

Spis treści

Spis ważniejszych skrótów	7
Spis ważniejszych oznaczeń	9
Przedmowa	11
CZĘŚĆ 1. WIADOMOŚCI OGÓLNE	13
1. Pomiary gazowych składników spalin	15
1.1. Wprowadzenie	15
1.2. Tworzenie szkodliwych składników spalin	18
1.3. Stężenie gazowych składników spalin z silnika o zapłonie iskrowym	22
1.4. Stężenie gazowych składników spalin z silnika o zapłonie samoczynnym	24
1.5. Analizatory spalin	26
2. Pomiary emisji cząstek stałych	39
2.1. Wprowadzenie	39
2.2. Budowa cząstki stałej	39
2.3. Pomiar masy cząstek stałych	49
2.3.1. Metody pomiaru masy cząstek stałych	49
2.3.2. Systemy do pomiaru masy cząstek stałych	56
2.4. Pomiar liczby cząstek stałych	60
2.4.1. Metody pomiaru liczby cząstek stałych	60
2.4.2. Urządzenia do pomiaru liczby cząstek stałych	66
3. Pomiary zadymienia spalin	71
3.1. Wprowadzenie	71
3.2. Urządzenia do pomiaru zadymienia spalin	74
3.3. Pomiary zadymienia i emisji masowej cząstek stałych	79
3.3.1. Badania korelacyjne na hamowni silnikowej	79
3.3.2. Badania korelacyjne na hamowni podwoziowej	84
4. Pomiary emisji spalin w testach toksyczności	89
4.1. Wprowadzenie	89
4.2. Metody pomiaru emisji i stosowana aparatura	90
4.3. Badania na hamowni podwoziowej	91
4.4. Badania na hamowni silnikowej	98

CZĘŚĆ 2. BADANIA TRANSPORTOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ ŚRODOWISKA	111
5. Badania emisji zanieczyszczeń w rzeczywistych warunkach ruchu	113
5.1. Wprowadzenie	113
5.2. Wymagania odnośnie do badań drogowych	115
5.2.1. Dopuszczalne limity emisji spalin	115
5.2.2. Wymagania dotyczące aparatury pomiarowej	116
5.2.3. Wymagania eksploatacyjne	123
5.2.4. Wymagania dotyczące przejazdu	123
5.3. Wyznaczanie emisji spalin w testach drogowych	126
5.3.1. Metoda z wykorzystaniem wszystkich danych pomiarowych	126
5.3.2. Metoda uśredniania emisji w oknach pomiarowych	129
5.3.3. Metoda kategoryzacji mocy	136
5.3.4. Porównanie metod pomiarowych	139
5.4. Parametryczna ocena testów drogowych	145
5.4.1. Dwuwymiarowe charakterystyki udziału czasu pracy pojazdu (silnika) i natężenia emisji związków szkodliwych	145
5.4.2. Możliwości porównywania testów drogowych	151
6. Badania wskaźników ekologicznych silników spalinowych zasilanych gazem	155
6.1. Wprowadzenie	155
6.2. Paliwa gazowe – właściwości i wymagania jakościowe	157
6.3. Współczesne koncepcje silników zasilanych gazem	160
6.4. Podstawowe informacje o układach zasilania gazem	162
6.5. Wskaźniki emisji spalin silników zasilanych paliwami gazowymi	165
6.5.1. Silniki zasilane gazem LPG	165
6.5.2. Silniki zasilane gazem ziemnym	167
6.5.3. Silniki zasilane wodorem	168
6.6. Badania silników zasilanych gazem	169
7. Wpływ stanu cieplnego silnika na emisję związków szkodliwych	171
7.1. Wprowadzenie	171
7.2. Zagadnienia rozruchu silników	172
7.3. Wpływ wybranych czynników na emisję związków szkodliwych podczas zimnego rozruchu silnika	176
7.4. Charakterystyka rozruchu silnika spalinowego	180
7.5. Eksploatacja silników w różnych warunkach otoczenia	181
7.6. Laboratoryjne badania emisji spalin w niskiej temperaturze otoczenia	183
7.7. Badania emisji spalin podczas rozruchu silników pojazdów osobowych	185
7.8. Rozwiązania konstrukcyjne zmniejszające emisję podczas zimnego rozruchu silnika	195
8. Analiza katalitycznego ograniczania emisji spalin	201
8.1. Uwagi ogólne	201
8.2. Analiza działania trójfunkcyjnych reaktorów katalitycznych	203
8.3. Analiza działania reaktorów utleniających	210
8.4. Charakterystyka pracy filtrów cząstek stałych	212

8.4.1. Badania warstw wspomagających regenerację	212
8.4.2. Analiza spadku ciśnienia przy przepływie gazów wylotowych przez filtr czysty i wypełniony	213
8.4.3. Analiza odkładania popiołów w filtrze	218
8.5. Mechanizm reakcji katalitycznych	223
8.6. Analiza chemicznych i fizycznych parametrów reaktorów katalitycznych	225
8.7. Budowa i klasyfikacja reaktorów katalitycznych	226
8.8. Sprawność reaktorów katalitycznych	228
8.9. Parametry konstrukcyjne reaktorów katalitycznych	229
9. Badania emisji spalin silników z filtrami cząstek stałych	233
9.1. Zwiększenie wymagań emisji dla silników ZI	233
9.2. Formowanie cząstek stałych w silniku ZI DI	236
9.3. Możliwości zmniejszenia emisji cząstek stałych w silnikach ZI DI	241
9.4. Różnice między silnikami ZI i ZS w aspekcie eksploatacji filtrów cząstek stałych	242
9.5. Analiza parametrów filtrów do silników ZI DI	244
9.6. Porównanie emisji spalin bez filtra i z filtrem cząstek stałych	247
10. Diagnostyka pokładowa pojazdu z wykorzystaniem skanerów diagnostycznych systemu OBD	251
10.1. Wprowadzenie	251
10.2. Rodzaje testów diagnostycznych	254
10.3. Transmisja informacji diagnostycznej	255
10.4. Diagnostyczne tryby pracy	257
10.5. Kody błędów	258
10.6. Analiza parametrów bieżących pojazdu i silnika	259
10.7. Diagnostyka czujników stężenia tlenu	262
10.8. Diagnostyka reaktora katalitycznego	269
10.9. Czytniki informacji diagnostycznej	271
10.10. Normy emisji spalin a systemy diagnostyczne	273
10.11. Rozwój systemu OBD	276
10.12. Możliwości określania sprawności silnika na podstawie sygnałów diagnostycznych	278
Literatura	283