

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	11
1. Wprowadzenie	19
CZĘŚĆ I. PODSTAWY BUDOWY I EKSPLOATACJI REAKTORÓW KATALITYCZNYCH	
2. Zastosowanie reaktorów katalitycznych do ograniczania emisji szkodliwych składników spalin z transportu samochodowego w Europie	25
2.1. Zarys przepisów prawnych ograniczających emisję szkodliwych składników spalin.	25
2.1.1. Klasyfikacja reaktorów katalitycznych stosowanych w pojazdach samochodowych	29
2.1.2. Koszty produkcji reaktorów katalitycznych i skala ich zastosowania.	31
3. Wybrane zagadnienia katalizy heterogenicznej	37
3.1. Etapy reakcji katalitycznych.	37
3.2. Dyfuzja cząstek gazów	47
3.3. Adsorpcja cząstek gazów na powierzchni ciała stałego	55
3.4. Powierzchnia aktywna reaktora katalitycznego	66
3.5. Reakcje kontaktowe	68
3.6. Aktywność i selektywność katalizatora	72
3.7. Obciążenie reaktora katalitycznego i konwersja gazów	75
4. Podstawy budowy reaktorów katalitycznych	79
4.1. Elementy budowy reaktorów katalitycznych	79
4.2. Monolity	81
4.2.1. Monolity ceramiczne	83
4.2.2. Opory przepływu gazów w kanałkach monolitów	91
4.2.3. Pianki ceramiczne	96
4.2.4. Monolity metalowe	98
4.2.5. Porównanie właściwości monolitów	106

4.3.	Pośrednia warstwa tlenkowa i składniki aktywne katalitycznie	109
4.3.1.	Nakładanie pośrednich warstw tlenkowych i składników aktywnych katalitycznie	109
4.3.2.	Nieaktywne i aktywne składniki warstw pośrednich	113
4.3.3.	Składniki aktywne katalitycznie	125
4.4.	Maty kompensacyjne i obudowy reaktorów	126
5.	Zagadnienia ogólne eksploatacji i dezaktywacji reaktorów katalitycznych	135
5.1.	Warunki pracy reaktorów katalitycznych	135
5.2.	Procesy dezaktywacji reaktorów katalitycznych	140
5.2.1.	Dezaktywacja termiczna	141
5.2.2.	Maskowanie powierzchni aktywnej	146
5.2.3.	Zatrucie i inhibicja	149
5.2.4.	Ścieranie i niszczenie fizyczne	152
6.	Przegląd wybranych metod badania reaktorów katalitycznych	155
6.1.	Metody obrazowania mikro struktury powierzchni aktywnej	155
6.2.	Metody dyfrakcyjne i spektroskopowe badania powierzchni aktywnej	165
6.3.	Metody sorpcyjne badania porowatości powierzchni aktywnej	170
6.4.	Metody badania właściwości fizykochemicznych układów katalitycznych	173
6.5.	Metody badań aktywności i konwersji gazów	175
6.6.	Badania trwałościowe kompletnych reaktorów katalitycznych	182
6.7.	Badania wpływu reaktorów na emisję spalin w homologacyjnych cyklach badawczych	186
6.7.1.	Badania wpływu reaktorów na emisję składników spalin z pojazdów lekkich LDV	187
6.7.2.	Badania wpływu reaktorów na emisję spalin z pojazdów ciężkich HDV	192
6.8.	Pomiary stężenia gazowych składników spalin w badaniach reaktorów	197

CZĘŚĆ II. CHARAKTERYSTYKA TYPÓW REAKTORÓW KATALITYCZNYCH

7.	Utleniające reaktory katalityczne	223
7.1.	Składniki aktywne katalitycznie	223
7.2.	Reakcje katalityczne	225
7.3.	Konwersja substancji szkodliwych	231
7.4.	Problem powstawania i magazynowania siarczanów	235
7.5.	Zmniejszanie emisji cząstek stałych	241
7.6.	Przemiany tlenków azotu	245
7.7.	Dezaktywacja reaktorów utleniających	251

7.8.	Specyfika reaktorów utleniających do silników zasilanych paliwami metanowymi	258
8.	Trójfunkcyjne reaktory katalityczne	265
8.1.	Składniki aktywne katalitycznie	265
8.2.	Reakcje katalityczne	272
8.3.	Umieszczenie reaktorów w układzie wylotowym silnika ZI	275
8.4.	Sterowanie składem mieszanki paliwowo-powietrznej	276
8.5.	Konwersje substancji szkodliwych.	280
8.6.	Rola tlenków ceru i cyrkonu.	285
8.7.	Problem emisji CO i HC podczas zimnego rozruchu silnika	291
8.7.1.	Metody aktywne zmniejszenia emisji węglowodorów.	294
8.7.2.	Metody pasywne zmniejszenia emisji węglowodorów	296
8.7.3.	Systemy utrzymujące wysoką temperaturę reaktora.	302
8.8.	Wpływ właściwości olejów smarnych na pracę reaktorów katalitycznych ...	304
8.9.	Reaktory katalityczne a emisje nie objęte przepisami homologacyjnymi ...	305
8.10.	Dezaktywacja reaktorów katalitycznych	311
8.10.1.	Zmniejszenie konwersji CO, HC i NO _x w wyniku dezaktywacji reaktorów katalitycznych	311
8.10.2.	Dezaktywacja termiczna	314
8.10.3.	Dezaktywacja chemiczna.	320
8.11.	Specyfika reaktorów katalitycznych do silników zasilanych paliwami metanowymi	328
9.	Reaktory katalityczne pułapki tlenków azotu	335
9.1.	Podstawy działania reaktorów pułapek tlenków azotu	335
9.2.	Budowa warstw magazynująco – redukujących tlenki azotu.	342
9.2.1.	Składniki magazynujące NO _x	342
9.2.2.	Metale szlachetne	347
9.2.3.	Procesy magazynowania i redukcji NO _x	350
9.2.4.	Rola tlenków ceru	357
9.3.	Dezaktywacja reaktorów LNT	363
9.3.1.	Dezaktywacja chemiczna.	364
9.3.2.	Dezaktywacja termiczna	377
9.4.	Reformowanie oleju napędowego do redukcji reaktora pułapki NO _x	380
9.4.1.	Katalityczny reforming paliwa	380
9.4.2.	Reaktory reformingu katalitycznego paliwa	381
10.	Aktywne systemy selektywnej katalitycznej redukcji NO _x amoniakiem	389
10.1.	Wstęp	389

10.2.	Amoniak jako selektywny reduktor NO _x	391
10.3.	Źródła amoniaku w pojazdach samochodowych	392
10.4.	Systemy redukcji NO _x amoniakiem wytwarzanym z wodnego roztworu mocznika	403
10.4.1.	Utleniające reaktory katalityczne wykorzystywane w technologii NH ₃ -SCR	404
10.4.2.	Wtryskiwacze wodnego roztworu mocznika	407
10.4.3.	Miksery	410
10.4.4.	Reaktory hydrolizujące	413
10.4.5.	Reaktory katalityczne redukujące NO _x	416
10.5.	Sterowanie dawkowaniem czynnika redukującego	436
10.6.	Problemy eksploatacyjne reaktorów	443
10.7.	Reaktory selektywnego utleniania nadmiaru amoniaku	455
11.	Pasywne systemy selektywnej katalitycznej redukcji NO _x amoniakiem.	461
11.1.	Wstęp	461
11.2.	Koncepcja wykorzystania reaktorów TWC do wytwarzania amoniaku	461
11.3.	Koncepcja wykorzystania reaktorów LNT do tworzenia amoniaku	467
11.4.	Porównanie konwersji NO _x w reaktorach LNT i LNT/SCR oraz aktywnym reaktorze SCR	475
11.5.	Wykorzystanie reaktora reformingu paliwa w pasywnym systemie LNT/NH ₃ -SCR	477
12.	Reaktory selektywnej katalitycznej redukcji NO _x węglowodorami i ich pochodnymi zawierającymi tlen	483
12.1.	Wstęp	483
12.2.	Selektywna redukcja NO _x węglowodorami	484
12.2.1.	Reaktory pasywne i aktywne	486
12.2.2.	Materiały aktywne katalitycznie i reduktory	489
12.3.	Selektywna redukcja NO _x alkoholami	500
12.4.	Wybrane problemy katalizy HC-SCR	506

CZĘŚĆ III. WSPOMAGANIE, MONITOROWANIE I EFEKTY ZASTOSOWANIA REAKTORÓW KATALITYCZNYCH NA ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA

13.	Wspomaganie pracy reaktorów zimną plazmą	513
13.1.	Wstęp	513
13.2.	Generatory zimnej plazmy	515
13.3.	Chemia zimnej plazmy	518

13.4. Reakcje zachodzące w spalinach pod wpływem zimnej plazmy	520
13.5. Plazmowe reaktory utleniające	522
13.6. Plazmowe reaktory redukujące NO _x	525
14. Sensory sterujące pracą reaktorów	537
14.1. Wstęp	537
14.2. Sensory składu mieszanki palnej	538
14.3. Sensory stężenia tlenków azotu i amoniaku	547
14.4. Sensory temperatury i przepływu powietrza	552
15. Monitorowanie pracy reaktorów katalitycznych i sensorów	559
15.1. Wprowadzenie	559
15.2. Monitorowanie pracy reaktorów katalitycznych	562
15.3. Monitorowanie pracy sensorów składu mieszanki palnej	570
16. Wpływ reaktorów katalitycznych na zanieczyszczenie powietrza przez pojazdy samochodowe w polsce	573
Literatura	583
Literatura do rozdziału 2	583
Literatura do rozdziału 3	584
Literatura do rozdziału 4	585
Literatura do rozdziału 5	588
Literatura do rozdziału 6	590
Literatura do rozdziału 7	593
Literatura do rozdziału 8	597
Literatura do rozdziału 9	602
Literatura do rozdziału 10	607
Literatura do rozdziału 11	614
Literatura do rozdziału 12	616
Literatura do rozdziału 13	619
Literatura do rozdziału 14	620
Literatura do rozdziału 15	621
Literatura do rozdziału 16	622
Streszczenie [Abstract]	623