

SPIS TREŚCI

Przedmowa	7
Podstawowe oznaczenia stosowane w inżynierii chemicznej i procesowej	8
1. Skale funkcyjne i regresja liniowa	17
1.1. Skale funkcyjne	18
1.2. Regresja liniowa	19
1.3. Układy nieliniowe	20
1.4. Ocena istotności korelacji danych eksperymentalnych	22
2. Reologia techniczna	25
Rys. 1. Podział płynów	26
Rys. 2. Modele reologiczne płynów reostabilnych	27
Rys. 3. Schemat bilansu sił w przepływie w rurach [18]	28
Rys. 4. Schematyczne obrazy przepływu laminarnego płynu newtonowskiego	28
Rys. 5. Wpływ temperatury na krzywe płynięcia płynów newtonowskich ..	29
Rys. 6. Wpływ temperatury na profil prędkości przepływu laminarnego [56]	29
Rys. 7. Porównanie profilów prędkości przepływu laminarnego i burzliwego dla $w = idem$ [56]	29
Rys. 8. Stosunek średniej prędkości objętościowej do prędkości maksymalnej dla płynów newtonowskich	30
Rys. 9. Krzywe płynięcia płynów Stokesa (obraz wynikający z modelu potęgowego) oraz cieczy plastyczno-lepkich	30
Rys. 10. Rzeczywiste krzywe płynięcia cieczy rozrzedzanych i zagęszczanych ścinaniem	31
Rys. 11. Uogólniony model lepkości pozornej Sutterby'ego i jego związki z innymi modelami reologicznymi [49]	32
Rys. 12. Model Metera jako uogólnienie wybranych modeli lepkości pozornej [49]	33
Rys. 13. Rozkłady prędkości i naprężeń ścinających dla wybranych klas płynów reostabilnych	34
Rys. 14. Wpływ charakterystycznego wskaźnika płynięcia na parametry kinetyczne przepływu płynów potęgowych w rurociągu	35
Rys. 15. Krzywe kinetyki odkształcenia ciała Burgersa [49]	35
Rys. 16. Modele płynów lepkosprężystych [49]	36
Rys. 17. Porównanie uniwersalnych rozkładów prędkości w rurach gładkich i chropowatych [72]	37
Rys. 18. Uniwersalny rozkład prędkości przepływu burzliwego dla płynów potęgowych [56]	37
Rys. 19. Wpływ liczby Hedströma na krytyczną wartość zmodyfikowanego kryterium Reynoldsa i zredukowaną granicę płynięcia dla płynów Binghama [39]	38

Rys. 20.	Zależność krytycznych wartości kryterium przepływu w rurze od charakterystycznego wskaźnika płynięcia	39
3.	Przepływy płynów jednofazowych	41
Rys. 21.	Wykres pomocniczy do wyznaczania całki pracy technicznej	42
Rys. 22.	Schemat układu przepływowego w osłonie adiabatycznej jako podstawa wyprowadzania ogólnego równania bilansu energetycznego	42
Rys. 23.	Graficzna interpretacja równania Bernoulliego [98]	43
Rys. 24.	Charakterystyka pompy odśrodkowej [111]	43
Rys. 25.	Współczynnik oporu przepływu w rurach według Nikuradse [73] ..	44
Rys. 26.	Zakresy przepływów laminarnego i burzliwego w rurach gładkich i chropowatych [95]	44
Rys. 27.	Wpływ charakterystycznego wskaźnika płynięcia na współczynnik oporu przepływu płynów potęgowych w rurze [68, 69, 95]	45
Rys. 28.	Współczynnik oporu płynów lepkich i lepkosprężystych [95]	45
Rys. 29.	Zależność współczynnika redukcji oporów przepływu R_1 od udziału masowego polimeru w roztworze według Gorena i Norbury'ego [35]	46
Rys. 30.	Schemat struktury przepływu płynów Tomsa według Virka [112] ..	46
Rys. 31.	Obszar redukcji turbulentnych oporów przepływu w rurach gładkich [16]	47
Rys. 32.	Współczynnik oporu przepływu laminarnego w zależności od liczby plastyczności Pl dla płynów Bingham'a [36, 95]	47
Rys. 33.	Współczynnik Fanninga f w zależności od liczby Reynoldsa Re_B dla przepływu płynów Bingham'a w rurze [36, 95]	48
4.	Przepływy dwufazowe.	49
Rys. 34.	Układ stref przy barbotażu [56]	50
Rys. 35.	Struktura warstwy dwufazowej na półce przelewowej [56]	50
Rys. 36.	Porównanie wartości krytycznych liczby Reynoldsa oraz mechanizmów spływu filmowego cieczy wynikających z prac różnych autorów [13, 16]	51
Rys. 37.	Schemat kolumny wypełnionej	52
Rys. 38.	Pierścienie Raschiga i ich modyfikacje	53
Rys. 39.	Siodełka Berla i ich modyfikacje	54
Rys. 40.	Wypełnienie firmy Sulzer	54
Rys. 41.	Spadek ciśnienia gazu $\Delta P/H$ na wypełnieniu suchym oraz zraszonym	55
Rys. 42.	Porównanie zależności spadku ciśnienia od prędkości gazu dla wybranych wypełnień przy stałej gęstości zraszania [19]	55
Rys. 43.	Granica zachłystywania się skruberów jako funkcja kryteriów π_1 oraz π_2 wg Żaworonkowa [41]	56
Rys. 44.	Schematyczny obraz przepływu płynu przez złożo porowate	56
Rys. 45.	Spadek ciśnienia w złożu nieruchomym oraz fluidalnym	57

5. Procesy rozdzielania zawiesin.	59
Rys. 46. Współczynnik oporu opadania pojedynczej cząstki w funkcji liczby Reynoldsa i współczynnika sferyczności [2]	60
Rys. 47. Wykresy Schillera-Naumanna dla opadania pojedynczej cząstki w płynie [2, 91]	61
Rys. 48. Uogólniony wykres Koziola [57] dla opadania cząstki kulistej w płynie newtonowskim	62
Rys. 49. Uogólniony wykres Koziola i współpracowników [61] dla opadania zawiesin cząstek kulistych w płynach newtonowskich	63
Rys. 50. Współczynnik oporu opadania pojedynczej cząstki w płynach potęgowych [59]	64
Rys. 51. Porównanie współczynników oporów przepływu dla układów ciało stałe–płyn [23]	65
Rys. 52. Schemat filtru [48]	66
Rys. 53. Filtr żwirowy [99]	66
Rys. 54. Filtr próżniowy bębnowy o działaniu ciągłym [17]	67
Rys. 55. Porównanie zmian w czasie wielkości charakteryzujących procesy filtracji prowadzone w różnych reżimach	68
6. Mieszanie	69
Rys. 56. Standardowe mieszadło turbinowe Rushtona [4, 9]	70
Rys. 57. Schematy pracy wysokoobrotowych mieszadeł turbinowych i śmigłowych [103]	71
Rys. 58. Różne sposoby montowania mieszadeł śmigłowych [103]	71
Rys. 59. Przykłady wariantów pracy mieszadeł ślimakowych w praktyce [103]	72
Rys. 60. Podstawowe rozwiązania kontaktu gaz–ciecz w mieszalniku [103] ..	72
Rys. 61. Obszary dyspersji gazu w cieczy mieszanej mechanicznie [116]	73
Rys. 62. Wytwarzanie konwencjonalnej ($\Gamma_p > 0$) zawiesiny w funkcji częstości obrotów mieszadła [103]	74
Rys. 63. Wytwarzanie zawiesiny niekonwencjonalnej ($\Gamma_p < 0$) w funkcji częstości obrotów mieszadła [96]	75
Rys. 64. Wytwarzanie emulsji w kolumnach z mieszadłami mechanicznymi [103]	76
Rys. 65. Charakterystyka mocy mieszadeł turbinowych [3, 66, 88, 103]	77
Rys. 66. Wpływ liczby Reynoldsa na zapotrzebowanie energii różnych mieszadeł [56]	78
7. Tablice.	79
Tablica 1. Modele reologiczne płynów reostabilnych bez granicy płynięcia [49]	80
Tablica 2. Uogólnione zależności dla laminarnego przepływu płynów reostabilnych	81

Tablica 3. Uniwersalne profile prędkości dla płynów newtonowskich i potęgowych [72, 95]	82
Tablica 4. Wybrane zależności opisujące współczynnik oporu przepływu pełnym przekrojem dla płynów newtonowskich [56, 76, 80, 115] .	83
Tablica 5. Współczynniki oporu przepływu w rurze dla płynów potęgowych i Bingham'a [23, 30, 95]	84
Tablica 6. Model lepkości burzliwej	85
Tablica 7. Wartości krytyczne liczby Reynoldsa opisujące początek spływu burzliwego filmu cieczy	86
Tablica 8. Współczynniki oporu i prędkość opadania cząstek kulistych w płynie [2, 23, 24]	87
Tablica 9. Charakterystyka wybranych rodzajów wypełnień usypowych	88
Tablica 10. Współczynniki oporu hydraulicznego w zależności od zmodyfikowanej liczby Reynoldsa dla wypełnień [41]	89
Tablica 11. Wartości współczynników α i β we wzorach Leva [65]	90
Literatura	91
Contents	97