

Теплообмінний елемент: пат. 70571 Україна: МПК F28F 3/00. № 20031211246; заявл. 09.12.2003; опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10. 2 с.

Винахід відноситься до теплотехніки і стосується теплообмінників як загального, так і спеціального призначення.

Винахід направлено на розв'язання існуючої проблеми видалення накипу з поверхні теплообміну, який утворюється при кипінні на ній охолоджуючої рідини.

Відомий теплообмінний елемент, який має теплопровідну стінку з поверхнями нагрівання та охолодження, описаний у книзі Л.І. Грачової та ін. "Котельні установки у сільському господарстві", Київ, Урожай, 1991р., с.113. Видалення накипу в ньому відбувається механічним способом із застосуванням механічних шарошок, пневматичних зубил, дротяних щіток та наждачних каменів.

Недоліками даного технічного рішення є необхідність зупинки теплообмінного агрегату на період очищення від накипу, трудоемність виконуваних робіт та додаткові затрати на їх виконання.

Найближчим аналогом винаходу, що заявляється, є технічне рішення (авт. посв. СРСР №1424440 кл. F28F3/04, 1979р.), в якому теплообмінний елемент має теплопровідну стінку, зребрену з боку її охолодження. З метою забезпечення самоочищення зребреної поверхні від накипу, на охолоджуваній поверхні створюють градієнт температури, що перевищує $8,5 \cdot 10^4$ °С/м.

Недоліком цього рішення є те, що елемент має спеціальну конструкцію, відмінну від конструкцій більшості існуючих теплообмінників, що не дає можливості забезпечити їх самоочищення від накипу. Ефект самоочищення в такому теплообміннику забезпечується наявністю зребреної поверхні теплообміну і великою щільністю теплових потоків, які недосяжні при роботі теплообмінників з гладкою теплообмінною поверхнею.

Технічною задачею, яка вирішується винаходом, є створення теплообмінного елемента з гладкою теплообмінною поверхнею, здатного працювати в режимі самоочищення від накипу при робочих теплових навантаженнях.

Суть винаходу полягає в тому, що в теплообмінному елементі, який має теплопровідну стінку з поверхнями нагрівання та охолодження, теплопровідна стінка разом з поверхнями нагрівання та охолодження виготовлена із окремих полосок матеріалів з різними теплопровідностями. Полоски попергово з'єднані між собою. При цьому ширина полосок визначається за формулою

$$S \leq \frac{q\delta \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)}{8,5 \cdot 10^4}$$

де S – ширина полоски, м; q – щільність теплового потоку крізь стінку, Вт/м²; δ – товщина теплопровідної стінки, м; λ_1 і λ_2 – відповідно коефіцієнти теплопровідності полосок двох різних матеріалів, Вт/м °С; $8,5 \cdot 10^4$ – мінімальна різниця температур між двома суміжними полосками, умовно віддаленими між собою на 1м, °С.

Приведена формула для визначення ширини полосок одержана за допомогою наступних розрахунків.

У відповідності з прототипом для самоочищення накипу з поверхні охолодження необхідно створити на ній

градієнт температури не менше $8,5 \cdot 10^4$ °С/м. На зребреній поверхні це досягається за рахунок існування такого ж градієнта температури в товщині теплопровідної стінки. Для гладкої ж поверхні цього недостатньо. Поверхневий градієнт температури з'явиться на ній тільки тоді, коли теплопровідна стінка буде виготовлена із окремих полосок матеріалів з різними теплопровідностями.

Відомо, що градієнт температури в напрямку теплового потоку для кожної теплопровідної полоски складає

$\frac{\Delta t_1}{\delta_1} = \frac{q_1}{\lambda_1}$ і $\frac{\Delta t_2}{\delta_2} = \frac{q_2}{\lambda_2}$, де Δt_1 і Δt_2 – різниці температур теплопровідної стінки з боку нагрівання та з боку охолодження для одної та іншої суміжної полоски, °С; q_1 і q_2 – відповідно теплові потоки через дві різні пластини, Вт/м²; δ_1 і δ_2 – товщина теплопровідних стінок кожної пластини, м; λ_1 і λ_2 – питомі теплопровідності пластин, Вт/м °С.

Оскільки $q_1 = q_2$ і $\delta_1 = \delta_2$, то два попередніх рівняння після простих перетворень можна записати у вигляді

$$q\delta \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \Delta t_1 - \Delta t_2$$

Вираз у правій частині останнього рівняння являє собою поверхневий градієнт температури на відстані між полосками в 1м. У відповідності з прототипом він повинен бути не менше $8,5 \cdot 10^4$ °С. Тому останнє рівняння можна представити як

$$q\delta \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \leq 8,5 \cdot 10^4$$

Користуючись цією формулою можна розрахувати товщину і ширину полосок, з яких набрана теплопровідна стінка. Очевидно, що ширина кожної полоски S (при умові їх рівності) визначається з виразу

$$S \leq \frac{q\delta \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)}{8,5 \cdot 10^4}$$

що і треба було довести.

Підставивши в цю нерівність критичне значення теплового потоку при охолодженні водою $q = 1,25$ Вт/м² і питому теплопровідність матеріалів пластин, наприклад сталі з $\lambda_1 = 40$ Вт/м °С і міді з $\lambda_2 = 380$ Вт/м °С, будемо

мати $S \leq 0,33\delta$. Якщо задатись товщиною стінки δ , взявши її, наприклад 4...5 мм, то ширина полосок буде дорівнювати $S \leq 1,22...1,65$ мм і т.д.

Наведений розрахунок показує, що для виготовлення теплопровідної стінки запропонованого теплообмінника немає ніяких технічних утруднень.

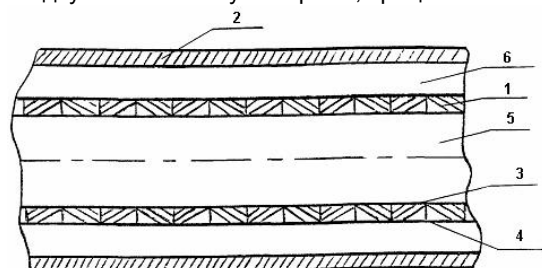
На фіг.1 зображено головний вигляд теплообмінного елементу, на фіг.2 - вигляд збоку.

Теплообмінний елемент складається з теплопровідної стінки 1, виготовленої із окремих пластин (кілець) матеріалів з різними теплопровідностями. Теплопровідна стінка 1 розташована у корпусі 2 і має поверхню нагрівання 3 і поверхню охолодження 4. Джерело тепловиділення міститься в каналі 5. Охолоджуюча рідина рухається через кільцевий канал 6.

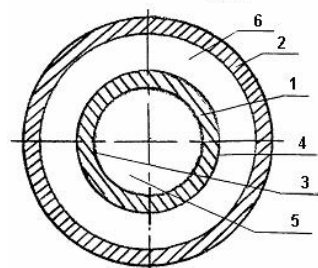
Теплообмінний елемент працює так:

Джерело тепловиділення, що міститься в центральному каналі 5, нагріває поверхню 3 стінки 1. Тепловий потік через стінку передається на поверхню охолодження 4, нагріваючи охолоджуючий теплоносіє. В процесі нагрівання та кипіння рідкого охолоджуючого теплоносія на поверхні охолодження утворюється накип. Але завдяки існуванню поверхневого градієнта температур, який обумовлений тим, що теплопровідна стінка виготовлена із пластинок матеріалів з різною теплопровідністю, накип руйнується і його частинки виносяться із зони охолодження потоком теплоносія. Завдяки цьому тепловий режим теплообмінного елементу залишається стабільним.

Технічні переваги винаходу полягають у здатності теплообмінного елементу звичайної конструкції, який має гладку теплообмінну поверхню, працювати безперебійно в режимі самоочищення від накипу.



Фіг. 1



Фіг. 2