

УДК 535.244:629.7

Е.С. Малкін, *д.т.н професор,*

І.Е. Фуртат, *к.т.н доцент,*

М.І. Дьячков, *аспірант,*

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОТУЖНИХ МІКРОПРОЦЕСОРІВ.

На даний час одночасно з швидким розвитком комп'ютерних технологій суттєво зростає питома теплонапруженість деяких їх складових частин: мікропроцесорів, відеокарт, материнських плат тощо. Це викликає необхідність створення нових охолоджувальних систем, з більш ефективними теплообмінниками, які спроможні відвести велику кількість теплоти від процесорів та інших теплонапружених елементів обладнання зберігаючи температуру поверхні елементів, що охолоджуються, не вищою 65°C. Зарубіжні водяні теплообмінники (фірм Zabman, Titan та ін.) забезпечують максимальне питоме тепловідведення до 6-8 Вт/см². Дослідження [1] показують, що перспективним шляхом досягнення високих коефіцієнтів тепловіддачі від стінок каналів до води в межах $10^4 \div 2,5 \cdot 10^4$ Вт/м²°C є перехід до щілинних каналів для руху теплоносія, з шириною каналів (0,2 ÷ 0,3) меншою за товщину ламінарного примежового шару при технічно доцільних швидкостях руху води в каналах [2]. В той же час, аналіз результатів досліджень цих теплообмінників виявив можливі шляхи подальшого підвищення їх енергетичної ефективності. Одним з таких шляхів є розташування щілинних каналів перпендикулярно до поверхні основи. Виконані розрахунки та експериментальні дослідження [2,3] показують, що при застосуванні таких теплообмінників габаритні розміри (без урахування довжини штуцерів) яких 55x55x16 мм, можна досягти наступних показників:

- щільність теплового потоку, віднесена до основи теплообмінника $20 \div 200$ Вт/см²;
- кількість теплоти, відведеної від мікропроцесора, $1700 \div 5200$ Вт;
- максимальна температура на поверхні процесора 65 °C;
- максимальний гідродинамічний опір - 6 кПа;

Експериментальне підтвердження механізму та закономірностей гідродинаміки і теплообміну при русі теплоносія в щілинних мікроканалах, які перпендикулярно розташовані до поверхні основи в багатоканальних теплообмінниках є актуальною задачею.

Гідравлічні і теплотехнічні дослідження проводились на експериментальному стенді (рис. 1), на якому досліджувалась закономірність зміни витрати води, температури води і їх перепаду при проходженні через теплообмінник, температури тепловіддаючої поверхні і контактної поверхні теплообмінника, а також потужності теплообмінника, що досліджується.

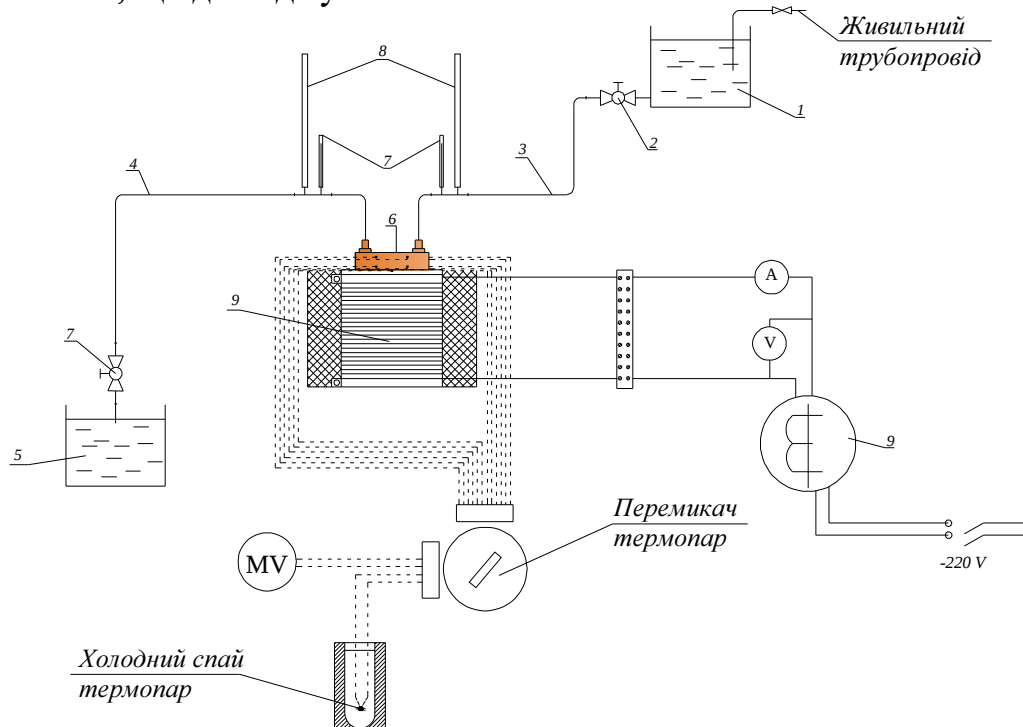


Рис. 1. Принципова схема експериментального стенда для дослідження експериментальних зразків багатоканальних теплообмінників на базі щілинних мікроканалів:

- 1 – бак ємністю 10л; 2 – стабілізуючий клапан рівня води; 3 – запірний кульовий кран; 4, 5 – силіконові водопровідні шланги $d = 10$ мм;
6 – регулюючий пробковий кран для тонкої настройки витрати води;
7 – мірна ємність 2л для вагового виміру витрати води; 8 – теплообмінника;
9 – п'єзометрична трубка; 10 – термометри; 11 – імітатор теплових потоків;
12 – трансформатор напруги; A – амперметр; V – вольтметр;
MV – мілівольтметр.

Для вимірювання витрати води використана мірна ємність з пробковим регулюючим краном (7), яка забезпечувала можливість вимірювання кількості води, що проходить через теплообмінник за певний період часу.

Для визначення втрат тиску води в теплообміннику на вході і виході встановленні у силіконові шланги трійники з мірними трубками (8) ціною поділок 1мм. За перепадом рівня води на вході та виході

теплообмінника визначають втрати тиску. Далі результати замірів витрат води і відповідних втрат її тиску записувались у таблицю, та оброблялись у вигляді графічної залежності $\Delta p = f(G)$.

Методика експериментальних досліджень теплотехнічних характеристик макетних зразків високоефективних багатоканальних щільних теплообмінників дозволяє визначати потужність відведеного теплового потоку Q Вт, теплообмінником в залежності від різниці температур Δt між тепловіддаючою поверхнею і середньою температурою $\Delta t_{\text{сер}}$ охолоджуючої води у теплообміннику, матеріалу теплообмінника, ширини δ і висоти h мікроканалів, а далі, знаючи величину поверхні теплообміну F в каналах, знаходити значення коефіцієнта тепловіддачі α в каналах.

Дослідження теплотехнічних характеристик експериментальних зразків багатоканальних теплообмінників на базі щільних мікроканалів проводяться з використанням *електричного імітатора* теплових потоків (11).

Нагрівання *імітатора теплових* потоків здійснювалось за допомогою змінного електричного струму, який подавався на ніхромову проволочку намотану на мідний ізольований стрижень висотою 110 мм та діаметром 90 мм та вкритого ізоляцією.

За допомогою автотрансформатора напруги РНО – 2,5 (12) за показами вольтметра V і амперметра A визначається напруга і сила електричного струму, що подається на ніхромову проволочку імітатора теплових потоків.

За допомогою ХА-термопар, підключених через перемикач до мілівольтметра В-01-14, вимірюються температури поверхонь теплообмінника та імітатора теплових потоків.

Потужність відведення теплоти теплообмінником знаходять двома способами:

- 1) за показами амперметра і вольтметра, тоді $N = U \cdot I$.
- 2) За різницею температур води на вході в теплообмінник і виході з нього та витратою води m , та $N = m \cdot c_v \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}})$, де c_v – теплоємність води, Дж/(кг·К).

Точність проведення експериментів:

- похибка електричних вимірювань – $\pm 0,5$ %;
- похибка вимірювання витрат води ємкісним методом – $\pm 2,0$ %;
- похибка вимірювання температур – ± 8 %;
- похибка вимірів тиску – ± 2 %;
- загальна максимальна похибка одного вимірювання потужності теплового імітатора – $\pm 0,5$ %;
- загальна максимальна похибка одного вимірювання теплової потужності теплообмінника – $\pm 17,2$ %;

- максимальна похибка втрат тиску в теплообміннику – ± 4 %;
- з використанням методики статистичної обробки експерименту похибка: вимірів потужності імітатора теплових потоків становить – $\pm 0,5$ %; вимірів теплової потужності теплообмінника – ± 4 %; вимірів втрат тиску – $\pm 1,5$ %

Наведена методика дослідження гідравлічних та теплотехнічних характеристик високоефективних теплообмінників на базі щілинних мікроканалів дає можливість одержання достовірних результатів.

Список літератури:

1. Тимошенко А.В., Гідродинаміка та теплообмін потоку рідини в щілинних мікроканалах ., автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня к.т.н. 2007р., 20с.
2. Фуртат І.Е., Ніколаєнко Ю.Є., Ніколаєнко Т.Ю., Методика розрахунку нових високоефективних двоканальних теплообмінників на базі щілинних мікроканалів для відводу теплоти за допомогою води., //Нова тема №4, 2007.
3. Малкін Е.С., Фуртат І.Е., Дьячков М.І., Теплотехнічні характеристики високоефективних теплообмінників з гребінчастими мікроканалами., Нова тема №1, 2010 з 23 по 25 .