
Spis treści

Część I. Fizyka spalania	13
Wiadomości ogólne	14
 Rozdział 1. Podstawy kinetyki chemicznej	17
1.1. Szybkość reakcji chemicznych	17
1.2. Równowaga chemiczna	19
1.3. Chemia spalania paliw węglowodorowych	24
1.4. Bilans energii i temperatura płomienia	27
Literatura	30
 Rozdział 2. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszkach jednorodnych	31
2.1. Rozprzestrzenianie się płomienia w przepływie laminarnym ...	31
2.2. Struktura płomieni laminarnych	37
2.3. Stateczność dynamiczna płomienia	40
2.3.1. Stateczność jednowymiarowa płomienia	40
2.3.2. Stateczność dyfuzyjno-ciepna płomienia	41
2.3.3. Stateczność hydrodynamiczna płomienia	43
2.4. Teoria rozprzestrzeniania się płomienia laminarnego	44
2.4.1. Analiza równania energii	44
2.4.2. Grubość płomienia rozprzestrzeniającego się według mechanizmu termicznego	48
2.4.3. Grubość płomieni występujących w rzeczywistości	50

2.5. Rozprzestrzenianie się płomienia turbulentnego	55
2.5.1. Wiadomości wstępne	55
2.5.2. Podstawowe cechy turbulencji wpływające na przebieg spalania	56
2.5.3. Płomienie pofałdowane nie poddawane rozciąganiu	59
2.5.4. Korelacja pomiarów prędkości spalania turbulentnego	60
2.5.5. Mechanizm rozprzestrzeniania się płomieni turbulentnych	61
Literatura	63
Rozdział 3. Płomienie dyfuzyjne	65
3.1. Ogólna charakterystyka	65
3.2. Płomień dyfuzyjny laminarny	66
3.3. Płomień dyfuzyjny w przejściowych warunkach przepływu od laminarnego do turbulentnego	72
3.4. Płomień dyfuzyjny turbulentny	74
Literatura	77
Rozdział 4. Zapłon mieszanki palnej	78
4.1. Samozapłon i zapłon wymuszony	78
4.2. Zapłon od iskry	79
4.3. Zapłon w warstwie przyściennej	89
Literatura	93
Rozdział 5. Stabilizacja płomienia	95
5.1. Stabilizacja płomienia w warstwach przyściennych	95
5.2. Stabilizacja płomienia za pomocą ciał nieopływowych	99
5.3. Stabilizacja płomienia przez zawirowanie strumienia	105
Literatura	109
Rozdział 6. Granice palności i warunki gaszenia płomienia	110
6.1. Definicje i znaczenie praktyczne granic palności	110
6.2. Empiryczne metody określania granic palności	111
6.3. Podstawowe wielkości i zależności charakteryzujące granice palności	112

6.4. Mechanizmy gaszenia płomienia	115
6.4.1. Gaszenie płomienia przez zimną ściankę	116
6.4.2. Gaszenie płomienia przez jego rozciąganie	118
6.4.3. Gaszenie płomienia przez oddziaływanie turbulencji	119
6.4.4. Gaszenie płomienia przez działanie sił wyporu	121
6.4.5. Gaszenie płomienia przez oddziaływanie inhibitorów	123
Literatura	124

Rozdział 7. Spalanie paliw ciekłych w postaci

kropel i chmur cieczy	125
7.1. Specyfika spalania paliw ciekłych	125
7.2. Powstawanie kropel	126
7.3. Parowanie kropli cieczy	128
7.4. Spalanie pojedynczej kropli paliwa	132
7.5. Spalanie strumienia kropel	135
Literatura	140

Rozdział 8. Spalanie węgla

8.1. Właściwości węgla	141
8.2. Spalanie pojedynczego ziarna węgla naturalnego	143
8.2.1. Wydzielanie i spalanie części lotnych	144
8.2.2. Spalanie na powierzchni	145
8.3. Spalanie pyłu węglowego w strumieniu mieszanki	151
Literatura	155

Część II. Charakterystyka ciepłych urządzeń technicznych stosowanych w przemyśle, energetyce i transporcie

Rozdział 9. Piece i instalacje przemysłowe do spalania paliw wykorzystywane w procesach technologicznych

9.1. Ogólna charakterystyka paliw stosowanych w piecach przemysłowych	160
9.1.1. Paliwa gazowe	160

9.1.2. Paliwa ciekłe	162
9.1.3. Paliwa stałe	164
9.2. Ogólna charakterystyka niektórych typów pieców	166
9.2.1. Piece szybowe	166
9.2.2. Piece grzewcze	166
9.2.3. Piece rurowe	167
9.2.4. Inne rodzaje pieców	167
9.3. Przykłady typowych rozwiązań konstrukcyjnych pieców przemysłowych	168
9.3.1. Piec koksowniczy	168
9.3.2. Wielki piec	170
9.3.3. Piec martenowski	177
9.3.4. Piec grzewczy węglowy	179
9.3.5. Piec obrotowy do wypalania klinkieru cementowego	181
9.3.6. Piece do wytapiania szkła	182
9.3.7. Piece rurowe	184
9.3.8. Instalacje do wytwarzania acetylenu	186
9.3.9. Suszarka fluidyzacyjna	187
9.3.10. Spalarnia odpadów	188
9.4. Przykłady palników stosowanych w piecach przemysłowych . .	189
Literatura	193

Rozdział 10. Kotły parowe 194

10.1. Ogólna charakterystyka kotłów	194
10.2. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych kotłów	202
10.2.1. Kotły małe	203
10.2.2. Kotły przemysłowe o wydajności do 130 t/h	207
10.2.3. Kotły energetyczne o wydajności powyżej 130 t/h	212
10.3. Rodzaje palenisk	217
10.3.1. Paleniska rusztowe	217
10.3.2. Paleniska pyłowe	219
10.3.3. Paleniska olejowe i gazowe	221
10.3.4. Paleniska fluidalne	224
10.4. Schemat siłowni parowej	225
Literatura	226

Rozdział 11. Silniki spalinowe	227
11.1. Silniki tłokowe	227
11.1.1. Silniki tłokowe o zapłonie samoczynnym (silniki Diesla)	231
11.1.1.1. Ogólna charakterystyka silnika i jego osiągnięć	231
11.1.1.2. Układ paliwowy	234
11.1.1.3. Ogólna charakterystyka spalania	236
11.1.1.4. Systemy spalania	237
11.1.1.5. Spalanie normalne i spalanie twarde	246
11.1.2. Silniki tłokowe o zapłonie iskrowym	249
11.1.2.1. Ogólna charakterystyka silnika	249
11.1.2.2. Zasilanie silnika w paliwo	251
11.1.2.3. Spalanie normalne mieszanki jednorodnej	252
11.1.2.4. Spalanie stukowe mieszanki jednorodnej	254
11.1.2.5. Systemy spalania	257
11.2. Silniki turbinowe	262
11.2.1. Opis silnika	262
11.2.2. Rodzaje komór spalania i ich budowa	264
11.2.3. Główne elementy i układy komory spalania	266
Literatura	273
Część III. Aktualne problemy i metody ograniczania emisji składników toksycznych	275
Rozdział 12. Mechanizmy powstawania składników toksycznych podczas spalania	277
12.1. Wiadomości wstępne	277
12.2. Tlenki azotu NO_x	277
12.2.1. Ogólna charakterystyka tlenków azotu występujących w atmosferze	277
12.2.2. Mechanizmy reakcji tlenku azotu NO	282
12.2.2.1. Termiczny mechanizm Zeldowicza	283
12.2.2.2. Mechanizm szybkiego powstawania tlenku azotu, tzw. „prompt” NO	284
12.2.2.3. Mechanizm utleniania organicznych związków paliw kopalnych zawierających azot	286
12.2.2.4. Mechanizm reakcji dwutlenku azotu NO_2	286
12.2.2.5. Mechanizm reakcji podtlenku azotu N_2O	287
12.2.2.6. Mechanizmy dopalania tlenku azotu NO poza obszarem spalania	288
12.3. Tlenki siarki	289
12.3.1. Ogólna charakterystyka tlenków siarki	289
12.3.2. Mechanizmy powstawania tlenków siarki	290

12.4. Tlenek węgla CO	291
12.4.1. Ogólna charakterystyka tlenku węgla	291
12.4.2. Mechanizmy powstawania tlenku węgla	292
12.5. Zanieczyszczenia organiczne spalin	294
12.5.1. Ogólna charakterystyka niespalonych składników węglowodorowych ..	294
12.5.2. Węglowodorowe składniki rakotwórcze	295
12.6. Sadza	296
12.7. Częstki stałe pochodzące z popiołu	302
12.8. Mechanizm powstawania smogu fotochemicznego	304
12.9. Dwutlenek węgla jako główny składnik gazów powodujących efekt cieplarniany	306
Literatura	312
 Rozdział 13. Bilans zanieczyszczeń i ogólne metody zmniejszania emisji składników toksycznych	 313
13.1. Struktura zużycia nośników energii pierwotnej	313
13.2. Emisja składników toksycznych	318
13.3. Ogólne metody zmniejszania emisji składników toksycznych	321
Literatura	324
 Rozdział 14. Metody ograniczania emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych	 325
14.1. Ogólna charakterystyka przedsięwzięć ograniczających emisję składników toksycznych	325
14.1.1. Oczyszczanie paliwa	326
14.1.2. Czyste spalanie	327
14.1.3. Oczyszczanie spalin	329
14.1.4. Przetwarzanie węgla	330
14.2. Oczyszczanie węgla	333
14.3. Palniki o małej emisji składników toksycznych	336
14.4. Paleniska fluidalne	341
14.5. Oczyszczanie spalin	346
14.6. Wybrane metody przetwarzania węgla	350
Literatura	353

Rozdział 15. Metody ograniczania toksyczności spalin w silnikach spalinowych	354
15.1. Wiadomości wstępne	354
15.2. Charakterystyka właściwości toksycznych silników tłokowych	355
15.3. Ograniczanie toksyczności spalin w silnikach o zapłonie iskrowym	358
15.4. Ograniczanie toksyczności spalin w silnikach o zapłonie samoczynnym	365
15.5. Ograniczanie toksyczności spalin w silnikach turbinowych ...	372
15.6. Rola paliw w ograniczaniu powstawania toksycznych składników w spalinach	374
Literatura	377