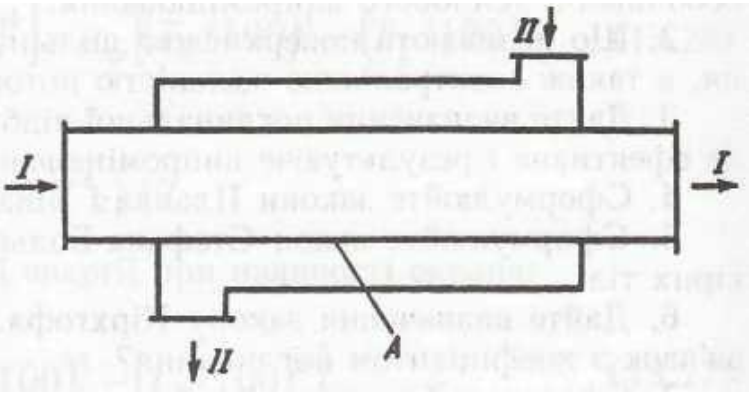
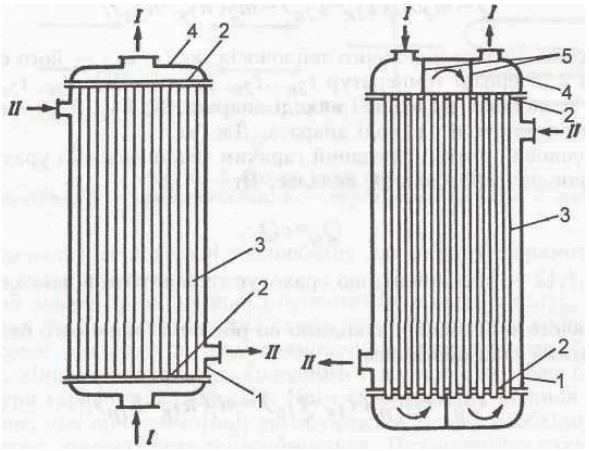
Міністерство освіти і науки України
Мирогощанський аграрний коледж





Методичні
рекомендації
з дисципліни
«Основи теплотехніки і гідравліки»

Тема: Теплопередача і теплообмінні апарати.

Тема: Теплопередача і теплообмінні апарати.

План лекції:

1. Коефіцієнт теплопередачі.
2. Термічний опір теплопередачі.
3. Теплова ізоляція.
4. Теплообмінні апарати.
5. Класифікація теплообмінних апаратів.

Мета:вивчити призначення будову і принцип роботи теплообмінних апаратів.

Матеріальне забезпечення: методичні рекомендації до вивчення даної теми, плакати, підручник**.**

Використана література:

1. Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. **Основи теплотехніки і гідравліки**. - Київ: Вища школа, 1982р.-ст.156-159.
2. Драганов Б.Х., Бессараб О.С. **Теплотехніка**. - Київ: Фірма «ІНОКС», 2005.-ст.111-130.
3. Дідур В.А., Стручаєв М.І. **Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві**. - К.:Аграрна освіта, 2008.-ст 133-155.
4. Драганов Б.Х., Міщенко А.В., Борхаленко Ю.О., ***Основи теплотехніки і гідравліки:*** Навчальний посібник /За ред. Б.Х. Драганова. **-** Київ.: Аграрна освіта , 2010. – 495 с.

Коефіцієнт теплопередачі і термічний опір.

Теплообмін між гарячим і холодним середовищем через роздільну тверду стінку є одним з найважливіших і часто використовуваних у техніці процесів. Наприклад, утворення пари заданих параметрів у котлоагрегатах ґрунтується на,процесі передавання теплоти від одного теплоносія до іншого. У багатьох теплообмінних пристроях, які застосовуються в різних галузях промисловості, основним робочим процесом є процес теплообміну між теплоносіями. Такий теплообмін називають ***теплопередачею***.

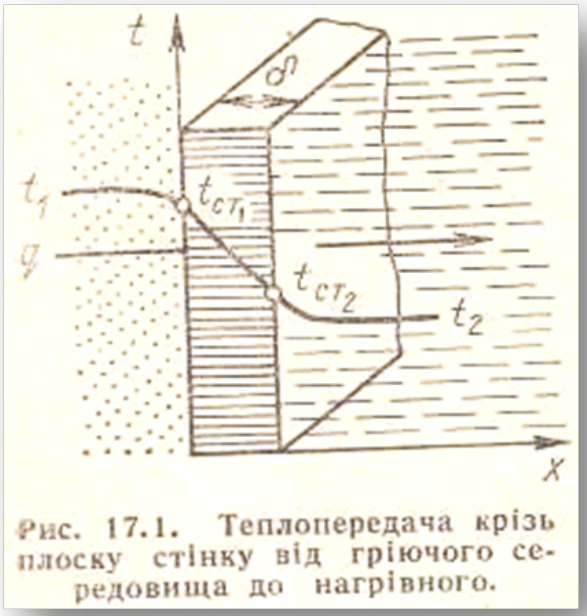


Рис. 17.1. Теплопередача крізь плоску стінку від гріючого середовища до нагрівного.

Як приклад розглянемо одношарову стінку (рис. 17.1), товщина якої дорівнює δ. Теплопровідність матеріалу стінки дорівнює λ. Температури середовищ, що омивають стінку зліва й справа, відомі і дорівнюють t_1 і t_2. Припустимо, що $t_1>t_2$. Тоді температури поверхонь стінки будуть відповідно $t_{cm1}>t_{cm2}$. Треба визначити густину теплового потоку q, що проходить крізь стінку від гріючого середовища до нагрівного.

Оскільки цей процес теплопередачі відбувається у, стаціонарному режимі, то теплота, віддана стінці першим теплоносієм (гарячим), передається через неї другому теплоносію (холодному). Користуючись формулами (15.2) та (14.7), можна записати:

$$q=\alpha_1(t_1-t_{cm1});$$
$$q=(\lambda/\delta)(t_{cm1}-t_{cm2});\quad(17.1)$$
$$q=\alpha_2(t_{cm2}-t_2);$$

Визначимо повний температурний напір $t_1—t_2$. Для цього з рівностей (17.1) знайдемо спочатку місцеві температурні напори:

$$t_1—t_{CT1}=q(1/\alpha_1);$$
$$t_{ст1}—t_{ст2}=q(\delta/\lambda);$$
$$t_{CT2}—t_2=q(1/\alpha_2).$$

Додаючи ці рівності, дістанемо повний температурний напір:

$$t_1—t_2=q(1/\alpha_1+\delta/\lambda+1/\alpha_1),$$

звідки знайдемо значення густини теплового потоку:

$$q=\frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1}+\frac{\delta}{\lambda}+\frac{1}{\alpha_2}} \quad \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1}+\frac{\delta}{\lambda}+\frac{1}{\alpha_2}} \quad (17.2)$$

Знаменник рівності (17.2) являє собою суму термічних опорів, яка складається з термічного опору теплопровідності δ/λ, і двох термічних опорів теплопередачі $1/\alpha_1$ і $1/\alpha_2$. Введемо позначення

$$k = , \qquad (17.3)$$

З виразів (17.2) і (17.3) дістанемо

$$q=k(t_1 — t_2) \quad (17.4)$$

Величину ***k*** називають ***коефіцієнтом теплопередачі*** [Вт/(м$^{2.}$°С)[, а величину, обернену йому,— ***повним термічним опором теплопередачі***:

$$1/k=1/\alpha_1+\delta/\lambda+1/\alpha_{2.} \quad (17.5)$$

Класифікація теплообмінних апаратів.

Теплообмінником називають апарат, у якому здійснюється теплообмін між двома або декількома теплоносіями, або між теплоносіями і твердими тілами (стінкою, насадкою). В окремому випадку роль теплоносіїв і твердих тіл, які беруть участь у теплообміні, може виконувати і середовище, що оточує апарат.

Теплообмінники можна класифікувати за принципом дії, призначенням, способом організації руху теплоносіїв і іншими ознаками.

Змішувальні теплообмінники. У даних теплообмінниках теплопередача відбувається при безпосередньому змішанні теплоносіїв. Ці апарати прості, компактні і використовуються в тому випадку, якщо не потрібен подальший поділ теплоносіїв (наприклад, нагрів води водяною парою або гарячою водою). Так, при обігріві теплиць, а також у системі водяного опалення будинків гарячу воду з котельні або від ТЕЦ змішують з охолодженою зворотною водою, що повертається від споживача.

Рекуперативні теплообмінники.

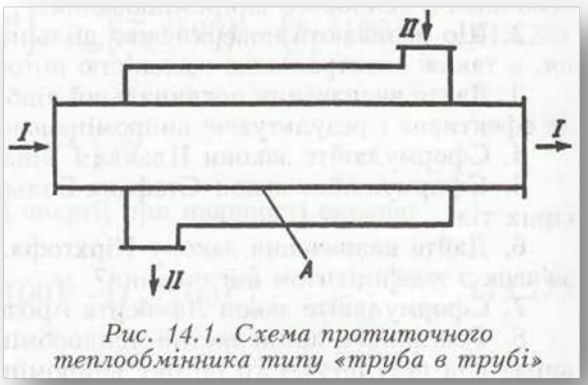


Рис. 14.1. Схема протиточного теплообмінника типу «труба в трубі»

У цього виду теплообмінників передача теплоти від гарячого теплоносія до холодного здійснюється через поділяючу їх стінку.

Найпростішим рекуперативним теплообмінником є *теплообмінник типу «труба в трубі»* (див. рис. 14.1). Поверхнею теплообміну в

ньому є бічна поверхня внутрішньої труби. Перевага апарата — простота конструкції, недолік — громіздкість при великих поверхнях теплообміну, тому апарат застосовують при невеликих поверхнях теплообміну.

Подальшим розвитком теплообмінника «труба в трубі» є *кожухотрубний теплообмінник* (див. рис. 14.2), що також відноситься до групи рекуперативних. У зовнішню трубу (кожух) поміщена вже не одна труба, а пучок труб малого діаметра 3, кінці яких герметично (за допомогою зварювання або вальцювання) закріплені в трубних ґратах 2 (дошках). Трубні ґрати приварені до корпуса апарата (кожухова), і до них через ущільнювальні прокладки за допомогою болтового з'єднання приєднані кришки 4. Теплообмінник має штуцери для входу і виходу теплоносіїв, один із яких рухається по міжтрубному простору, а інший — по трубах. Перевага апарата: компактність, можливість розвивати великі поверхні теплообміну в одному апараті, зручність в експлуатації, технологічність у виготовленні. Недолік: ускладнене очищення міжтрубного простору. Кожухотрубний теплообмінник є найбільш розповсюдженим типом теплообмінного апарата.

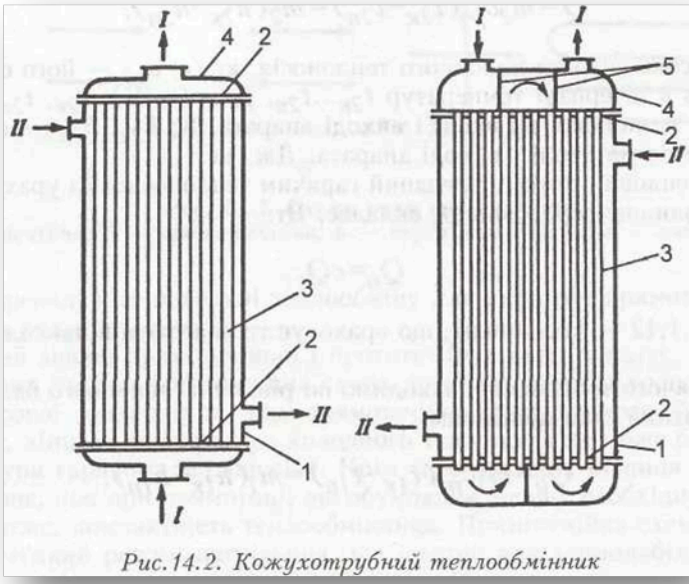


Рис. 14.2. Кожухотрубний теплообмінник

В останні роки широке застосування одержали *пластинчасті рекуперативні теплообмінники,* що відрізняються компактністю, низьким гідравлічним опором і зручністю очищення поверхонь теплообміну. Питома поверхня теплообміну пластинчастих теплообмінників досягає 1500 $м^2/м^3$. Розташовані паралельно одна одній пластини утворюють систему хвилястих каналів шириною 3...6 мм, по яких по обидва боки кожної пластини рухаються теплоносії. Гофрування пластин створює інтенсивну турбулізацію потоків, що забезпечує високі коефіцієнти теплопередачі [до 3800 $Вт(м^2\text{-}К)$].

Регенеративні теплообмінники.

У даних теплообмінниках гарячий і холодний теплоносії по черзі омивають ту саму теплообмінну поверхню. У період контакту з гарячим теплоносієм відбувається розігрів теплоакумулюючої насадки, яка потім у період контакту з холодним теплоносієм віддає йому акумульовану теплоту.

Теплообмінники з проміжним теплоносієм.

У цього виду теплообмінників гарячий теплоносій віддає теплоту деякому проміжному теплоносієві (рідині або твердому зернистому матеріалові), а той, у свою чергу,— холодному теплоносієві. Цей спосіб теплообміну використовується в тому випадку, коли недоцільно транспортувати гарячий теплоносій на великі відстані або коли неприпустимий безпосередній контакт гарячого і холодного теплоносіїв.

Теплообмінники з внутрішніми джерелами теплоти.

У даних теплообмінниках нагрів холодного теплоносія здійснюється не шляхом контакту з гарячим теплоносієм, а за допомогою тепловиділення у самому апараті — за рахунок дії електронагрівача, або генератора струмів високої або надвисокої частоти.

Контрольні запитання і завдання

1. Як визначається коефіцієнт теплопередачі ?
2. Чому дорівнює коефіцієнт термічного опору ?
3. Наведіть класифікацію теплообмінних апаратів. Дайте характеристику кожному виду.