

Вплив початкової гідродинамічної ділянки проявляється в збільшенні втрат тиску відносно величини втрат отриманої для сталої течії. Різниця тим більша, чим більше число Рейнольдса або менше відношення L/Z . Аналіз залежностей (3), (4) показав, що в діапазоні безрозмірної координати $X \in [0, 200; 3,000]$ існування початкової гідродинамічної ділянки несуттєво впливає на перепад тиску та його величина може бути обчислена з використанням залежності (4). І навпаки, зі зменшенням аргументу, різниця між втратами тиску в каналі, з урахуванням впливу початкової гідродинамічної ділянки, збільшується та може досягати 2-4 кратної величини.

Висновки

Проведене дослідження дозволило отримати узагальнюючі залежності втрат тиску в широкому діапазоні зміни аргументу для випадку рівномірного розподілу швидкості u на вході в мікроканал. Воно показало, що вибраний діапазон зміни ширини каналу, охоплює як випадки для яких вплив початкової гідродинамічної ділянки може не враховуватись при визначенні загальних втрат тиску, так і випадки, для яких цей вплив призводить до багатократного збільшення втрат.

Математичне моделювання підтвердило, що величина початкової гідродинамічної ділянки суттєво залежить від розподілу швидкості на вході в канал, проте, розподіл швидкості близький до рівномірного доволі рідко явище. Частіше зустрічаються випадки, коли профіль швидкості u , на вході в канал, відрізняється від рівномірного та, як наслідок, має відрізнитись натурний розподіл тиску від значень, одержаних з обчислювального експерименту.

Список літератури:

1. Малкін Е.С., Тимошенко А.В. Гідродинаміка та теплообмін в концентричних кільцевих мікроканалах з різним ступенем обробки поверхонь, стосовно компактних тепломасообмінних апаратів // 36. наук. праць ювілейної міжнар. науково-технічної конференції „Сучасні екологічно безпечні тепломасообмінні процеси в технологіях легкої промисловості”. – Київ: КНУТД, 2006. – С. 50-52.
2. Малкін Е.С., Тимошенко А.В. Дослідження процесів руху і теплообміну рідини і насиченої водяної пари в кільцевих мікроканалах // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2001. – №1. – С. 53-57.
3. Тимошенко А.В. Гідродинаміка та теплообмін потоку рідини в щільних мікроканалах // Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. – 2007. – 19с.

УДК 536.24

Малкін Е.С. – д.т.н., професор, КНУБА
Тимошенко А.В. – к.т.н., ІТТФ НАН України
Ніколаєнко Ю.С. – д.т.н., с.н.с, Мінпромполітики України
Фуртат І.Е. – к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»
Єфименко С.В. – магістрант, НТУУ «КПІ»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКІВ НА БАЗІ ЩІЛИНИХ МІКРОКАНАЛІВ

Тенденцією розвитку пристроїв обчислювальної техніки і систем керування є розширення їх функціональних можливостей та підвищення швидкодії. Це призводить до збільшення споживаної потужності, значна частина якої виділяється в електронних компонентах у вигляді теплоти. Внаслідок цього підвищується їх температура, а це негативно впливає на надійність роботи. Оскільки створення нових та модернізація існуючих пристроїв здійснюється, як правило, в умовах жорстких конструктивних та габаритних обмежень, то проблема нагрівання стає вирішальною, а її розв'язання – складною науково-технічною задачею.

За останні 20-25 років елементна база пристроїв істотно оновилась: замість малопотужних інтегральних мікросхем з'явилися потужні напівпровідникові елементи (одно- та багатоядерні мікропроцесори, багатокристалні модулі, світлодіоди та лазерні діоди, матриці і модулі на їх основі, матричні кристали фотоприймальних пристроїв тощо). Потужність основного електронного компонента (мікропроцесора) уже досягла 130 Вт, а в недалекому майбутньому очікується її зростання до 200 Вт. Тенденція до постійного збільшення кількості транзисторів на кристалі, зменшення розмірів електронних компонентів та збільшення їх кількості обумовлює подальше зростання питомого тепловиділення електронних компонентів до 100 Вт/см² та загального тепловиділення пристроїв до 20...30 кВт на одну приладову шафу. Гостро ставиться проблема пошуку нових концептуальних підходів до організації тепловідводу та створення більш ефективних засобів забезпечення теплових режимів, які б дозволяли знизити термічний опір тепловіддачі від електронного компоненту до охолоджуючого середовища і за рахунок цього значно збільшити кількість відведеної теплової потужності від однієї шафи з мінімальними енергозатратами.

Велика кількість робіт різних авторів присвячена використанню водяних систем охолодження, у складі яких є спеціальні теплообмінники на основі мікроканалів різного профілю. Однак складність виготовлення, монтажу та невисока ефективність не дозволяє вводити їх у широке застосування, оскільки вони не можуть забезпечити нормальні умови роботи теплонапружених елементів сучасного обладнання.

Перспективним, а може й єдиним шляхом досягнення високих коефіцієнтів тепловіддачі без фазових перетворень є перехід на канали для руху теплоносія, що мають товщину меншу за товщину ламінарного підшару при технічно доцільних швидкостях руху в каналі [1]. Одночасно, застосування таких каналів дозволяє за рахунок великої різниці між гідравлічними опорами при русі рідинної та парової фаз, ефективно їх використовувати в запірно-дреселюючих органах конденсатовідвідників. Проте, в світовій літературі відсутні дані по теоретичному і експериментальному обґрунтуванню механізму гідродинаміки і теплообміну при русі теплоносія в таких каналах. Тому теоретичне і експериментальне вивчення механізму і закономірностей гідродинаміки і теплообміну при русі теплоносія в щілинних мікроканалах є актуальною задачею. Дослідження процесів гідродинаміки та теплообміну потоку рідини в щілинних мікроканалах, сприяють визначенню закономірностей протікання цих процесів та дозволяють розробити науково обґрунтовані способи їх інтенсифікації [2-4].

Для детального вивчення характеристик нових щілинних теплообмінників (одно- та багатоканальних) авторами створений експериментальний стенд, який дозволяє досліджувати режими роботи конструкцій з різною висотою щілинного мікроканалу та порівнювати їх ефективність.

Приведена схема стенду для дослідження різних видів щілинних теплообмінних пристроїв з різною геометрією каналів для протікання теплоносія.

Схема експериментального стенду показана на рис. 1.

Основним елементом експериментального стенду, схема якого приведена на рис.1 є робоча ділянка, що представляє собою зразок щілинного теплообмінника, що встановлений за допомогою чотирьох гвинтів з гайками на тепловому імітаторі. Максимальна потужність імітатора 1200 Вт при напрузі живлення 220 В. Вимірювання сили і напруги електричного струму здійснюється за допомогою вимірювальних пристроїв електричної шафи, а вимірювання споживаної електронагрівачем потужності – за допомогою комплексу К-50. Поверхня теплового імітатора покрита товстим шаром теплоізоляційного матеріалу (базальту), що розміщений в металічному каркасі, що його охоплює, що зводить до мінімуму відтоки теплоти у зовнішнє середовище. Температурне поле на тепловіддаючій поверхні верхньої пластини теплообмінника (ребра) визначається за допомогою трьох хромель-алюмелевих термоелектричних перетворювачів, що підключені через перемикач до мілівольтметра В01-14. За допомогою ще чотирьох термоперетворювачів вимірюється температура води на вході та виході з теплообмінника, температура в зоні контакту теплового імітатора з нижньою пластинкою теплообмінника і температура на поверхні електронагрівача теплового імітатора.

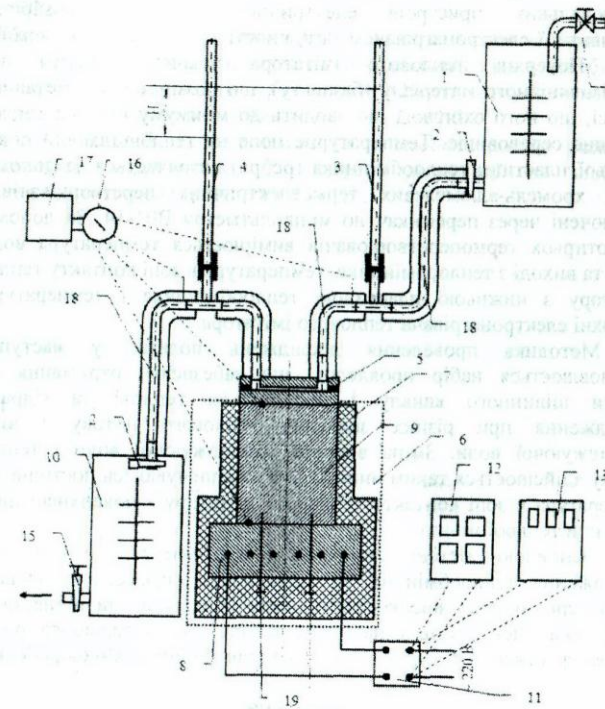


Рисунок 1. Схема експериментального стенду для дослідження теплотехнічних і гідравлічних характеристик теплообмінників на базі щілинних мікроканалів

1. Бак для води. 2. Регулюючий кран. 3, 4. Мірні трубки. 5. Одноканальний щілинний теплообмінник. 6. Імітатор теплового потоку. 7. Теплова ізоляція імітатора теплового потоку. 8. Гріюча панель з ТЕНом. 9. Провідник теплоти до теплообмінника. 10. Мірний бак. 11. Автотрансформатор РНО. 12. Шкільна електрична шафа. 13. Вимірювальний комплекс К-50. 14. Подаючий регулюючий кран. 15. Скидний кран. 16. Перемикач термомпар. 17. Мілівольтметр. 18. Силіконові шланги. 19. Болти.

Основним елементом експериментального стенду, схема якого приведена на рис.1 є робоча ділянка, що представляє собою зразок щілинного теплообмінника, що встановлений за допомогою чотирьох гвинтів з гайками на тепловому імітаторі. Максимальна потужність імітатора 1200 Вт при напрузі живлення 220 В. Вимірювання сили і

напруги електричного струму здійснюється за допомогою вимірювальних пристроїв електричної шафи, а вимірювання споживаємої електронагрівачем потужності – за допомогою комплексу К-50. Поверхня теплового імітатора покрита товстим шаром теплоізоляційного матеріалу (базальту), що розміщений в металічному каркасі, що його охоплює, що зводить до мінімуму відтоки теплоти у зовнішнє середовище. Температурне поле на тепловіддаючій поверхні верхньої пластини теплообмінника (ребра) визначається за допомогою трьох хромель-алюмелевих термоелектричних перетворювачів, що підключені через перемикач до мілівольтметра В01-14. За допомогою ще чотирьох термоперетворювачів вимірюється температура води на вході та виході з теплообмінника, температура в зоні контакту теплового імітатора з нижньою пластиною теплообмінника і температура на поверхні електронагрівача теплового імітатора.

Методика проведення досліджень полягає у наступному. Встановлюється набір прокладок, що забезпечує отримання різної висоти щілинного каналу і проводяться теплові та гідравлічні дослідження при різних значеннях теплового потоку і витрати охолоджуючої води. Зміна витрати охолоджуючої води і теплового потоку здійснюється таким чином, щоб забезпечувалась постійна задана температура в зоні контакту теплового імітатора з поверхнею нижньої пластини теплообмінника.

Основною метою створення експериментального стенду є дослідження теплообмінних та гідравлічних процесів у сучасному теплоенергетичному високоефективному обладнанні та підняття рівня підготовки спеціалістів і наукових кадрів для подальшого розвитку теплоенергетики за рахунок отримання практичних навичок роботи.

Висновки

Створено експериментальний стенд для дослідження характеристик роботи сучасного теплоенергетичного обладнання з використанням високоефективних щілинних теплообмінників; розроблена схема експериментального стенду передбачає можливість підключення щілинних теплообмінників з підвищеною ефективністю охолодження.

Створений стенд дозволяє проводити детальні експериментальні дослідження водяних систем охолодження з використанням щілинних теплообмінників на різних режимах, оптимізувати параметри, наочно вивчати різні режими навантаження.

Список літератури:

1. Тарасов Ф.М. Тонкослойные теплообменные аппараты – М.-Л.: «Машиностроение», 1964.- 364 с.: ил.
2. Малкін Е.С., Тимошенко А.В. Дослідження процесів руху і теплообміну рідини і насиченої водяної пари в кільцевих

мікроканалах // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2001. – №1. – С. 53-57.

3. Малкін Е.С., Тимошенко А.В. Експериментальне вивчення теплообміну в вертикальних кільцевих мікроканалах з однобічним обігрівом та вимушеним рухом рідини // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2006. – Вип. 9. – С. 11-23

4. Тимошенко А.В. Гідродинаміка та теплообмін потоку рідини в щілинних мікроканалах // Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. – 2007. – 19с.

Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Випуск 13. Головний редактор Е.С. Малкін. – К.:КНУБА, 2009. – 108с.

Редакційна колегія: Е.С. Малкін (головний редактор), Ю.К. Росковшенко(заст. головн. ред.), М.В. Степанов (відп. секретар), В.М. Михайленко, О.Л. Підгорний, В.Є. Писарев, В.В. Трофимович, П.М. Єнін, Н.А. Швачко, А.Ф. Строй, В.П. Корбут, С.Ю. Прокоф'єв, Г. Глінцерер, С.І. Борисенко.

Адреса редакції: Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА 03680, Київ, Україна

Рекомендовано до випуску Вченою Радою КНУБА, протокол №49 Від 25 грудня 2009 року.

Визнаний ВАК України як наукове фахове видання (постанова Президії ВАК України № 1-05/6 від 12.06.2002 р.)

Збірник «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання» представлений на сайті Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського www.nbuv.gov.ua

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2009.

ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

УДК 697.92

В.О. Мілейковський, к.т.н., доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА КОНЦЕНТРАЦІЇ В СТРУМИННОМУ ПРИМЕЖОВОМУ ШАРІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПІДХОДУ

Розподіл температури, рухливості, відносної вологості та інших параметрів повітря у вентиляованих приміщеннях визначається сукупною дією припливних вентиляційних струмин, конвективних потоків та інших повітряних течій. Основною проблемою, що постає перед розробниками нових рішень у галузі вентиляції, є відсутність єдиної теорії турбулентних примежових шарів. Основним принципом теорій струминних течій [1, 2 та ін.] є заміна дійсного потоку усередненим у часі, без пульсацій та вихорів. Вплив пульсацій враховується додатковими величинами: довжиною шляху змішування, турбулентною в'язкістю, турбулентним числом Прандтля та ін. Такий підхід описує лише прості течії. Серед струминних течій найбільш простою є вільна слабконеізотермічна струмина. Вона розширюється під кутом $\Theta=12^\circ25'$. Але якщо випустити повітря з дифузора, то цей кут буде більшим. Тому розглядатимуться різні кути розширення струмини.

Професор А.Я.Ткачук [3] виконав аналітичний опис пристінних та струминних примежових шарів без використання додаткових величин, але з урахуванням ролі турбулентних вихорів за методом особливостей. При цьому поверхні тангенціального розриву швидкості описані як дрібновихрові прошарки. Таким чином А.Я.Ткачук обґрунтував відомі дослідні формули профілів швидкості в поперечному перерізі турбулентних потоків. Для струминного примежового шару виконана заміна лінії перегину профілю швидкості тонким вихровим прошарком. Останнє припущення дозволило математично описати лише найбільш прості вільні струмини.

Наявність у струминах клубів – вихорів, сумірних з розмірами струмини – дозволяє для узагальнення методу А.Я.Ткачука використовувати геометричні підходи до опису струминних примежових шарів. У роботі [4] висловлені припущення, що вони відіграють визначальну роль у формуванні струминного примежового шару. Виконано аналіз геометрії вільної слабконеізотермічної струмини. На