

1. Pozyskiwanie paliw gazowych	
— Bronisława Gniewek-Grzybczyk	11
1.1. Zgazowanie paliw stałych.	11
1.2. Schematy zgazowania.	13
1.3. Stałe równowagi procesu zgazowania.	14
1.4. Produkcja syntetycznego gazu ziemnego z węgla.	18
1.5. Metoda hydrozgazowania – Hygas.	22
1.6. Zgazowanie węgla w obecności akceptora CO ₂	23
1.7. Zgazowanie w stopionej soli.	24
1.8. Metalizacja.	24
1.9. Wysokosprawne procesy zgazowania paliwa.	25
1.10. Generatory wysokociśnieniowe.	27
1.11. Generator z odprowadzeniem ciekłego żuźla.	28
1.12. Wykorzystanie energii reaktorów atomowych do produkcji gazu.	29
1.13. Zgazowanie podziemne.	31
1.13.1. Metody zgazowania.	32
1.13.2. Przygotowanie złoża do zgazowania.	34
1.13.3. Kontrola procesu.	34
1.13.4. Jakość otrzymywanego gazu.	35
1.13.5. Wady i zalety zgazowania podziemnego.	36
1.14. Gaz kopalniany.	37
1.15. Gaz konwertorowy.	38
1.16. Konwersja gazu.	39
1.17. Piroliza węgla.	41
1.18. Przeróbka surowego gazu węglowego.	45
Literatura.	47
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	47
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	47
2. Urządzenia do przetwarzania i uzdatniania paliw gazowych	
— Bronisława Gniewek-Grzybczyk	49
2.1. Gaz ziemny.	49
2.2. Przygotowanie gazu ziemnego do wykorzystania.	50
2.3. Oczyszczanie i rozdzielanie gazu ziemnego.	50
2.4. Osuszanie gazu ziemnego.	51
2.5. Chłodzenie gazu.	52
2.6. Oczyszczanie gazu ziemnego z H ₂ S i CO ₂	54
2.7. Usuwanie składników kwaśnych metodą absorpcji fizycznej.	55
2.8. Proces Fluor-Solvent.	55
2.9. Oczyszczanie gazu ziemnego w procesie absorpcyjno-utleniającym.	56
2.10. Proces Sulfinol.	57
2.11. Rozdzielanie gazów ziemnych.	58
2.12. Odgazolinowanie gazu ziemnego metodą absorpcyjną.	59
2.13. Odazotowanie gazu ziemnego.	60
2.14. Wykorzystanie zaazotowanego gazu ziemnego.	61
2.15. Gaz płynny.	62
2.16. Wasności gazów.	63
2.16.1. Ciepło spalania i wartość opałowa gazu.	63

2.16.2. Liczba Wobbego.	64
2.16.3. Własności technologiczne gazów.	65
2.16.4. Elementy teorii spalania.	69
2.16.5. Temperatura spalania gazu.	71
2.16.6. Specyfika spalania paliw gazowych.	74
2.16.7. Długość płomienia.	74
2.17. Zamiennność gazów.	77
2.18. Sposoby określania wymienności gazów.	79
2.19. Zamiennność gazów w piecach przemysłowych.	82
Literatura.	83
Wykaz norm cytowanych w rozdziale.	84
Wykaz rysunków.	84
Wykaz tabel.	84
3. Urządzenia do magazynowania paliw gazowych —	
<i>Mieczysław Siuciak, Bronisława Gniewek-Grzybczyk</i>	85
3.1. Zbiorniki niskiego ciśnienia.	85
3.1.1. Zbiorniki o zmiennej objętości.	85
3.1.1.1. Zbiorniki mokre.	85
3.1.1.2. Zbiorniki suche.	89
3.2. Zbiorniki średniego ciśnienia.	92
3.2.1. Zbiorniki o stałej objętości.	92
3.2.1.1. Zbiorniki kuliste.	93
3.2.1.2. Zbiorniki walcowe.	94
3.3. Zbiorniki wysokiego ciśnienia.	95
3.3.1. Butle stalowe.	95
3.4. Magazynowanie paliw gazowych w starych złożach i kawernach solnych. ...	96
3.5. Magazynowanie skroplonego gazu ziemnego LNG.	99
3.5.1. Zbiorniki stacjonarne.	100
3.5.2. Metalowe zbiorniki LNG.	100
3.5.3. Zbiorniki żelbetowe LNG.	101
3.5.4. Zbiorniki podziemne.	101
3.5.5. Wykorzystanie wyrobisk górniczych.	102
3.5.5.1. Zasady działania.	104
3.5.5.2. Szczelność magazynowanego LPG.	104
3.5.5.3. Maksymalne ciśnienie robocze.	105
3.5.5.4. Eksploatacja i monitorowanie.	105
3.5.6. Procedury obsługi w trakcie prac eksploatacyjnych i zagrożenia.	106
Literatura.	107
Wykaz PN cytowanych w rozdziale.	107
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	107
4. Sieci gazowe wysokiego ciśnienia — Mariusz Łaciak	109
4.1. Elementy i uzbrojenie gazociągów.	109
4.1.1. Rury przewodowe.	109
4.1.1.1. Rury stalowe przewodowe dla mediów palnych.	109
4.1.2. Armatura zaporowa i pomocnicza.	111
4.1.2.1. Armatura zaporowa.	111
4.1.2.2. Aparatura pomocnicza.	113

4.1.3. Obliczenia wytrzymałościowe gazociągów.	114
4.2. Budowa gazociągów przesyłowych.	117
4.2.1. Rozpoczęcie i organizacja budowy gazociągów.	117
4.2.2. Technologia budowy gazociągów.	118
4.2.3. Spawanie gazociągów.	119
4.2.4. Ochrona antykorozyjna gazociągów.	120
4.2.5. Zasyp gazociągów i znakowanie trasy.	122
4.2.6. Próby odbiorcze i przekazanie gazociągów do eksploatacji.	122
4.2.7. Gazociągi na gruntach niestabilnych.	124
4.2.8. Zastosowanie tłoków do czyszczenia i oceny stanu technicznego gazociągów.	126
4.3. Eksploatacja systemu przesyłowego gazu.	127
4.3.1. Tłocznie gazu.	127
4.3.2. Podstawy teoretyczne sprężania gazu.	127
4.3.3. Maszyny do sprężania gazu.	131
4.3.3.1. Sprężarki tłokowe.	131
4.3.3.2. Sprężarki przepływowe.	133
4.3.4. Dobór typu sprężarki i napędu.	134
4.3.5. Armatura i orurowanie technologiczne tłoczni gazu.	134
4.3.6. Zagrożenia wynikające z eksploatacji tłoczni gazu.	135
4.4. Systemy telemechaniki w przesyłach magistralnym gazu.	136
4.4.1. Dane w systemie telemechaniki.	136
4.4.2. Rola i zadania telemechaniki w systemie przesyłowym gazu.	137
4.4.3. Struktura organizacyjna telemechaniki w systemie.	138
Wykaz norm wymienionych w rozdziale.	139
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	139
Literatura.	140
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	140
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	140
5. Stacje gazowe w transporcie i dystrybucji gazu — Mariusz Łaciak	141
5.1. Stacje gazowe rozdzielczo-pomiarowe wysokiego ciśnienia.	141
5.2. Stacje gazowe redukcyjno-pomiarowe.	142
5.2.1. Wymagania techniczne stacji redukcyjno-pomiarowych.	143
5.2.2. Ciągi redukcyjno-pomiarowe.	144
5.2.3. Urządzenia zabezpieczające przed nadmiernym wzrostem lub spadkiem ciśnienia.	145
5.2.4. Reduktory ciśnienia.	148
5.3. Filtry przeciwpylowe.	151
5.4. Podgrzewacze gazu.	152
5.5. Aparatura kontrolno-pomiarowa.	154
5.5.1. Gazomierze zwężkowe.	155
5.5.2. Gazomierze turbinowe.	157
5.5.3. Gazomierze rotorowe.	158
5.5.4. Gazomierze miechowe.	159
5.5.5. Gazomierze ultradźwiękowe.	160
5.5.6. Przepływomierze masowe typu Coriolis.	163
5.5.7. Bezinwazyjny termiczny pomiar przepływu.	166
5.5.8. Optyczny pomiar przepływu gazu.	166

5.6. Układy pomiarowe.	167
5.7. Korekcja pomiarów.	169
5.8. Dobór gazomierzy.	169
5.9. Prostownice strumienia.	170
5.9.1. Prostownica strumienia Gallagher'a.	170
5.9.2. Prostownica strumienia K-Lab NOVA.	170
5.9.3. Prostownica strumienia NEL (Sperman'a).	170
5.9.4. Prostownica strumienia Sprengle'a.	171
5.9.5. Prostownica strumienia Zanker'a.	171
5.9.6. Prostownica strumienia wiązkowa.	171
5.9.7. Prostownica strumienia AMCA.	171
5.9.8. Prostownica strumienia gwiazdowa.	171
5.10. Nawanianie gazu.	171
5.11. Wytwarzanie energii elektrycznej z rozprężania gazu.	173
5.11.1. Charakterystyka układów do rozprężania gazu.	173
5.11.2. Urządzenia rozprężające (ekspansyjne).	175
Wykaz norm międzynarodowych, PN i ZN wymienionych w rozdziale.	175
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	176
Literatura.	176
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	176
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	177
6. Sieci rozdzielcze gazu — Mariusz Łaciak	179
6.1. Układy sieci gazowych.	179
6.2. Budowa sieci rozdzielczych gazu.	180
6.2.1. Materiały stosowane do budowy gazociągów.	180
6.2.2. Gazociągi z polietylenu.	180
6.2.3. Gazociągi z poliamidu.	182
6.3. Zasady sporządzania projektów sieci rozdzielczych gazu.	184
6.3.1. Przepisy prawne.	184
6.3.2. Sporządzanie projektów sieci rozdzielczych gazu.	184
6.4. Eksploatacja sieci rozdzielczych gazu.	188
6.4.1. Przepisy podstawowe.	188
6.4.2. Przyjęcie sieci gazowej do eksploatacji.	189
6.4.3. Zasady organizacji prac gazoniebezpiecznych i niebezpiecznych.	190
6.4.4. Kontrola stanu technicznego gazociągów.	192
6.5. Przyłącza gazowe do budynków.	194
6.6. Metody prowadzenia remontów i rekonstrukcji gazociągów.	195
Wykaz norm międzynarodowych, PN i ZN wymienionych w rozdziale.	197
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	198
Literatura.	198
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	198
7. Instalacje i urządzenia gazowe — Mariusz Łaciak	199
7.1. Budowa instalacji gazowych.	199
7.1.1. Kurek główny i urządzenia redukcji ciśnienia.	200
7.1.2. Przewody i kształtki instalacji gazowych.	203
7.2. Gazomierze i zasady ich lokalizacji.	206
7.3. Urządzenia gazowe.	207

7.4. Odbiór techniczny instalacji gazowych.	211
Wykaz norm PN wymienionych w rozdziale.	212
Wykaz aktów prawnych omawianych w rozdziale.	213
Literatura.	213
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	213
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	213
8. Turbiny gazowe — Igor Grela	215
8.1. Termodynamika obiegu turbiny gazowej — rozważania projektowe.	215
8.1.1. Wprowadzenie.	215
8.1.2. Obieg Brayton'a.	215
8.1.2.1. Obieg idealny.	216
8.1.3. Obieg rzeczywisty.	219
8.1.3.1. Efekt sprawności urządzeń i strat ciśnienia.	220
8.1.3.2. Efekt chłodzenia turbiny.	221
8.1.3.3. Definicje temperatury wlotowej do turbiny.	222
8.1.4. Obieg z „przegrzewem wtórnym”/„sekwencyjną komorą spalania”.	222
8.1.5. Obieg turbiny gazowej chłodzonej parą.	223
8.1.6. Obiegi turbiny gazowej z rekuperatorami ciepła spalin odlotowych oraz z chłodzeniem międzystopniowym i rekuperatorami ciepła spalin odlotowych.	223
8.1.7. Obiegi Cheng'a — obiegi turbin gazowych z wtryskiem pary.	225
8.1.7.1. Wtrysk pary na jednym poziomie ciśnienia.	225
8.1.7.2. Wtrysk pary na dwu poziomach ciśnienia.	226
8.2. Turbiny gazowe — komponenty.	226
8.2.1. Sprężarki.	226
8.2.2. Komory spalania.	229
8.2.2.1. Osłona komory spalania.	229
8.2.2.2. „Prześciówki”.	230
8.2.2.3. Typy komór spalania.	230
8.2.2.4. Straty występujące w elementach komory spalania.	231
8.2.2.5. Mechanizmy powstawania zanieczyszczeń emitowanych z produktami spalania do atmosfery.	231
8.2.3. Turbiny.	232
8.3. Turbiny gazowe — zachowanie w przypadku pracy ze zmienionymi parametrami.	233
8.3.1. Wprowadzenie.	233
8.3.2. Wpływ parametrów instalacji.	233
8.3.3. Wpływ sposobu kontroli temperatury spalania przy pracy z obciążeniem podstawowym.	234
8.3.4. Wpływ wtrysku pary.	235
8.4. Turbiny gazowe — urządzenia pomocnicze/peryferyjne.	235
8.4.1. Tłumiki hałasu.	235
8.4.2. Filtry powietrza i czyszczenie kompresorów.	236
8.4.3. Chłodzenie/ogrzewanie powietrza do spalania.	236
8.4.4. Gorące kominy i klapy obejściowe.	237
8.4.5. Urządzenia rozruchowe.	237
8.4.6. Układy oleju smarowego.	237
8.4.7. Układy instalacji uzdatniania paliwa.	238

8.5. Turbiny gazowe — paliwa możliwe do zastosowania.	238
8.6. Turbiny gazowe — gwarancje i ubezpieczenia.	240
8.6.1. Aspekty ryzyka.	240
8.6.2. Gwarancje.	241
8.6.3. Ubezpieczenia w trakcie realizacji obiektu.	242
8.6.4. Ubezpieczenie obiektu w trakcie eksploatacji.	242
8.6.5. Zapobieganie powstawaniu strat.	244
Literatura.	245
Wykaz PN wymienionych w rozdziale.	245
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	245
9. Przemysłowe odbiorniki paliw gazowych	
— Bronisława Gniewek Grzybczyk	247
9.1. Zużycie gazu.	247
9.2. Odbiorcy gazu w przemyśle.	249
9.2.1. Hutnictwo żelaza.	250
9.2.1.1. Użytkowanie gazu wielkopicowego.	250
9.2.1.2. Zużycie gazu w hutniczych piecach grzewczych.	252
9.2.1.3. Gazy konwerterowe.	253
9.2.1.4. Wykorzystanie palnych gazów hutniczych.	254
9.2.2. Przemysł metalowy.	256
9.2.3. Hutnictwo metali nieżelaznych.	257
9.2.4. Przemysł mineralny.	257
9.3. Buforowe spalanie gazów odlotowych.	258
9.4. Bezpromieniowe gazowe promienniki podczerwieni.	258
9.5. Autonomiczne podgrzewanie substratów procesu spalania.	259
9.6. Wykorzystanie gazu w przemyśle chemicznym.	259
9.7. Generatory magnetogazodynamiczne.	262
9.8. Wodór — nowy nośnik energii.	263
9.9. Technologie energooszczędne.	265
Literatura.	266
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	267
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	267
10. Racjonalizacja zużycia ciepła — Bronisława Gniewek Grzybczyk	269
10.1. Rekuperacja ciepła.	269
10.2. Klasyfikacja wymienników ciepła.	269
10.3. Konstrukcje przepływowych wymienników ciepła.	270
10.4. Obliczanie przepływowych wymienników ciepła.	273
10.5. Obliczenia projektowe wymiennika przy wnikaniu ciepła bez zmiany stanu skupienia.	277
10.6. Obliczanie wymienników ciepła o powierzchni ożebrowanej.	285
10.7. Regeneratory.	288
Literatura.	292
Wykaz rysunków zamieszczonych w rozdziale.	292
Wykaz tabel zamieszczonych w rozdziale.	292

Literatura	293
Wykaz norm wymienionych w treści	295
Wykaz aktów prawnych omawianych w treści	297
Wykaz rysunków zamieszczonych w treści	298
Wykaz tabel zamieszczonych w treści	301