

УДК536.24; 62.971

Д.С. Ключко, студентка, А.С. Гавриш, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Теплоенергетичний факультет, кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

ПРО ВИСОКОШВИДКІСНІ ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ

Анотація – Розглянуті сучасні високошвидкісні теплообмінники. Їх відмінною рисою є саме велика швидкість проходження середовища. Існує три групи таких апаратів. А саме, швидкісні теплообмінники труба в трубі, швидкісні кожухотрубні теплообмінники, і апарати із інтенсифікованими теплообмінними поверхнями. Наведені переваги і недоліки високошвидкісних теплообмінників порівняно із традиційними апаратами.

Ключові слова – високошвидкісний теплообмінник, кожухопластинчастий теплообмінник, теплообмін.

D.S. Klochko student, A.S. Gavrish, Ph.D., Associate Professor
National technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Heat power faculty, Department of Theoretical and industrial heat engineering.

ABOUT HIGH SPEED HEAT EXCHANGERS

Annotation– Modern high speed heat exchangers were considered. Also high speed flow is the main its particularity. There are three main groups for such apparatus. Just high speed tube in tube apparatus, high speed housing plate heat exchangers, and ones with intensive heat exchange surfaces. The advantages and defect of high speed heat exchangers results in comparison with traditional ones.

Key words – high speed heat exchanger, casing lamellar heat exchanger, heat exchange.

Вступ

Гелікоїдний теплообмінник - клас теплообмінних апаратів, відмінною рисою яких є велика швидкість проходження середовища. За принципом дії вони діляться на три групи: швидкісні теплообмінники труба в трубі, швидкісні кожухотрубні теплообмінники, і апарати із інтенсифікованими теплообмінними поверхнями. У професійній сфері також використовується назва швидкісний теплообмінник. Всі гелікоїдні теплообмінні апарати є по суті рекуператорами, так як теплота передається від одного теплоносія до іншого безперервно через стінку.

Аналіз стану питання

Сучасні теплообмінні апарати являють собою пристрої, у яких здійснюється теплообмін між двома або декількома твердими, рідкими, газоподібними середовищами у різних комбінаціях. Застосовують теплообмінні апарати у побуті, промисловості, сільському господарстві. У якості теплоносіїв може виступати газ, пара, рідина або тверде тіло. Типові побутові прилади, у яких здійснюється теплообмін — кондиціонери, холодильники, повітрянагрівачі, випарник, економайзери, льодогенератор. Типові промислові прилади — теплоаккумулятори, градирні, атомні реактори тощо.

За способом передачі теплоти розрізняють апарати:

1. Поверхневі, де відсутній безпосередній контакт теплоносіїв, а передача тепла відбувається через стінку приладу. Поверхневі теплообмінники у свою чергу підрозділяються на рекуперативні й регенеративні, залежно від одночасного або почергового контакту теплоносіїв зі стінкою, яка їх розділяє;

2. Змішувальні, де теплоносії контактують безпосередньо.

Найчастіше використовуваний у промисловості рекуперативний теплообмінник – теплообмінник, у якому гарячий і холодний теплоносії рухаються в різних каналах, у стінці між якими відбувається теплообмін. Залежно від напрямку руху теплоносіїв рекуперативні теплообмінники можуть бути прототечійними при паралельному русі в одному напрямку, протитечійними при паралельному зустрічному русі, а також перехреснотечійними при взаємно перпендикулярному русі двох діючих середовищ. Залежно від призначення теплообмінні апарати використовують як нагрівачі, і як охолоджувачі.

Мета роботи

Проаналізувати особливості конструкції і теплообміну сучасних теплоносіїв у високошвидкісних теплообмінниках, порівняти їх із традиційними теплообмінниками. Розглянути переваги і недоліки гелікоїдних апаратів, їх класифікацію.

Результати досліджень

В сучасному світі розрізняють такі групи гелікоїдних теплообмінників, як: гелікоїдний теплообмінник труба в трубі, гелікоїдний кожухотрубний теплообмінник та гелікоїдний інтенсифікований теплообмінник. Третій тип цих апаратів фактично являють собою теплообмінники із інтенсифікованими теплообмінними поверхнями. Наприклад із закрутою потоку теплоносія, або обох теплоносіїв. Розглянемо послідовно три основні типи гелікоїдних теплообмінних апаратів.

Гелікоїдний теплообмінник труба в трубі - являє собою найпростіший теплообмінний апарат, часто зібраний з двох труб різних діаметрів, вставлених один в одну. Всі теплообмінники труба в трубі є швидкісними за рахунок відсутності перешкод і, як наслідок, низького гідравлічного опору. Принцип дії такого апарату полягає в проходженні теплоносія під великим тиском по внутрішній трубі, в той час як середовище, яке нагрівається проходить по зовнішній трубі. Приклад креслення гелікоїдного теплообмінника труба в трубі див. рисунок 1.

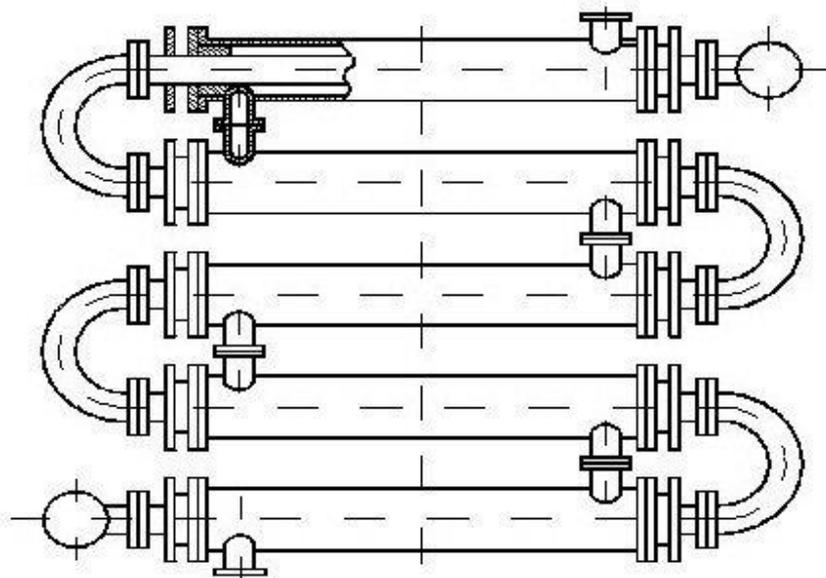


Рисунок 1. Гелікоїдний теплообмінник типу «труба в трубі».

Гелікоїдний кожухотрубний теплообмінник - цей тип теплообмінників складається з трьох частин: корпус (кожух), трубний пучок і перегородки. Трубний пучок приварений через трубні решітки до торців кожуха. Основною відмінністю від звичайних кожухотрубних апаратів є наявність перегородок, які збільшують швидкість теплоносія. Приклад гелікоїдного кожухотрубного теплообмінника див. на рисунку 2.

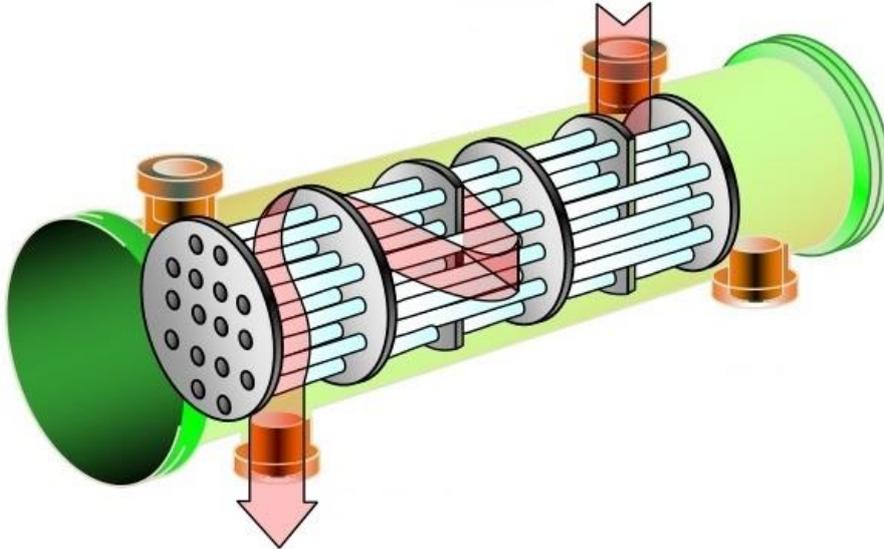


Рисунок 2. Гелікоїдний кожухотрубний теплообмінник.

Гелікоїдний інтенсифікований теплообмінник - це теплообмінник, який представляє собою закріплений в спіральшовному корпусі пучок профільованих трубок із корозійностійкого матеріалу (нержавіючої сталі або титану), через стінки яких здійснюється теплопередача від потоку гріючого середовища до потоку води, що нагрівається. Трубки мають гелікоїдний профіль (див. рисунок 3). Основна відмінність теплообмінників такої конструкції, полягає саме в профільованій теплообмінній поверхні трубок.



Рисунок 3. Трубки з гелікоїдним профілем.

Принцип дії швидкісних теплообмінних апаратів заснований на явищі інтенсифікації теплообміну між рухомими потоками теплоносіїв при їх одночасному закручуванні. Закручування швидкісних потоків призводить до зміни їх гідравлічного стану, підвищує кінетичну енергію руху, створює турбулізацію і додаткове перемішування шарів всередині теплоносіїв, що призводить до оптимальних значень показників теплопередачі. Вихровий рух потоку супроводжується зниженням гідравлічних опорів апарату і ефектом самоочищення поверхонь нагріву від відкладень.

Закручування потоку середовища, що проходить по трубному простору, здійснюється за допомогою зміни профілю труб (гелікоїдна поверхня). Закручування потоку середовища, що проходить по міжтрубному простору, здійснюється за рахунок спіралеподібного шва корпусу та нерегулярного компонування труб трубного пучка.

Крім функції закручування потоків, гвинтові складові трубок і корпусу є своєрідними ребрами жорсткості конструкції. Можливість застосування тонколистової сталі при виготовленні корпусу і трубок трубного пучка призводить до зниження ваги апарату. Таке рішення є нетрадиційним у виробництві стандартних теплообмінних апаратів, що використовують товщину стінок для посилення міцності властивостей конструкцій.

За рахунок полегшення і ущільнення трубного пучка в опорних елементах (трубних дошках) з полімерних матеріалів в швидкісних апаратах досягається максимально можлива поверхня теплообміну.

До переваг гелікоїдних теплообмінників порівняно з традиційними апаратами:

1) Мала вага – наприклад, завдання нагріву 10 м^3 до однакової температури еквівалентно вирішують 129-ти кілограмовий традиційний теплообмінник і 16-ти кілограмовий гелікоїдний апарат;

2) Компактність - при одноступінчастій схемі нагріву, займає до 10-ти разів менше місця, ніж традиційний теплообмінник, що дає можливість розміщення апаратів в умовах малогабаритних приміщень. Також є можливість здійснення двоступеневої схеми нагріву з використанням єдиного апарату;

3) Високий коефіцієнт ефективності (ексергетичний ККД) - півтораразова перевага теплообмінників в порівнянні з типовим традиційним теплообмінником;

4) Легкі в обслуговуванні.

До недоліків можна віднести велику чутливість до середовища - при невірно підібраних характеристиках істотно падає його ефективність дії.

Висновки

1. Гелікоїдний теплообмінник - клас теплообмінних апаратів, відмінною рисою яких є велика швидкість проходу середовища. За принципом дії вони діляться на три групи: швидкісні теплообмінники труба в трубі, швидкісні кожухотрубні теплообмінники, і інтенсифікованими теплообмінники. Всі гелікоїдні теплообмінні апарати є по суті рекуператорами.

2. Принцип дії швидкісних теплообмінних апаратів заснований на явищі інтенсифікації теплообміну між рухомими потоками теплоносіїв при їх одночасному закручуванні. Закручування швидкісних потоків призводить до зміни їх гідравлічного стану, підвищує кінетичну енергію руху, створює турбулізацію і додаткове перемішування шарів всередині теплоносіїв, що призводить до оптимальних значень показників теплопередачі. В гелікоїдних теплообмінних апаратах досягається максимально ефективна робота всієї поверхні теплообміну.

3. Розрахунок гелікоїдного теплообмінника є ідентичним до кожухотрубного теплообмінного апарата. Суттєво будуть відрізнятися швидкості теплоносіїв, так як гелікоїдні теплообмінники є швидкісними на відміну від кожухотрубних.

Література

1. Розрахунок теплообмінного апарата [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://works.doklad.ru/view/sB7Mn5lejOM/all>.

2. Гелікоїдний теплообмінник [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org>.