

**UNIVERSITATEA “VASILE ALECSANDRI” DIN BACĂU  
FACULTATEA DE INGINERIE**

**NISTOR Ileana Denisa – coordonator**

**URSU Alina-Violeta**

**GEORGESCU Ana-Maria**

***INGINERIA PROCESELOR  
BIOTEHNOLOGICE ȘI  
ALIMENTARE  
APLICAȚII***

**Editura ALMA MATER  
Bacău 2015**

# CUPRINS

<b>1. Cinetică chimică. Viteză de reacție. Diagrame cinetice. Diagrame energetice</b>	<b>5</b>
1.1. Cinetica reacțiilor (proceselor) chimice omogene	6
1.1.1. Dependența de concentrație a ecuației vitezei de reacție	7
1.1.2. Dependența de temperatură a ecuației vitezei de reacție	11
1.2. Cinetica reacțiilor (proceselor) chimice eterogene	17
1.2.1. Etapele proceselor catalitice eterogene	18
1.2.2. Ecuațiile cinetice în cazul reacțiilor chimice eterogene	20
1.3. Aplicații	23
1.4. Aplicații propuse	25
<b>2. Dimensionarea reactoarelor chimice și biochimice</b>	<b>27</b>
2.1. Elemente de proiectare a reactoarelor	27
2.2. Proiectarea unui reactor tip schimbător de caldură cu catalizatorul în țevi	30
2.2.1. Bilanțul de materiale	31
2.2.2. Determinarea dimensiunilor geometrice a reactorului	32
2.2.3. Calculul de rezistență mecanică	33
2.2.4. Verificarea suprafeței de transfer de căldură	34
2.2.5. Calculul conexiunilor	40
2.3. Proiectarea unui reactor catalitic cu catalizatorul în strat fluidizat	41
2.3.1. Determinarea dimensiunilor geometrice ale reactorului	42
2.3.2. Calculul suprafeței de transfer de căldură	46
2.4. Elemente de proiectare a aparatelor de difuziune utilizate în industria zahărului	49
2.4.1. Bilanțul de materiale	49
2.4.2. Calculul bateriei de difuziune	50
2.4.3. Determinarea productivității bateriei de difuzoare	53
2.4.4. Calculul aparatelor de difuziune cu funcționare continuă	55
2.5. Calculul bioreactoarelor industriale în regim continuu pornind de la rezultatele testelor experimentale	59
<b>3. Metode de optimizare a proceselor chimice și biotehnologice</b>	<b>67</b>
3.1. Metodologia în etapa de optimizare a proceselor tehnologice	67
3.2. Metode de optimizare	68
3.2.1. Metoda multiplicatorilor lui Lagrange	69
3.2.1.1. Aplicații	69
3.2.1.2. Generalizarea metodei lui Lagrange pentru ambalaje mai complexe	76
3.2.1.3. Aplicații propuse	77
3.2.2. Metoda gradientilor	78

3.2.2.1. <i>Exemplu</i>	78
3.2.3. Metoda derivatelor	81
3.2.4. Metodele de programare	83
3.2.4.1. Exemplu de programare liniară	83
3.2.5. Metoda regresiei liniare multiple	84
<b>4. Optimizarea proceselor chimice și biotehnologice cu ajutorul programelor factoriale de tip <math>2^n</math> și <math>3^n</math></b>	<b>86</b>
4.1. Elaborarea modelelor statistice	86
4.2. Programele de tip factorial $k^n$	87
4.2.1. Analiza adimensională	89
4.2.2. Optimizarea cu ajutorul experimentelor factoriale $2^n$	90
4.3. Elaborarea modelului pentru un design de tip factorial $2^3$	92
4.3.1. Determinarea coeficienților modelului linear	95
4.3.2. Verificarea modelului matematic	98
4.3.3. Folosirea modelului pentru simulare și optimizare	101
4.3.4. Exemple de utilizare a programelor factoriale de tip $k^n$ pentru modelarea/optimizarea proceselor	104
4.3.4.1. Optimizarea unui proces de cristalizare hidrotermă	104
4.3.4.2. Optimizarea procesului de obținere a smântânii fermentate folosind un program experimental de tip factorial $3^3$	109
4.3.4.3. Optimizare procesului de smântânire prin autoînsămânțarea laptelui	113
4.3.4.4. Optimizarea procesului de obținere a smântânii dulci utilizând un program experimental de tip factorial $3^2$	115
4.3.4.5. Modelarea unui proces de maturare la fabricarea cașcavalului	118
4.3.4.6. Modelarea și optimizarea procesului de obținere a iaurtului cu adaos de vișine utilizând un program factorial de tip $3^3$	121
4.3.4.7. Modelarea și optimizarea procesului de obținere a brânzei topite cu adaos de legume deshidratate	132
<b>Bibliografie</b>	<b>146</b>
<b>Anexe</b>	<b>149</b>