

JERZY M. SAWICKI

**MECHANICS
OF POLLUTANTS
TRANSFER**

**WYDAWNICTWO
POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ**

JERZY M. SAWICKI

**MECHANICS
OF POLLUTANTS
TRANSFER**

GDAŃSK 2009

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Romuald Szymkiewicz

REDAKTOR

Wiesław Pudlik

RECENZENT

Romuald Szymkiewicz

WERYFIKACJA JĘZYKOWA

Witold Zbirohowski

PROJEKT OKŁADKI

Katarzyna Olszonowicz

Wydanie I – 1997

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Wydawnictwa PG można nabywać w Księgarni PG (Gmach Główny, I piętro)
bądź zamówić pocztą elektroniczną (ksiegarnia@pg.gda.pl),
faksem (058 347 16 18) lub listownie (Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej,
Księgarnia PG, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk)
www.pg.gda.pl/WydawnictwoPG

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

ISBN 978–83–7348–268–5

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie II. Ark. wyd. 5,6, ark. druku 7,0, 913/560

CONTENTS

PREFACE	5
NOTATION	7
1. GENERAL REMARKS	9
2. PHYSICAL SYSTEM	10
3. STATE VARIABLES	14
4. UNIT PROCESSES	19
5. REAL AND AVERAGED VARIABLES	23
6. CHARACTERISTIC OF SUBSTANCES	25
7. MODELLING OF REAL PROCESSES	27
8. DETERMINATION OF FLUID VELOCITY	30
8.1. Introductory remarks	30
8.2. Equation of mass conservation	31
8.3. Equation of momentum conservation	33
8.3.1. General form of the equation	33
8.3.2. Newton's hypothesis	36
8.3.3. Navier-Stokes equations	38
8.4. Balance of equations and unknowns	40
8.5. Elements of a well-posed problem	40
8.6. Initial conditions	40
8.7. Boundary conditions	41
8.8. Solution of the problem	43
9. TURBULENCE	45
9.1. Characteristic of the phenomenon	45
9.2. Reynolds equations	46
9.3. Models of turbulence	47
9.4. Formulation and solution of the turbulent flow problem	47
10. SIMPLIFIED MODELS OF FLOW	48
10.1. Practical variants of simplified models	48
10.2. Open-channel flow	48
10.2.1. Characteristic of the phenome- non	48
10.2.2. Chézy formula	50
10.2.3. Determination of approximated velocity profiles	53
10.3. Open-reservoir flow	55
10.3.1. General comments	55
10.3.2. Plane flow through an open reservoir	56
10.3.3. Wind-induced flow	59
10.4. Groundwater flow	60
10.5. Atmospheric air motion	63
11. SUSPENSION TRANSFER IN A FLUID MEDIUM	65
11.1. The structural method	65
11.2. Dimensions of particles	65
11.3. Equation of particle motion	67
11.4. Determination of approximated trajectories of suspended particles	71
12. DISSOLVED MATTER TRANSFER	80
12.1. The concept of the phenomenological method	80
12.2. Equation of diffusion	81
12.2.1. The law of dispersed mass conservation	81
12.2.2. Equation of dispersed mass conservation	83

12.2.3. Coefficients of transfer	86
12.2.4. Dispersion in groundwater	87
12.2.5. Source functions	87
12.3. Complementary information	88
12.3.1. The shape of the domain	88
12.3.2. Initial and boundary conditions	90
12.4. Application of diffusive models	91
12.5. Streeter-Phelps model	98
13. HEAT TRANSFER	103
13.1. General remarks	103
13.2. Equation of transfer	103
13.2.1. Energy conservation law	103
13.2.2. Equation of heat transfer	104
13.3. Solution of practical problems	107
REFERENCES	109
NAME INDEX	109
SUBJECT INDEX	110