

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	9
1. WŁAŚCIWOŚCI PALIW GAZOWYCH	11
1.1. Podstawowe pojęcia i definicje.....	11
1.2. Skład paliw gazowych	13
1.2.1. Charakterystyka składników paliw gazowych	13
1.2.2. Właściwości trujące paliw gazowych.....	15
1.3. Klasyfikacja paliw gazowych	17
1.4. Gaz ziemny.....	18
1.4.1. Obróbka gazu ziemnego	20
1.5. Gazy skroplone	20
1.6. Inne rodzaje gazów palnych.....	24
1.6.1. Gazy sztuczne	25
1.6.2. Biogaz	26
2. REAKCJE SPALANIA	29
2.1. Równania stechiometryczne	29
2.2. Kinetyka reakcji spalania	30
2.3. Mechanizm łańcuchowy procesu spalania.....	31
2.4. Efekt cieplny reakcji spalania	33
3. BILANS MATERIALNY REAKCJI SPALANIA	36
3.1. Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza.....	36
3.2. Współczynnik nadmiaru powietrza.....	38
3.3. Objętość gazów spalinowych	39
4. CHARAKTERYSTYKI PROCESU SPALANIA	41
4.1. Temperatura spalania gazów	41
4.1.1. Maksymalna temperatura spalania	41
4.1.2. Temperatura kalorymetryczna.....	42
4.1.3. Temperatura teoretyczna	46
4.1.4. Rzeczywista temperatura spalania	47
4.2. Temperatura zapłonu i samozapłonu	50
4.3. Przedziały zapalności	52
4.3.1. Obliczenia przedziałów zapalności paliw gazowych.....	54
5. PRZEBIEG PROCESU SPALANIA	58
5.1. Spalanie w ośrodku nieruchomym.....	58
5.1.1. Podstawowe pojęcia.....	58

5.1.2.	Normalna prędkość spalania.....	60
5.1.3.	Spalanie detonacyjne.....	62
5.2.	Spalanie w strumieniu laminarnym.....	64
5.3.	Spalanie w strumieniu turbulentnym	66
6.	STABILNOŚĆ SPALANIA	71
6.1.	Podstawowe pojęcia.....	71
6.2.	Zjawisko zerwania płomienia	72
6.3.	Zjawisko przeskakiwania płomienia	75
6.3.1.	Wyniki badań doświadczalnych	76
6.4.	Zasady stabilizacji płomienia.....	79
7.	URZĄDZENIA DO SPALANIA GAZÓW	81
7.1.	Zasady sprawnego i bezpiecznego spalania gazów	81
7.1.1.	Dyfuzyjna zasada spalania.....	81
7.1.2.	Kinetyczne spalanie.....	83
7.1.3.	Pośrednie metody spalania	83
7.2.	Konstrukcje palników	85
7.2.1.	Podstawowe wymagania stawiane palnikom gazowym oraz ich charakterystyki techniczne	85
7.2.2.	Klasyfikacja palników gazowych.....	87
7.2.3.	Palniki kuchenek gazowych	87
7.2.4.	Palniki urządzeń przemysłowych i grzewczych.....	88
7.3.	Urządzenia pulsacyjnego spalania gazu.....	95
8.	OCHRONA ATMOSFERY PRZY SPALANIU PALIWA	98
8.1.	Produkty niezupełnego spalania	98
8.1.1.	Substancje kancerogenne	101
8.2.	Tlenki azotu.....	101
8.2.1.	„Termiczne” tlenki azotu	102
8.2.2.	„Paliwowe” tlenki azotu	102
8.2.3.	„Frontalne” tlenki azotu	103
8.3.	Zwalczanie emisji szkodliwych substancji	103
8.3.1.	Palniki kuchenek gazowych	103
8.3.2.	Palniki kotłów i pieców przemysłowych.....	106
9.	OBLICZENIA SPRAWNOŚCI SPALANIA PALIWA	114
9.1.	Maksymalna zawartość gazów trójatomowych	114
9.1.1.	Produkty zupełnego spalania	114
9.1.2.	Produkty niezupełnego spalania	116
9.2.	Współczynnik nadmiaru powietrza.....	118
9.2.1.	Produkty zupełnego spalania.....	118
9.2.2.	Produkty niezupełnego spalania	119
9.3.	Współczynnik rozcieńczania produktów spalania.....	120
9.3.1.	Współzależność między współczynnikiem nadmiaru powietrza a współczynnikiem zmiany objętości produktów spalania	121

9.3.2. Wilgotne produkty spalania	122
9.4. Sprawność zużycia paliwa	125
9.4.1. Metody sporządzenia bilansu cieplnego	125
9.4.2. Odwrócony bilans agregatu cieplnego przy spalaniu paliwa	126
9.4.3. Straty ciepła spalinowe	126
9.4.4. Chemiczne wylotowe straty ciepła	128
9.4.5. Straty ciepła do otoczenia	127
9.4.6. Współczynnik sprawności spalania	131
10. LITERATURA	133
10.1. Akty prawne	133
10.2. Normy Polskie/Europejskie	135
10.3. Normy Zakładowe (ZN-G) Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa SA	137
10.4. Dyrektywy i Rozporządzenia Unii Europejskiej	138
10.5. Standardy ISO	139
10.6. Standardy DIN	139
10.7. Literatura źródłowa	139
11. ZAŁĄCZNIKI	142
11.1. Sprawność spalania paliwa	142
11.2. Przeliczenie najczęściej stosowanych w gazownictwie jednostek miar	147
11.3. Odniesienie jednostek układu SI do jednostek na podstawie kalorii	148
11.4. Wartości liczbowe najważniejszych stałych stosowanych w gazownictwie	148
INDEKS	150