

PRZEDMOWA	10
WPROWADZENIE	12
WYKAZ UŻYTYCH SKRÓTÓW	14

1. ROZWÓJ TECHNIKI SILNIKOWEJ 19

- 1.1. Porównanie silników z okresu 90 lat rozwoju 20
- 1.2. Możliwości współczesnych silników i ich układów sterowania 20

2. USTAWODAWSTWO DOTYCZĄCE EMISJI SPALIN 25

- 2.1. Ustawodawstwo światowe w zakresie toksyczności spalin 25
- 2.2. Europejskie normy emisji spalin 31
- 2.3. Plan czasowy wprowadzania normy Euro 4 i kolejnych 35
- 2.4. Europejski cykl jezdny NEDC w badaniach homologacyjnych 38
 - 2.4.1. Określenie emisji przez parowanie 40
 - 2.4.2. Badanie emisji metodą CYS 41
 - 2.4.2.1. Opis metody CYS 42
 - 2.4.2.2. Analizatory spalin typu Fill 43
 - 2.4.2.3. Analizatory spalin typu NDIR 44
 - 2.4.2.4. Metoda pomiaru stężenia tlenu 45
 - 2.4.2.5. Pomiar emisji cząstek stałych 45
 - 2.5. Dobrowolne zobowiązania własne przedstawicieli przemysłu motoryzacyjnego odnośnie do zmniejszenia zużycia paliwa i emisji CO₂ 46

3. SKŁADNIKI SPALIN SILNIKOWYCH 50

- 3.1. Substancje szkodliwe i toksyczne 50
- 3.2. Tlenek węgla CO 51
- 3.3. Węglowodory HC 52
- 3.4. Tlenki azotu NO_x 52
- 3.5. Tlenki siarki SO_x 53
- 3.6. Siarkowodór H₂S 54
- 3.7. Amoniak NH₃ 54
- 3.8. Sadza i cząstki stałe 55
- 3.9. Pył drobnocząstkowy 57
- 3.10. Dymienie niebieskie i białe 58
- 3.11. Dwutlenek węgla CO₂ 58

4. PRZEBIEG PROCESU SPALANIA I EMISJA SILNIKÓW O ZAPŁONIE ISKROWYM 62

- 4.1. Wymagania ogólne 62
- 4.2. Skład mieszanki palnej 63
- 4.3. Skład mieszanki palnej a emisja silników o zapłonie iskrowym 64
- 4.4. Rozwiązania konstrukcyjne stosowane w celu ograniczenia emisji 68

5. PRZEBIEG PROCESU SPALANIA I EMISJA SILNIKÓW O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM 73

- 5.1. Proces spalania w silniku o zapłonie samoczynnym 73
- 5.2. Kanał dolotowy zawirujący i ruch powietrza w cylindrze 76
- 5.3. Przebieg procesu spalania w silniku o zapłonie samoczynnym 78
 - 5.3.1. Czynniki wpływające na opóźnienie samozapłonu 79
 - 5.3.2. Tworzenie mieszanki i spalanie w silniku o zapłonie samoczynnym 81
 - 5.3.3. Pilotująca dawka paliwa we współczesnych silnikach o zapłonie samoczynnym 84
 - 5.3.4. Adaptacja wtrysku we współczesnych silnikach o zapłonie samoczynnym 87
- 5.4. Skład mieszanki palnej a emisja silników o zapłonie samoczynnym 89

- 5.5. Rozwiązania konstrukcyjne stosowane w celu ograniczenia emisji i zadymienia spalin 91
- 5.6. Przyszłościowe rozwiązania techniczne 93
- 5.6.1. Wtrysk bezpośredni piezokwarcowy 93
- 5.6.2. Nowe systemy spalania z bezpośrednim wtryskiem benzyny 96
- 5.6.3. Przyszłościowe układy wtryskowe silników o zapłonie samoczynnym 99

6. KATALITYCZNE REAKTORY SPALIN 103

- 6.1. Podstawowe typy reaktorów katalitycznych 103
- 6.2. Budowa reaktorów katalitycznych 105
 - 6.2.1. Porównanie reaktorów z nośnikiem ceramicznym i metalowym 107
 - 6.2.2. Zasoby metali szlachetnych - surowców do produkcji reaktorów katalitycznych 109
 - 6.2.3. Procesy chemiczne zachodzące w reaktorze katalitycznym 110
 - 6.2.4. Stopień konwersji reaktora katalitycznego 111
- 6.3. Eksploatacja samochodu z reaktorem katalitycznym 112
- 6.4. Reaktory katalityczne do silników o zapłonie iskrowym 114
 - 6.4.1. Utleniający reaktor katalityczny 114
 - 6.4.2. Reaktor katalityczny potrójnego działania 115
 - 6.4.3. Wymagania w stosunku do reaktorów nowych koncepcji 116
 - 6.4.4. Reaktory katalityczne zintegrowane z kolektorem wylotowym 118
 - 6.4.5. Układy ze zmienną drogą przepływu spalin typu bypass 119
 - 6.4.6. Reaktory katalityczne ogrzewane elektrycznie 120
 - 6.4.7. Reaktory katalityczne adsorpcyjne - SCR 121
 - 6.4.8. Reaktory katalityczne redukujące o działaniu ciągłym 123
 - 6.4.9. Reaktory katalityczne redukujące o działaniu cyklicznym 124
- 6.5. Reaktory katalityczne do silników o zapłonie samoczynnym 126
 - 6.5.1. Reaktor katalityczny utleniający 126
 - 6.5.2. Reaktor katalityczny typu SCR 127
 - 6.5.3. Inne układy oczyszczania spalin silników o zapłonie samoczynnym 131

7. REGULACJA SKŁADU MIESZANKI PALNEJ I CZUJNIKI TLENU 133

- 7.1. Napięciowy czujnik cyrkonowy 135
- 7.2. Rezystancyjny czujnik na bazie dwutlenku tytanu 137
- 7.3. Szerokopasmowy czujnik tlenu LSU 138
- 7.4. Czujnik stężenia tlenków azotu - czujnik dwukomorowy 141
- 7.5. Diagnostowanie czujników tlenu 142

8. FILTRY CZĄSTEK STAŁYCH 149

- 8.1. Filtry cząstek stałych w samochodach osobowych z silnikami o zapłonie samoczynnym 152
 - 8.1.1. Filtr cząstek stałych FAP – Peugeot 154
 - 8.1.2. Kieszeniowy filtr cząstek stałych typu Bosch 156
 - 8.1.3. Układy filtracji cząstek stałych stosowane w samochodach VW i Audi 157
 - 8.1.4. Filtr cząstek stałych BMW 159
 - 8.1.5. System D-CAT firmy Toyota 161
- 8.2. Filtry cząstek stałych w pojazdach użytkowych 164
 - 8.2.1. System CRT 165
 - 8.2.2. System SCR-AC 167
 - 8.2.3. Przyszłościowe kompleksowe układy oczyszczania spalin silników o zapłonie samoczynnym 168
- 8.3. Oczyszczanie i regeneracja filtrów cząstek stałych 169
 - 8.3.1. Porównanie temperatur spalin różnych systemów 169
 - 8.3.2. Samooczyszczanie się filtrów 171

- 8.3.3. Określanie stopnia zanieczyszczenia filtra 171
- 8.3.4. Kontrolka zanieczyszczenia filtra i eksploatacja samochodu na krótkich odcinkach 174
- 8.3.5. Eksploatacja samochodu z filtrem cząstek stałych 175
- 8.3.6. Montaż filtrów cząstek stałych w samochodach znajdujących się w eksploatacji i uwarunkowania podatkowe 176

9. SYSTEM DIAGNOSTYKI POKŁADOWEJ OBD 181

- 9.1. Historia systemów OBD I oraz OBD II 181
- 9.2. Zadania systemów OBD 183
 - 9.2.1. Wymagania ogólne 185
 - 9.2.2. Ochrona przed ingerencją osób nieuprawnionych 188
 - 9.2.3. Procedura rozpoznawania i zapisywania usterek 189
 - 9.2.4. Warunki wyłączenia systemu OBD 193
 - 9.2.5. Standardowe złącze diagnostyczne systemu OBD 194
 - 9.2.6. Procedura komunikacji z systemem OBD 195
- 9.3. Sposób oznaczania usterek w systemie OBD 198
 - 9.3.1. Informacje zawarte w ramce zamrożonej 201
 - 9.3.2. Kod gotowości systemu OBD 202
- 9.4. Zakres funkcji kontrolnych systemu OBD 206

10. SYSTEM OBD SILNIKÓW O ZAPŁONIE ISKROWYM 214

- 10.1. Konfiguracja systemu OBD 214
- 10.2. Rozpoznawanie wypadania zapłonów 216
 - 10.2.1. Analiza chwilowej prędkości obrotowej 217
 - 10.2.2. Analiza chwilowego momentu obrotowego 220
- 10.3. Monitorowanie działania reaktora katalitycznego 221
- 10.4. Monitorowanie działania czujników tlenu 224
 - 10.4.1. Diagnostowanie czujnika zamontowanego przed reaktorem katalitycznym 224
 - 10.4.2. Diagnostowanie czujnika zamontowanego za reaktorem katalitycznym 225
 - 10.4.3. Diagnostowanie układu ogrzewania czujnika tlenu 226
 - 10.4.4. Diagnostowanie szerokopasmowego czujnika tlenu 227
- 10.5. Monitorowanie układu recyrkulacji spalin 228
- 10.6. Monitorowanie układu odprowadzania par paliwa 230
- 10.7. Monitorowanie układu powietrza dodatkowego 232
- 10.8. Monitorowanie układu paliwowego 233
- 10.9. Adaptacja układu regulacji składu mieszanki 236
- 10.10. Monitorowanie elektronicznego pedału gazu 241
- 10.11. Diagnostowanie termostatu 244
- 10.12. Monitorowanie sieci transmisji danych CAN 245
- 10.13. Monitorowanie działania innych układów oraz czujników 246
 - 10.13.1. Monitorowanie ciśnienia doładowania 248
 - 10.13.2. Monitorowanie sygnału prędkości pojazdu 248
 - 10.13.3. Monitorowanie przepływomierza powietrza 249
 - 10.13.4. Monitorowanie czujników położenia pedału hamulca i sprzęgła 250
 - 10.13.5. Monitorowanie układu rozrzędu 251

11. SYSTEMY OBD SILNIKÓW O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM 253

- 11.1. Monitorowane układy i czujniki 253
- 11.2. Rozpoznawanie wypadania zapłonów 256
- 11.3. Odchyłki regulacji kąta początku wtrysku 257

- 11.4. Monitorowanie układu recyrkulacji spalin 259
 - 11.4.1. Odchyłki regulacji pneumatycznego zaworu recyrkulacji spalin 260
 - 11.4.2. Odchyłki regulacji elektrycznego zaworu recyrkulacji spalin 260
- 11.5. Odchyłki regulacji ciśnienia doładowania 261
- 11.6. Układ wstępnego podgrzewania komory spalania ze świecami żarowymi 262
- 11.7. Monitorowanie działania innych układów oraz czujników 263
 - 11.7.1. Diagnostowanie usterek sieci transmisji danych CAN 264
 - 11.7.2. Czujnik temperatury cieczy chłodzącej 264
 - 11.7.3. Czujnik temperatury paliwa 265
 - 11.7.4. Przepływomierz powietrza 266
 - 11.7.5. Czujnik tlenu i układ ogrzewania czujnika 266
 - 11.7.6. Sygnał prędkości pojazdu 267
- 11.8. Monitorowanie filtra cząstek stałych 268
 - 11.8.1. Czujniki ciśnienia i temperatury przed oraz za filtrem 268
 - 11.8.2. Czujnik temperatury przed turbiną 269
 - 11.8.3. Czujnik tlenu i przepływomierz powietrza 270
 - 11.8.4. Kontrolka filtra cząstek stałych 271
 - 11.8.5. Monitorowanie systemów filtracji cząstek stałych z dodatkowymi płynami 272
- 11.9. Czujniki cząstek stałych do kontroli procesu spalania lub filtra cząstek stałych 272

12. ZADANIA TECHNICZNE W PROCESIE REALIZACJI URZĘDOWYCH STANDARDÓW DIAGNOSTYCZNYCH 275

- 12.1. Organizacja czasowa realizacji funkcji diagnostycznych 277
- 12.2. Uwzględnienie zróżnicowanych wersji samochodów 278
- 12.3. Uwzględnienie przyszłościowych sposobów oczyszczania spalin 280
- 12.4. Dostosowanie funkcji diagnostycznych do specyfiki nowych silników 280

13. PODSTAWOWE WARUNKI KONIECZNE DLA PRZEPROWADZENIA DIAGNOZY USTEREK OBD 282

14. KONTROLA EMISJI SPALIN W POJAZDACH Z SYSTEMEM OBD 286

- 14.1. Kontrola wzrokowa elementów emisyjnych 286
- 14.2. Oprogramowanie do kontroli emisji spalin pojazdów z systemem OBD 288
- 14.3. Urzędowa kontrola emisji spalin w pojazdach z silnikiem o zapłonie iskrowym z systemem OBD 289
- 14.4. Protokół z badania pojazdu z systemem OBD 291
- 14.5. Problemy związane z badaniami pojazdów z silnikiem o zapłonie iskrowym z systemem OBD 293
 - 14.5.1. Indywidualne trudności diagnostyczne związane z wybranymi samochodami 295
 - 14.5.2. Procedura zastępcza dla silników samochodów Volkswagen 298
- 14.6. Urzędowa kontrola emisji spalin w pojazdach z silnikiem o zapłonie samoczynnym z systemem OBD 299
- 14.7. Protokół z badania pojazdu z systemem D-OBD 301

15. OBD III, OBM I PRZYSZŁOŚCIOWE WYMAGANIA 303

16. WYCIĄG Z USTAWODAWSTWA EUROPEJSKIEGO DOTYCZĄCEGO OBD 308

Wyciąg z regulaminu 98/69/EG Parlamentu Europejskiego z dnia 13.10.1998 roku w sprawie sposobów zapobiegania zanieczyszczeniu powietrza przez emisję związaną z eksploatacją pojazdów i w sprawie zmiany regulaminu 70/220/EWG 308

Dyrektywa 1999/102/EG, z dnia 15.12.1999 roku, w sprawie wynikających z postępu technicznego zmian w dyrektywie 70/220/EWG, dotyczącej środków zapobiegania zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego przez emisję związaną z eksploatacją pojazdów 325

**DODATEK: LISTA KODÓW USTEREK STOSOWANYCH W SYSTEMIE OBD, ZGODNIE SAE J2012 I ISO 15 031-
6 329**

DODATEK DO WYDANIA POLSKIEGO 366

LITERATURA 390

SKOROWIDZ 392