
Spis treści

1. Filtry i podgrzewacze gazu	
1.1. Filtry gazu	18
1.1.1. Budowa i zasada działania filtrów gazu	18
1.1.2. Parametry pracy filtrów gazu i ich dobór	21
1.1.3. Przykład doboru filtra gazu	23
1.2. Efekt Joule'a-Thomsona	23
1.2.1. Dławienie adiabatyczno-izentalpowe	24
1.2.2. Obliczanie współczynnika Joule'a-Thomsona	27
1.3. Przebieg przemian termodynamicznych w reduktorze	32
1.3.1. Zawartość pary wodnej w gazie ziemnym	33
1.3.2. Hydraty składników gazu ziemnego	34
1.3.3. Wpływ efektu Joule'a-Thomsona na parametry eksploatacyjne reduktora ...	37
1.3.4. Redukcja ciśnienia gazu bez podgrzewania gazu przed reduktorem	38
1.4. Wybrane elementy teorii wymienników ciepła	39
1.4.1. Rodzaje wymienników ciepła	39
1.4.2. Podstawowe równania wymiany ciepła w wymienniku	41
1.4.3. Średnia różnica temperatury	42
1.4.4. Wymienniki w stacjach redukcyjnych	43
1.4.5. Wymiarowanie i dobór wymiennika ciepła	44
1.4.6. Przykład obliczania zapotrzebowania na moc cieplną instalacji podgrzewania gazu	45
1.4.7. Przykład wymiarowania wymiennika ciepła	46
1.5. Typowe podgrzewacze gazu i zasada ich działania	48
1.5.1. Budowa podgrzewaczy gazu	49
1.6. Zabezpieczenia instalacji podgrzewania gazu przed pożarem	50
1.6.1. Zabezpieczenia po stronie instalacji gazowej	51
1.6.2. Zabezpieczenia po stronie czynnika grzewczego	52
Literatura	55
Materiały pomocnicze	56
2. Reduktory ciśnienia gazu	
2.1. Zasada działania reduktorów ciśnienia gazu	60
2.1.1. Reduktory bezpośredniego działania	61
2.1.2. Reduktory pośredniego działania	70
2.2. Przykłady rozwiązań technicznych reduktorów ciśnienia gazu	77
2.2.1. Reduktory ciśnienia bezpośredniego działania	78
2.2.2. Reduktory ciśnienia pośredniego działania	81
2.3. Obliczanie parametrów pracy reduktora ciśnienia gazu	88

2.4. Zasady doboru reduktorów ciśnienia gazu	93
Literatura	98
Materiały pomocnicze	99
3. Rozprężarki w układach redukcji ciśnienia gazu	
3.1. Analiza porównawcza zastosowania reduktora i rozprężarki w stacji gazowej ..	102
3.1.1. Praca wykonywana przez przepływający gaz	102
3.1.2. Spadek temperatury podczas rozprężania gazu	104
3.1.3. Bilans energii w reduktorze i w rozprężarce	105
3.2. Charakterystyka układów rozprężania gazu z produkcją energii elektrycznej ..	108
3.2.1. Charakterystyka układu z rozprężarką turbinową i generatorem prądu elektrycznego	110
3.2.2. Analiza procesu rozprężania gazu w turbinie	112
3.2.3. Przykłady rozwiązań technicznych rozprężarek turbinowych	114
3.3. Ekonomiczne aspekty zastosowania rozprężarki w układzie do redukcji ciśnienia gazu	117
3.4. Przykład obliczeń ilości otrzymanej energii elektrycznej	119
Literatura	121
Materiały pomocnicze	122
4. Urządzenia zabezpieczające stacji gazowych	
4.1. Rodzaje urządzeń zabezpieczających stosowanych w stacjach gazowych	126
4.2. Zasada działania zaworów szybkozamykających	129
4.3. Zasada działania zaworów upustowych	134
4.4. Układy monitorujące	136
4.4.1. Układy monitorujące pasywne	136
4.4.2. Układy monitorujące aktywne	139
4.5. Wybór urządzeń zabezpieczających	141
4.5.1. Konfiguracje urządzeń zabezpieczających	143
4.5.2. Zadana wartość ciśnienia urządzeń redukcyjnych i zabezpieczających	146
Literatura	146
Materiały pomocnicze	147
5. Urządzenia do pomiaru przepływu gazu	
5.1. Gazomierze zwężkowe	152
5.1.1. Budowa gazomierzy zwężkowych	152
5.1.2. Zasada pomiaru	157
5.1.3. Wytyczne doboru gazomierza zwężkowego do pomiarów rozliczeniowych ..	161
5.1.4. Wymagania dotyczące instalacji	162
5.1.5. Prostownice strumienia	162
5.1.6. Charakterystyka metrologiczna gazomierza zwężkowego	165
5.2. Gazomierze turbinowe	169
5.2.1. Budowa gazomierzy turbinowych	169
5.2.2. Zasada pomiaru	171
5.2.3. Wytyczne doboru gazomierza turbinowego do pomiarów rozliczeniowych ..	174
5.2.4. Wymagania dotyczące instalacji	176
5.2.5. Charakterystyka metrologiczna gazomierza turbinowego	177
5.3. Gazomierze rotorowe	181
5.3.1. Budowa gazomierzy rotorowych	181
5.3.2. Zasada pomiaru	183

5.3.3. Wytyczne doboru gazomierza rotorowego do pomiarów rozliczeniowych	183
5.3.4. Wymagania dotyczące instalacji	183
5.3.5. Charakterystyka metrologiczna gazomierza rotorowego	185
5.4. Gazomierze miechowe	186
5.4.1. Budowa gazomierzy miechowych	187
5.4.2. Zasada pomiaru	188
5.4.3. Wytyczne doboru gazomierza miechowego	188
5.5. Gazomierze ultradźwiękowe	189
5.5.1. Budowa gazomierzy ultradźwiękowych	189
5.5.2. Zasada pomiaru	191
5.5.3. Właściwości metrologiczne	194
5.6. Gazomierze wirowe	196
5.6.1. Budowa gazomierzy wirowych	196
5.6.2. Zasada pomiaru	197
5.6.3. Właściwości metrologiczne	201
5.7. Gazomierze Coriolisa	202
5.7.1. Budowa gazomierzy Coriolisa	202
5.7.2. Zasada pomiaru	204
5.7.3. Właściwości metrologiczne	207
5.8. Wybór gazomierza	208
5.9. Stacje pomiarowe	211
Literatura	214
Materiały pomocnicze	215
 6. Urządzenia do pomiaru kaloryczności gazu	
6.1. Wstęp	220
6.2. Ciepło spalania i wartość opałowa	220
6.2.1. Cel wyznaczania ciepła spalania	221
6.3. Gęstość względna gazu	225
6.4. Liczba Wobbego	226
6.4.1. Cel określania liczby Wobbego	227
6.5. Metoda chromatograficzna wyznaczania ciepła spalania	229
6.5.1. Aparatura do chromatografii gazowej	231
6.5.2. Procesowe chromatografy gazowe	238
6.6. Korelacyjne metody pomiaru kaloryczności gazu	246
Literatura	249
Materiały pomocnicze	250
 7. Urządzenia pomiarowe stacji gazowej a system SCADA	
7.1. Wstęp	254
7.2. Urządzenia pomiarowe	254
7.3. Korektory objętości	256
7.3.1. Budowa korektorów	257
7.3.2. Funkcje i zasada działania korektorów	258
7.4. Komunikacja z korektorem	260
7.5. Kontrola metrologiczna	262
7.6. Oprogramowanie korektorów	263
7.6.1. Oprogramowanie komputera przenośnego	263
7.6.2. Oprogramowanie komputera nadrzędnego	264
7.7. Przykłady transmisji danych z punktu pomiarowego do systemu SCADA	265

7.7.1. Gazomierz turbinowy / gazomierz rotorowy	265
7.7.2. Przykłady Korektorów objętości	267
7.7.3. Szafka telemetry	270
7.7.4. Transmisja danych do systemu SCADA	272
Literatura	278
Materiały pomocnicze	278
8. Urządzenia do nawaniania gazu	
8.1. Środki do nawaniania	283
8.2. Urządzenia do nawaniania	286
8.2.1. Urządzenia działające na zasadzie desorpcji środka nawaniającego	288
8.2.2. Urządzenia działające na zasadzie bezpośredniego dozowania środka nawaniającego	298
Literatura	311
Materiały pomocnicze	312
9. Zjawisko hałasu w stacjach gazowych	
9.1. Podstawowe definicje z zakresu akustyki	316
9.2. Podział źródeł hałasu w stacji gazowej	321
9.3. Wpływ stacji gazowych na akustykę otoczenia	329
9.4. Metody ograniczania hałasu	331
9.4.1. Nowe konstrukcje reduktorów	334
9.4.2. Tłumiki hałasu	350
9.4.3. Metody wtórne	355
Literatura	357
Materiały pomocnicze	357
10. Strefy zagrożenia wybuchem	
10.1. Postanowienia ogólne przy wyznaczaniu stref zagrożenia wybuchem	362
10.1.1. Definicje	362
10.1.2. Podział na obszary zagrożone wybuchem i obszary przyległe	363
10.1.3. Wyznaczanie strumienia objętości gazu wypływającego ze źródła emisji ...	365
10.2. Zasięg strefy zagrożenia wybuchem	369
10.2.1. Zasięg strefy przy rozpraszaniu naturalno-turbulentnym	370
10.2.2. Zasięg strefy przy rozpraszaniu strumieniowym	371
10.3. Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem na otwartej przestrzeni	373
10.3.1. Połączenia rozłączne	373
10.3.2. Rury wydmuchowe zaworów odpowietrzających i upustowych	374
10.3.3. Otwory z pomieszczeń zagrożonych wybuchem	376
10.4. Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem wewnątrz pomieszczeń	378
10.4.1. Wentylacja	378
10.5. Klasyfikacja obszarów wokół budynków	383
10.6. Klasyfikacja przestrzeni zamkniętych	383
10.7. Przykładowy operat dla stacji gazowej wysokiego ciśnienia	385
10.7.1. Warunki zagrożenia	386
10.7.2. Określenie stref zagrożenia wybuchem	387
Literatura	396
Materiały pomocnicze	397

11. Modułowe i kompaktowe stacje gazowe	
11.1. Modułowe stacje gazowe	400
11.2. Kompaktowe stacje gazowe	407
Literatura	418
Materiały pomocnicze	418
12. Podziemne moduły redukcyjne	
12.1. Moduły ciśnieniowe	423
12.2. Moduły bezciśnieniowe	435
12.3. Porównanie podstawowych parametrów technicznych podziemnych modułów redukcyjnych	447
Literatura	450
Materiały pomocnicze	450
13. Projektowanie stacji gazowych	
13.1. Dane do projektowania stacji	454
13.2. Wymagania ogólne dotyczące lokalizacji stacji	457
13.3. Zasady doboru podstawowych elementów stacji gazowej	458
13.3.1. Przewody stacji gazowej	460
13.3.2. Filtry, filtrseparatory, odwadniacze	472
13.3.3. Urządzenia do podgrzewania gazu	475
13.3.4. Ciąg redukcyjny stacji gazowej	478
13.3.5. Urządzenia zabezpieczające	481
13.3.6. Ciąg pomiarowy stacji gazowej	485
Literatura	487
Materiały pomocnicze	487
14. Prowadzenie ruchu siecią dystrybucyjną	
14.1. Metody sterowania siecią w układzie otwartym	491
14.2. Metody sterowania siecią w układzie zamkniętym	493
14.3. Wybrane systemy minimalizacji strat gazu w sieciach dystrybucyjnych	497
14.3.1. System sterowania stacjami gazowymi (Pietro Fiorentini)	497
14.3.2. System sterowania stacjami gazowymi (Fisher)	503
14.3.3. System sterowania stacjami gazowymi (RMG)	508
Literatura	513
Materiały pomocnicze	514
Skorowidz	517