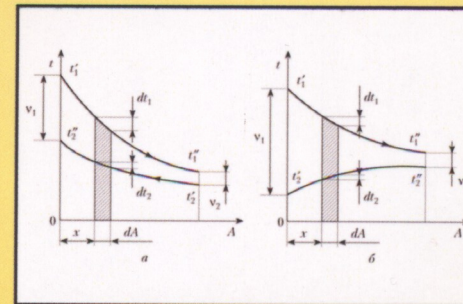
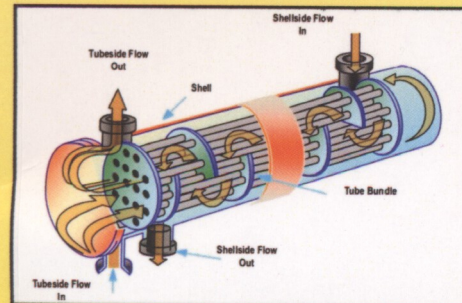


ТЕПЛОНОСІЇ ТА ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ

Бошкова І. Л., Георгієш К. В.

Навчальний посібник
для практичних та самостійних занять



$$Q = G_1 \bar{c}_{p1} (t'_1 - t''_1) = G_2 \bar{c}_{p2} (t''_2 - t'_2)$$

$$k_{pc} = \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \frac{F_{pc}}{F_1} + \frac{1}{\alpha_{np}} \right]^{-1}$$

$$Q = k F \bar{\Delta t}$$

621.1 (076)
Б 86

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Бошкова І.Л., Георгієш К.В.

**Навчальний посібник для
проведення практичних та самостійних занять**

«Теплоносії та тепломасообмінні апарати»

144 «Теплоенергетика»

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Одеса, 2021

УДК 621.1.016.4 (076)
686

Рекомендовано Вченою радою Одеської національної академії харчових технологій від 07.07.2021 р., протокол № 16

Рецензенти:

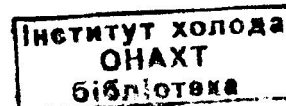
1. Головний енергетик державного підприємства «Науково-дослідний інститут «Шторм» Савчук Ю.О.;
2. Професор кафедри термодинаміки та відновлювальної енергетики ОНАХТ д.т.н. проф. Хлієва О.Я.;
3. Професор кафедри теплогазопостачання Одеської державної академії будівництва та архітектури д.т.н., проф. Петраш В.Д.

Теплоносії та тепломасообмінні апарати : навчальний посібник
Т 34 для проведення практичних та самостійних занять / Бошкова І. Л.,
Георгієш К. В. – Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2021. – 118 с.

ISBN 978-617-8005-31-3

Навчальний посібник знайомить майбутніх фахівців з наявними у даний час методиками розрахунку теплообмінних апаратів широкого призначення для розв'язання прикладних задач. Показано особливості конструктивних рішень апаратів та їх елементів, висвітлені питання експлуатації апаратів при різних режимах роботи обладнання. Навчальний посібник в зокрема спрямований на підвищення рівня знань студентів в особливостях роботи систем теплообмінників, сонячних колекторів та сушарок.

Навчальний посібник призначено для підготовки бакалаврів зі спеціальностей 144 «Теплоенергетика» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».



УДК 621.1.016.4

ISBN 978-617-8005-31-3

© ОНАХТ, 2021

ЗМІСТ

Передмова	5
Розділ I РОЗРАХУНОК РЕКУПЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ	
1. Розрахунок рекуперативних теплообмінників безперервної дії	
1.1 Розрахунок теплообмінників із однофазними теплоносіями	7
1.2 Розрахунок теплообмінників із двофазними теплоносіями	26
2. Розрахунок рекуперативних теплообмінників періодичної дії	
2.1 Розрахунок теплообмінників із паровим обігрівом	29
2.2 Розрахунок теплообмінників із обігрівом однофазним теплоносієм	32
3. Розрахунок теплообмінників із проміжним теплоносієм	34
4. Задачі до розділу I для самостійного розв'язання	44
Розділ II РОЗРАХУНОК РЕГЕНЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ (РЕГЕНЕРАТОРІВ)	
5. Розрахунок ідеальних і реальних регенераторів	48
6. Задачі до розділу II для самостійного розв'язання	53
Розділ III РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІННИКІВ ІЗ ДИСПЕРСНИМИ СИСТЕМАМИ	
7. Розрахунок контактних теплообмінників	
7.1 Розрахунок теплообмінників із псевдозрідженим шаром	55
7.2 Розрахунок теплообмінників із щільним рухомих шаром, що продувається	57
7.3 Розрахунок теплообмінників із проміжним дисперсним теплоносієм	61
8. Розрахунок рекуперативних теплообмінників із дисперсними системами	
8.1 Розрахунок теплообмінників із щільним рухомих шаром	67
9. Розрахунок тепломасообмінних апаратів	
9.1 Розрахунок сушарок із щільним рухомих шаром	71

9.2 Розрахунок сушарок із псевдозрідженим шаром	76
10. Задачі до розділу III для самостійного розв'язання	83
Розділ IV РОЗРАХУНОК СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ	
11. Розрахунок корисного теплового потоку і теплових втрат у сонячних колекторах	85
12. Конструкторський розрахунок сонячних колекторів	89
13. Задачі до розділу IV для самостійного розв'язання	95
Розділ V РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ТЕПЛООБМІННИКІВ	
14. Розрахунок систем теплообмінників ступінчастим методом	97
15. Розрахунок систем теплообмінників методом φ -струму	102
16. Задачі до розділу V для самостійного розв'язання	104
Інформаційні джерела	106
Додаток	107

ПЕРЕДМОВА

Метою вивчення дисципліни «Теплоносії та тепломасообмінні апарати» є набуття студентами навичок використання наявних у даний час методик розрахунку різних апаратів для розв'язання прикладних задач. Ця частина навчального процесу безпосередньо зв'язана з підвищенням ролі самостійної роботи студентів, що вимагає наявності відповідних навчальних посібників.

У збірник включені задачі конструкторських та перевірочних розрахунків тепломасообмінних апаратів. Методи теплових розрахунків різних апаратів вивчаються у відповідному лекційному курсі і приведені в навчальному посібнику «Теплоносії та тепломасообмінні апарати» [1]. Збірник складається з п'яти розділів, у яких наведені задачі для самостійного розв'язання, а також приклади розв'язання найбільш характерних задач. Перший розділ присвячений розрахункам рекуперативних теплообмінників методами ефективності та середнього температурного напору при допущеннях про незмінність коефіцієнтів тепловіддачі і теплопередачі, приведені також методи, що враховують зміну зазначених характеристик в залежності від температури. Зіставлено результати розрахунків, отримані різними методами. Приведені розрахунки теплообмінників апаратів з однофазними та двофазними теплоносіями, із проміжним теплоносієм, а також рекуператорів періодичної дії. В другому розділі розглядаються регенеративні теплообмінні апарати і наводяться приклади їх розрахунку для випадків, коли регенератор може розглядатися як ідеальний і як реальний. Третій розділ задачника відноситься до теплообмінників із дисперсними системами. Задачі, що приводяться в ньому, охоплюють основні типи контактних і поверхневих теплообмінних апаратів даного класу, зокрема теплообмінники із проміжним дисперсним теплоносієм, а також сушарки. У четвертому розділі приведені розрахунки сонячних колекторів. У п'ятому розділі розглядаються різні методи розрахунку систем теплообмінників.

У додатку наведені таблиці теплофізичних властивостей речовин, найбільш часто застосовуваних як теплоносії, і властивості конструкційних матеріалів, які використовуються у теплообмінних апаратах.

Збірник задач разом з навчальним посібником [1] дозволить студентам освоїти різні методи теплових розрахунків різноманітної тепломасообмінної апаратури і придбати практичні навички застосування цих методів в інженерних розрахунках.

При самостійному розв'язанні задач рекомендується дотримуватися такої методичної схеми [2]:

1. зрозуміти запропоновану задачу: чітко уявити собі, що невідомо, що дано, у чому складається умова. Розумінню задачі часто допомагає представлення робочих процесів у схемах і діаграмах.
2. скласти план розв'язання задачі: вибрати залежності між заданими і невідомими величинами у виді конкретних розрахункових співвідношень, скласти алгоритм розв'язання в загальному вигляді, тобто в літерних позначеннях величин, після чого перевірити, чи усі вихідні дані використані.
3. реалізувати план розв'язання: контролювати кожен розрахунок, домагаючись ясного уявлення про правильність виконання дій і обчислень.
4. критично оцінити отримані результати: при аналізі проміжних і кінцевих результатів оцінити фактори, що визначають ці результати, представляючи, наприклад, у яку сторону змінюються результати рішення при зміні вихідних даних або умов задачі. Важливо оцінити і правдоподібність результатів, узгодження їх з теоретичними і практичними даними.

Збірник задач призначений для студентів спеціальностей 144 «Теплоенергетика» і 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», а також може бути корисним студентам інших енергетичних спеціальностей.