

SPIS TREŚCI

Przedmowa	7
1. Wstęp	9
2. Wielkości fizyczne i jednostki miar stosowane w inżynierii procesowej	13
3. Wielkości procesowe	17
3.1. Masa, objętość, gęstość, objętość właściwa	17
3.2. Strumienie masowe i objętościowe, skład chemiczny	20
3.3. Temperatura	22
3.4. Ciśnienie	23
4. Podstawy bilansu masowego	27
4.1. Klasyfikacja procesów i zasady bilansowania	27
4.2. Ogólne zasady bilansu	30
4.3. Bilanse w układach wieloelementowych	39
4.4. Bilanse materiałowe układów z reakcją chemiczną	42
5. Termodynamiczne właściwości materii. Układy jednofazowe	61
5.1. Równania stanu	62
5.2. Równanie stanu gazu doskonałego	64
5.3. Mieszanki gazów doskonałych	66
5.4. Gazy rzeczywiste	69
5.5. Prawo stanów odpowiadających sobie	78
5.6. Reguła mieszania Kaya	80
5.7. Równania stanu fazy ciekłej i stałej	82
6. Termodynamiczne właściwości materii. Układy wielofazowe	85
6.1. Diagramy fazowe. Reguła faz Gibbsa	87
6.2. Ciśnienie pary nasyconej	89
6.3. Ciśnienie cząstkowe (parcjalne)	92
6.4. Ciśnienia cząstkowe par cieczy nad mieszaninami ciekłymi	92
7. Bilans energii	95
7.1. Układ bilansowy	95
7.2. Formy energii i jej przekazywanie	96
7.3. Równanie ogólnego bilansu energii	99
7.4. Funkcje stanu a funkcje procesu	101
7.5. Pojemność cieplna i ciepło właściwe	103
7.6. Bilans energii układu zamkniętego	105
7.7. Bilans energii dla układu otwartego	108
7.8. Entalpia	111
7.9. Zmiana entalpii właściwej podczas zmiany ciśnienia	114

7.10. Obliczenia entalpii przy stałej pojemności cieplnej	114
7.11. Zmiana entalpii podczas przemian fazowych	114
7.12. Bilans entalpii procesów z udziałem wody lub pary wodnej.	117
7.13. Powietrze wilgotne.	121
7.14. Bilans entalpii układów otwartych z kilkoma strumieniami wlotowymi i wylotowymi	127
7.15. Mechanizmy wymiany pracy i ciepła z otoczeniem	129
7.16. Bilans energii mechanicznej.	132
8. Bilans energii z reakcją chemiczną	139
8.1. Ciepło reakcji	139
8.2. Entalpia tworzenia związku chemicznego	140
8.3. Ciepło spalania	140
8.4. Inne efekty cieplne procesów fizykochemicznych.	141
8.5. Obliczanie efektów energetycznych reakcji.	143
8.6. Bilans układu z procesem spalania	146
8.7. Bilans energii dla bioprocessów	149
8.8. Zastosowanie jednoczesnego bilansu materiałowego i energetycznego	151
9. Uwagi końcowe i komentarz.	161
Bibliografia	163