

Тема 13. Конвективний теплообмін. Основні поняття і визначення. Рівняння Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією α . Диференціальне рівняння теплообміну. Основи теорії подібності. Визначаємий і визначаючий критерій. Метод моделювання. Фізичний зміст основних критеріїв подібності. Тепловіддача при русі середовища. Розрахункові рівняння коефіцієнта тепловіддачі основних задач.

Методичні вказівки

Найбільш важкий для використання і розуміння конвективний теплообмін. Для користування рівнянням Ньютона-Ріхмана при обчисленнях значень теплового потоку при умові $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_{\text{нб}} - t_{\text{с}})$, як правило, невідомим являється коефіцієнт тепловіддачі конвекцією α від стінки з температурою $t_{\text{нб}}$ до середовища з температурою $t_{\text{с}}$. Коефіцієнт тепловіддачі α залежить від ряду параметрів. Отримання числових значень α з експерименту на натурі утруднене. Необхідно провести велику кількість дослідів, щоб з'ясувати вплив α на кожен з діючих чинників, причому буде отримана відповідь для окремого випадку об'єкта, що досліджується. Складність полягає також в тому, що різні величини, від яких залежить α , часто пов'язані між собою. Вихід із становища дає теорія подібності яка передбачає можливість провести досліди не на натурі, а на моделі і отримані при цьому результати розповсюдити на всі подібні явища.

Обробка експериментальних даних в критеріальній формі дозволяє виявити головні чинники, що впливають на величину α , і відкинути другорядні. Звичайно дані дослідів представляють у вигляді степеневої функції $N_u = C \cdot R_e^k \cdot G_r^m \cdot P_r^n$, де C, k, m, n – дослідні коефіцієнти. N_u - критерій Нуссельта ($N_u = \alpha l / \lambda$), що дозволяє знайти α . R_e, G_r, P_r – критерії, відповідно, Рейнольдса, Грасгофа і Прандтля, що відображають вплив вимушеного руху ($R_e = \omega l / \nu$), вільного руху ($G_r = \beta \Delta t \cdot g \cdot l^3 / \nu^2$) і фізичних властивостей рідини ($P_r = \nu / a$) на коефіцієнт

тепловіддачі конвекцією α . Тому студент при вивченні цієї теми повинен відповісти на наступні запитання:

1. За допомогою якої початкової аналітичної залежності знаходяться визначаючі критерії?

2. Якою критеріальною залежністю потрібно скористатися для конкретного випадку розрахунку коефіцієнта тепловіддачі конвекцією? Для цього треба визначити характер руху (ламінарний або турбулентний) і природу його виникнення (вільне або вимушене).

3. Знайти визначаючі розмір і температуру.

4. Визначити, чи знаходяться параметри задачі в інтервалі значень критеріїв, для яких справедлива вибрана формула? [1(с.196-204)], [2 (с.151-164)], [3 (с.77-80)], [4 (с.94-100)].

Запитання для самоперевірки

1. Що називається конвективним теплообміном (тепловіддача)?

2. Рівняння Ньютона-Ріхмана.

3. Які розрізняють види конвекції?

4. Динамічний і тепловий пограничні шари і їх фізичне значення.

5. Які зустрічаються види руху рідини? Їх відмінність.

6. Який механізм передачі теплоти при ламінарному і турбулентному русі рідини?

7. Які чинники впливають на конвективний теплообмін?

8. Визначення коефіцієнта тепловіддачі конвекцією.

9. Функцією яких величин є коефіцієнт тепловіддачі конвекцією?

10. Чому для визначення коефіцієнту тепловіддачі конвекцією застосовуємо теорію подібності?

11. Які рівняння подібності рекомендуються при розрахунку тепловіддачі при ламінарному русі рідини?

12. Які рівняння подібності рекомендуються при розрахунку тепловіддачі при турбулентному русі рідини?