

# ЗМІСТ

Передмова .....	7
Основні позначення та одиниці вимірювання .....	8
Вступ .....	10
<b>Частина перша. ТЕПЛООБМІН</b> .....	11
<b>Розділ 1. Основні поняття і визначення</b> .....	13
1.1. Способи перенесення теплоти .....	13
1.2. Кількісні характеристики перенесення теплоти .....	15
1.3. Теплові баланси .....	16
<b>Розділ 2. Теплопровідність</b> .....	19
2.1. Основний закон теплопровідності Фур'є .....	19
2.2. Коефіцієнт теплопровідності .....	21
2.2.1. Коефіцієнт теплопровідності газів .....	22
2.2.2. Коефіцієнт теплопровідності рідин .....	30
2.2.3. Коефіцієнт теплопровідності твердих тіл, зокрема будівельних матеріалів .....	35
2.3. Диференційне рівняння теплопровідності .....	37
2.4. Умови однозначності .....	41
2.5. Перенесення теплоти теплопровідністю за стаціонарного режиму .....	44
2.5.1. Однорідна плоска стінка .....	44
2.5.2. Багатошарова плоска стінка .....	48
2.5.3. Однорідна циліндрична стінка .....	50
2.5.4. Багатошарова циліндрична стінка .....	55
<b>Розділ 3. Конвективний теплообмін (тепловіддача)</b> .....	56
3.1. Основний закон конвективного теплообміну Ньютона-Ріхмана .....	56
3.2. Коефіцієнт тепловіддачі та основні фактори, що впливають на нього .....	57
3.2.1. Поняття про вільну і вимушену конвекції .....	59
3.2.2. Ламінарний і турбулентний режими течії. Фізична суть числа Рейнольдса .....	61
3.3. Поняття про гідродинамічний і тепловий приграничні шари .....	63
3.4. Система диференційних рівнянь конвективного теплообміну .....	69
3.4.1. Диференційне рівняння нерозривності руху .....	70
3.4.2. Диференційне рівняння енергії, або конвективного теплообміну Фур'є-Кірхгофа .....	72
3.4.3. Диференційне рівняння руху рідини Нав'є-Стокса .....	75

3.5. Застосування теорії подібності для вивчення процесів тепловіддачі .....	78
3.5.1. Константи подібності .....	78
3.5.2. Числа (критерії) подібності .....	80
3.5.3. Рівняння подібності .....	85
3.5. Поняття про метод аналізу розмірностей та його застосування для отримання рівнянь подібності .....	87
3.6. Експериментальний метод отримання критеріальних рівнянь тепловіддачі .....	90
<b>Розділ 4. Розрахункові залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі .....</b>	<b>92</b>
4.1. Тепловіддача під час вільної (природної) конвекції .....	92
4.1.1. Вільна конвекція в необмеженому просторі .....	93
4.1.2. Вільна конвекція в замкнутому обмеженому просторі .....	98
4.1.3. Природна конвекція між вільною плоскою поверхнею води і повітрям .....	101
4.2. Тепловіддача під час вимушеного руху теплоносія .....	103
4.2.1. Тепловіддача під час поздовжнього обтікання пластини .....	103
4.2.2. Тепловіддача між вільною плоскою поверхнею води і повітрям .....	106
4.2.3. Тепловіддача з поверхні краплин води до повітря .....	109
4.2.4. Тепловіддача під час течії рідини (газу) в прямих трубах або каналах та змійовиках .....	112
4.2.5. Тепловіддача під час течії рідини (газу) в кільцевому каналі теплообмінника типу “труба в трубі” .....	116
4.2.6. Тепловіддача під час течії рідини (газу) в міжтрубному просторі пучка гладких труб кожухотрубного теплообмінника .....	118
4.2.7. Тепловіддача під час обтікання пучка труб з поперечними ребрами .....	126
4.3. Тепловіддача під час зміни агрегатного стану речовини .....	130
4.3.1. Тепловіддача під час кипіння .....	130
4.3.2. Тепловіддача під час конденсації пари .....	137
4.4. Числові значення коефіцієнта тепловіддачі .....	146
<b>Розділ 5. Променевий теплообмін .....</b>	<b>147</b>
5.1. Описання процесу і основні визначення .....	147
5.2. Основні закони променевого теплообміну .....	150
5.2.1. Закон Планка .....	150
5.2.2. Закон Віна .....	151
5.2.3. Закон Стефана-Больцмана .....	152
5.2.4. Закон Кірхгофа .....	153

5.2.5. Закон Ламберта .....	157
5.3. Теплообмін випромінюванням системи тіл з плоскопаралельними поверхнями в прозорому середовищі .....	158
5.4. Променевий теплообмін між тілами в замкнутому просторі .....	161
5.5. Променевий теплообмін між двома поверхнями, які довільно розташовані в просторі. Коефіцієнт опромінення тіла, або кутовий коефіцієнт випромінювання .....	166
5.6. Використання екранів для захисту від випромінювання .....	167
5.7. Теплове випромінювання газів .....	170
<b>Розділ 6. Теплопередача .....</b>	<b>173</b>
6.1. Складний теплообмін як сукупна одночасна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання .....	173
6.2. Теплопередача за сталих температур теплоносіїв .....	178
6.2.1. Теплопередача між двома рідинами (газами) через розділяючу їх плоску стінку .....	178
6.2.2. Теплопередача між двома рідинами (газами) через розділяючу їх циліндричну стінку .....	186
6.3. Способи інтенсифікації теплопередачі .....	193
6.4. Теплова ізоляція .....	199
6.4.1. Розрахунок товщини шару теплоізоляції для багатошарової плоскої стінки .....	200
6.4.2. Розрахунок товщини теплоізоляції для технологічного обладнання .....	202
6.4.3. Вибір товщини шару теплоізолятора для трубопроводів .....	206
<b>Розділ 7. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів .....</b>	<b>212</b>
7.1. Типи теплообмінних апаратів .....	212
7.1.1. Рекуперативні теплообмінні апарати .....	213
7.1.2. Регенеративні теплообмінні апарати .....	214
7.1.3. Змішувальні теплообмінні апарати .....	215
7.2. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів рекуперативного типу .....	217
7.3. Види теплових розрахунків теплообмінників .....	224
<b>Частина друга. МАСООБМІН .....</b>	<b>241</b>
<b>Розділ 8. Основні поняття і визначення .....</b>	<b>243</b>
8.1. Способи перенесення маси .....	243
8.2. Кількісні характеристики перенесення маси .....	245
8.3. Масовий (матеріальний) баланс .....	246
<b>Розділ 9. Молекулярна дифузія .....</b>	<b>247</b>
9.1. Перший закон молекулярної дифузії Фіка .....	247
9.2. Коефіцієнт молекулярної дифузії .....	248

9.2.1. Коефіцієнт молекулярної дифузії газу в газі .....	249
9.2.2. Коефіцієнт молекулярної дифузії газів або краплинних рідин в рідинах .....	251
9.3. Стаціонарна одномірна молекулярна дифузія .....	255
<b>Розділ 10. Конвективний масообмін (масовіддача) .....</b>	<b>261</b>
10.1. Основний закон конвективної масовіддачі .....	261
10.2. Коефіцієнт масовіддачі та основні фактори, та впливають на нього .....	264
10.3. Поняття про дифузійний приграничний шар .....	265
10.4. Диференційне рівняння конвективного масообміну в рухомому середовищі .....	367
10.5. Подібність процесів перенесення маси .....	273
10.6. Аналогія між перенесенням маси і теплоти .....	279
<b>Розділ 11. Розрахункові залежності для визначення коефіцієнтів масовіддачі .....</b>	<b>281</b>
11.1. Масовіддача під час природної конвекції між вільною плоскою поверхнею води і повітрям .....	281
11.2. Масовіддача під час вимушеної конвекції .....	284
11.2.1. Масовіддача між вільною плоскою поверхнею води і повітрям .....	284
11.2.2. Масовіддача з поверхні краплин води до повітря .....	389
<b>Список літератури .....</b>	<b>297</b>
<b>Додатки .....</b>	<b>301</b>