silników spalinowych	15
1.1. Uwagi wstępne	15
1.2. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy podczas badań silników spalinowych	16
1.3. Dokumentacja badań	18
2. Opracowanie wyników badań silnikowych	21
2.1. Wprowadzenie	21
2.2. Niepewności i błędy pomiaru	22
2.3. Błędy pomiarowe	23
2.3.1. Klasyfikacja błędów pomiarowych	23
2.3.2. Obliczanie i zapis wyników pomiarów	24
2.3.3. Obliczanie błędów pomiarowych	25
2.4. Niepewności pomiarowe	34
2.4.1. Wprowadzenie	34
2.4.2. Wyznaczanie niepewności metodą typu A	34
2.4.3. Wyznaczanie niepewności metodą typu B	35
2.4.4. Prawo przenoszenia niepewności	36
2.4.5. Zasady wyznaczania niepewności rozszerzonej	38
2.5. Prezentacja wyników pomiarów	39
2.5.1. Wprowadzenie	39
2.5.2. Metoda tabelaryczna	39
2.5.3. Metoda graficzna	40
2.5.4. Metoda przedstawiania danych za pomocą równania	43
3. Silnikowe stanowisko hamulcowe	49
3.1. Wiadomości ogólne	49
3.2. Pomiar prędkości obrotowej	53
3.2.1. Wprowadzenie	53
3.2.2. Analogowe mierniki prędkości obrotowej	54
3.2.3. Impulsowe mierniki prędkości obrotowej	56
3.2.4. Obrotomierz stroboskopowy	59

3.3. Pomiar momentu obrotowego i mocy	60
3.3.1. Wprowadzenie	60
3.3.2. Hamulce silnikowe	62
3.3.3. Charakterystyki hamulców silnikowych	66
3.3.4. Stanowiska hamulcowe	68
3.3.5. Silnikowe hamownie dynamiczne	69
3.3.6. Momentomierze	76
3.4. Pomiar zużycia paliwa	78
3.4.1. Wprowadzenie	78
3.4.2. Metody pomiaru zużycia paliwa	80
3.5. Pomiar temperatury	88
3.5.1. Wprowadzenie	88
3.5.2. Termometry nonelektryczne	89
3.5.3. Termometry elektryczne	91
3.5.4. Inne rodzaje termometrów	97
3.6. Pomiar ciśnienia	98
3.6.1. Wprowadzenie	98
3.6.2. Manometry cieczowe (hydrostatyczne)	99
3.6.3. Manometry sprężynowe	102
3.6.4. Manometry elektryczne	103
3.7. Układy zbierania, rejestracji i prezentacji wyników badań	107
3.7.1. Wprowadzenie	107
3.7.2. Analogowe przyrządy rejestrujące	107
3.7.3. Oscyloskopy analogowe i cyfrowe	110
4. Paliwa silnikowe	119
4.1. Wprowadzenie	119
4.2. Oznaczanie gęstości paliw	123
4.2.1. Wprowadzenie	123
4.2.2. Metody oznaczania gęstości	125
4.3. Oznaczanie składu frakcyjnego paliw silnikowych	133
4.3.1. Wprowadzenie	133
4.3.2. Oznaczanie składu frakcyjnego produktów naftowych metodą destylacji	136
CZEŚĆ 2. BADANIA SILNIKÓW SPALINOWYCH	145
5. Charakterystyka pełnej mocy i mocy częściowych	147
5.1. Wprowadzenie	147
5.2. Wyznaczanie charakterystyki pełnej mocy	152
5.3. Charakterystyka mocy częściowych (dławionych)	153
6. Charakterystyka obciążeniowa i charakterystyka ogólna	157
6.1. Charakterystyka obciążeniowa	157
6.2. Charakterystyka ogólna	162
6.3. Stanowisko pomiarowe	166
6.4. Przebieg pomiarów	167
6.5. Sporządzanie charakterystyki ogólnej	169

7. Pomiar współczynnika napełnienia i współczynnika nadmiaru powietrza	171
7.1. Wprowadzenie	171
7.2. Pomiar współczynnika napełnienia	174
7.3. Pomiar współczynnika nadmiaru powietrza	177
7.4. Przykłady urządzeń pomiarowych	179
7.5. Pomiar współczynnika napełnienia i współczynnika nadmiaru powietrza na stanowisku badawczym	184
8. Pomiar ciśnień szybkozmiennych – indykowanie	185
8.1. Istota przemian zachodzących w cylindrze silnika spalinowego	185
8.2. Rodzaje indykatorów	189
8.3. Aparatura badawcza	190
8.4. Elementy układu pomiarowego	193
8.4.1. Przetworniki ciśnienia	193
8.4.2. Czujniki przemieszczeń	203
8.4.3. Znaczniki kąta obrotu wału i przetworniki położenia tłoka	205
8.4.4. Wzmacniacze	206
8.4.5. Rejestratory i analizatory przebiegów	208
8.5. Rodzaje wykresów indykatorowych	210
9. Badania rozpylenia paliw ciekłych	217
9.1. Wprowadzenie	217
9.2. Optyczne metody badań procesów silnikowych	221
9.3. Metody badań rozpylenia paliw ciekłych	224
9.4. Wskaźniki rozpylenia paliw ciekłych	230
10. Badania akustyczne silnika spalinowego	235
10.1. Podstawowe wiadomości z akustyki	235
10.2. Silnik spalinowy jako źródło hałasu	238
10.3. Budowa miernika poziomu dźwięku	241
10.4. Wyznaczanie parametrów akustycznych hałasu maszyn	242
10.5. Pomiar hałasu emitowanego przez silnik spalinowy	246
11. Badania układu wtryskowo-zapłonowego silnika o zapłonie iskrowym	249
11.1. Wprowadzenie	249
11.2. Podział i charakterystyka układów wtryskowych	249
11.3. Układy zapłonowe silnika spalinowego	250
11.4. Czujniki układu wtryskowo-zapłonowego	252
11.4.1. Czujniki położenia wału korbowego	252
11.4.2. Przepływomierze powietrza	254
11.4.3. Wtryskiwacze benzyny	255
11.4.4. Regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego	262
12. Badania układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym	265
12.1. Wprowadzenie	265
12.2. Elementy układu wtryskowego silnika ZS	265
12.3. Sterowanie wtryskiwaczami silnika ZS	269
12.4. Sterowanie wtryskiem wieloczęściowym	272
12.5. Stanowisko badawcze	275
12.6. Badania układu wtryskowego	278

13. Badania silników spalinowych w układach napędu hybrydowego	279
13.1. Wprowadzenie	279
13.2. Silniki spalinowe w układach napędu hybrydowego	282
13.3. Konstrukcje silników spalinowych w układach napędu hybrydowego	284
13.4. Charakterystyki silników spalinowych stosowanych w napędach hybrydowych	286
13.5. Strategie sterowania pracą silników spalinowych w napędach hybrydowych	292
13.6. Tendencje rozwoju silników spalinowych w napędach hybrydowych	293
Literatura	297