

**Теми для самостійного опрацювання**  
**(Процеси та апарати) група ТХД-118, 219**

Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, письмово дати відповіді на питання для самоконтролю. Всі запитання можна надсилати на електронну пошту [shyllgga-jja@ukr.net](mailto:shyllgga-jja@ukr.net), Вайбер, телеграм 0680251389

**Тема: Основи теплопередачі**

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Способи передачі теплоти (види процесів теплообміну)
- 2 Загальні відомості про процеси тепловіддачі та теплопередачі
- 3 Основне кінетичне рівняння процесу теплопередачі.

**Література :**

- 1 Плановський А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии.-М.:Химия, 1968
- 2 Романков П.Г. Процессы и аппараты химической промышленности. – Л.: Химия, 1987

- 1 Способи передачі теплоти (види процесів теплообміну)

**Розрізняють три елементарні способи передачі теплоти:**

- теплопровідність (кондукція);
- конвекція;
- теплове випромінювання (радіаційний теплообмін).

**Теплопровідність (кондукція)** – спосіб передачі теплоти за рахунок взаємодії мікрочасток тіла (атомів, молекул, іонів в електролітах і електронів в металах) в змінному полі температур. Теплопровідність має місце в твердих, рідких і газоподібних тілах. У твердих тілах теплопровідність є єдиним способом передачі теплоти. У вакуумі теплопровідність відсутня.

**Конвекція** – спосіб передачі теплоти за рахунок переміщення макрооб'ємів середовища з області з однією температурою в область з іншою

температурою. При цьому плинне середовище (флюїд) з вищою температурою переміщається в ділянку нижчих температур, а холодний флюїд – в область з високою температурою. У вакуумі конвекція теплоти неможлива.

**Теплове випромінювання** (радіаційний теплообмін) – спосіб передачі теплоти за рахунок поширення електромагнітних хвиль в певному діапазоні частот. *Зауваження:*

— всі тіла вище 0 К володіють власним тепловим випромінюванням, тобто енергію випромінюють всі тіла;

— для передачі теплоти випромінюванням не потрібне тіло-посередник, тобто промениста енергія може передаватися і у вакуумі.

## 2 Загальні відомості про процеси тепловіддачі та теплопередачі

У природі і в технічних пристроях, як правило, всі три способи передачі теплоти відбуваються одночасно. Такий теплообмін називається *складним теплообміном*. Наприклад, конвекція теплоти завжди протікає спільно з теплопровідністю, оскільки макрооб'єми складаються з мікрооб'ємів, і є нерівномірне по простору температурне поле. Передача теплоти спільно теплопровідністю і конвекцією називається *конвективним теплообміном*.

Спільна передача теплоти випромінюванням і теплопровідністю називається *радіаційно-кондуктивним теплообміном*.

Спільна передача теплоти випромінюванням і конвекцією називається *радіаційно-конвективним теплообміном*.

У природі і техніці найчастіше зустрічаються наступні два варіанти складного теплообміну:

— **тепловіддача** – процес теплообміну між непроникною твердою стінкою і плинним довкіллям;

— **теплопередача** – передача теплоти від одного плинного середовища до іншого плинного середовища через непроникну тверду стінку.

У хімічній, харчовій, газонафтопереробній, гірничо-хімічній, енергетичній та багатьох інших галузях промисловості процеси передачі тепла від нагрітих теплоносіїв до холодних займають провідне місце. Теплові процеси

використовуються в промисловості для охолодження нагрітих середовищ, для зрідження повітря та природних газів, для нагрівання холодних теплоносіїв, для проведення процесів випарювання, конденсації, плавлення, кристалізації та ін.

Теоретичною основою теплових процесів є розділ термодинаміки щодо законів перенесення енергії від одного теплоносія до іншого та про механізми такого перенесення.

Перенесення енергії від більш нагрітих середовищ до менш нагрітих відбувається під дією *рушійної сили*, за яку в теплових процесах використовується різниця температур між теплоносіями. Звичайно при досягненні однакових температур між теплоносіями встановлюється рівноважний стан, але такий стан у природі і в техніці є чисто теоретичним, тому що досягнути його можна лише за тривалий час.

Тіла (робочі середовища), що беруть участь у процесах теплообміну, називаються *теплоносіями*. Робоче середовище з більш високою початковою температурою називається *гарячим теплоносієм*, у процесі теплообміну гарячий теплоносіє віддає теплову енергію, при цьому температура гарячого теплоносія знижується. Робоче середовище з меншою початковою температурою називається *холодним теплоносієм*, у процесі теплообміну тепла енергія передається від гарячого до холодного теплоносія і його температура підвищується.

Процеси, пов'язані з передачею тепла від гарячих теплоносіїв до холодних, називаються *теплообмінними*.

Апарати та пристрої, в яких проходять процеси теплообміну, називають *теплообмінними апаратами* або теплообмінниками.

3 Основне кінетичне рівняння процесу теплопередачі.

В основу процесів теплоперенесення покладений основний кінетичний закон, відповідно до якого швидкість теплопередачі прямо пропорційна рушійній силі та обернено пропорційна термічному опору

$$u_m = \frac{Q_m}{F\tau} = \frac{\Delta t_c}{R_m}, \quad (1.1)$$

де  $Q_m$  - кількість переданого тепла, Дж;

$F$  - поверхня теплопередачі, м<sup>2</sup>;

$\tau$  - тривалість процесу, с;

$\Delta t_c$  - середня різниця температур між теплоносіями, К;

$R_m$  - термічний опір процесу теплопередачі.

Для сталого процесу на основі рівняння (1.1) кількість переданого тепла за одиницю часу знаходять за формулою

$$Q = k_m \cdot \Delta t_c \cdot F, \quad (1.2)$$

де  $Q$  - тепловий потік, Вт;

$k_m$  - середній для теплового процесу коефіцієнт теплопередачі, що характеризує швидкість процесу теплопередачі,  $k_m = 1/R_m$ .

Залежність (1.2) називають **основним кінетичним рівнянням процесу теплопередачі**.

Величину теплового потоку, агрегатний (фазовий) стан, напрямок, режим і характер руху теплоносіїв уздовж поверхні теплопередачі, величину середньої рушійної сили процесу визначають як швидкість (інтенсивність) і ефективність теплообмінних процесів, так і тип використовуваного теплообмінного обладнання, його геометричні розміри, загальну поверхню теплопередачі та конструктивні особливості.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте визначення теплопередачі.
- 2 Назвати способи передачі теплоти.
- 3 Що таке теплопровідність?
- 4 Що таке конвекція?
- 5 Що таке випромінювання?
- 6 Які теплові потоки можна віднести до стаціонарних і навпаки?

