

УДК 536.24.083

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ ВІЛЬНІЙ КОНВЕКЦІЇ

Автор – Єлізавета Мірошнікова¹, студ. гр. ТГПВ-21мн
Наукові керівники – ст. лаб. каф. опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання Анатолій Чорнойван²,
доценти кафедри опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання Валерія Ткачова³, Галина Прокоф'єва⁴
¹lizamiroshnikova54@gmail.com, ²anatoly.sirodub@gmail.com,
³tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua, ⁴chornomorets.halyna@pdaba.edu.ua
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

В останні роки спостерігається тенденція до скорочення аудиторно-лабораторних годин до вивчення дисципліни тепломасообміну у вищих навчальних закладах. В той же час об'єм інформації, яку необхідно засвоїти студентом значно збільшився. Тому перед викладачами постає проблема ефективного викладення навчального матеріалу з врахуванням тенденції до скорочення аудиторного навчального часу. Також, серед проблем, що постають перед сучасною системою освіти, є проблема формування навичок дослідницької діяльності у студентів.

До програми вищої технічної освіти включено курс дисципліни тепломасообміну, вивчення якого, перш за все, передбачає залучення студентів до дослідницької діяльності. У наш час одним з важливих методів, який частково вирішує цю проблему є використання у навчанні математичного моделювання, як сильного засобу активізації студентів у навчальному процесі. Метод моделювання сприяє розвитку пізнавальної активності і самостійності у студентів, формує дослідницькі здібності студентів, розкриває їх творчий потенціал, сприяє покращенню засвоєння теоретичного матеріалу.

Все зазначене свідчить про актуальність, яка полягає в тому, що для практичного і теоретичного вивчення дисципліни тепломасообміну, а також проведення досліджень в рамках курсових і випускних кваліфікаційних робіт необхідна лабораторна установка з вивчення процесів тепломасообміну при звичайній конвекції, яка допоможе студентам оволодіти теорією теплообміну, ознайомити з методикою експериментального визначення коефіцієнта тепловіддачі горизонтальної труби у вільному потоці повітря і набути навички самостійного проведення експериментальних дослідів.

Сучасні засоби розробки прикладного програмного забезпечення надають широкий вибір інструментів, як для досвідчених програмістів, так і для не досвідчених в програмуванні користувачів. Ці засоби дозволяють

створювати призначені для користувача програми безпосередньо на стандартних мовах програмування, а також за допомогою спеціальних бібліотек, що є основою ряду інструментальних програмних засобів. Аналіз останніх публікацій з проблеми використання комп'ютерних програм при викладанні технічних дисциплін дає підставу стверджувати, що навчання за допомогою комп'ютера має багато можливостей у сприйнятті, аналізі та накопиченні інформації.

Пакет для розробки прикладного програмування для систем автоматизації LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) дозволяє розробляти прикладне програмне забезпечення для організації взаємодії з вимірювальною і керуючою апаратурою, збору, обробки і відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем в цілому [1–3].

Комп'ютерна модель імітує поведінку реального робочого елемента експериментальної установки і враховує усі необхідні геометричні і масові параметри горизонтальної труби із нержавіючої сталі (рис. 1).

Заздалегідь проводяться натурні дослідження при різних режимах нагріву необхідні для визначення експериментальних залежностей, які використовуються при складанні математичної моделі і далі при складанні коду програми, яка імітує роботу стенду.



Рис. 1. Зовнішній вид стенду реальної лабораторної установки

Моделювання створюється на базі рівняння теплового балансу і на основі законів Стефана-Больцмана і Ньютона-Ріхмана [4; 5]:

$$Q = C \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{тр}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{р}}}{100} \right)^4 \right], \quad (1)$$

де C – приведений коефіцієнт випромінювання, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K}^4)$; $T_{\text{тр}}$ і $T_{\text{р}}$ – абсолютні температури труби і навколишнього повітря К; F – поверхня дослідної труби, м^2 .

Для тіла що випромінює енергію у навколишнє середовище приведений коефіцієнт випромінювання дорівнює:

$$C = \varepsilon \cdot C_0, \quad (2)$$

де $C_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$ – коефіцієнт випромінювання чорного тіла; ε – ступінь чорноти поверхні (для нержавіючої труби $\varepsilon = 0,6$).

$$Q_k = \alpha \cdot \pi \cdot d \cdot \ell \cdot (t_{\text{ср.тр}} - t_p), \quad (3)$$

де Q_k – кількість тепла, що передається повітрю шляхом вільної конвекції, Вт; α – коефіцієнт тепловіддачі, d – зовнішній діаметр труби, м (0,018 м); ℓ – довжина труби, м; $t_p = t_0$ – температура навколишнього повітря, °С; $t_{\text{ср.тр}}$ – середня температура поверхні труби, °С.

У верхній частині на лицьовій панелі моделі лабораторної роботи (рис. 2) наведено схематичне зображення робочої ділянки зі схемою нагрівання і виміру температур. У нижній частині розміщені органи управління, через які програма отримує всі вхідні дані, а саме: кульковий регулятор потужності «Регулятор нагрівання», повзунковий регулятор завдання «температури навколишнього повітря».

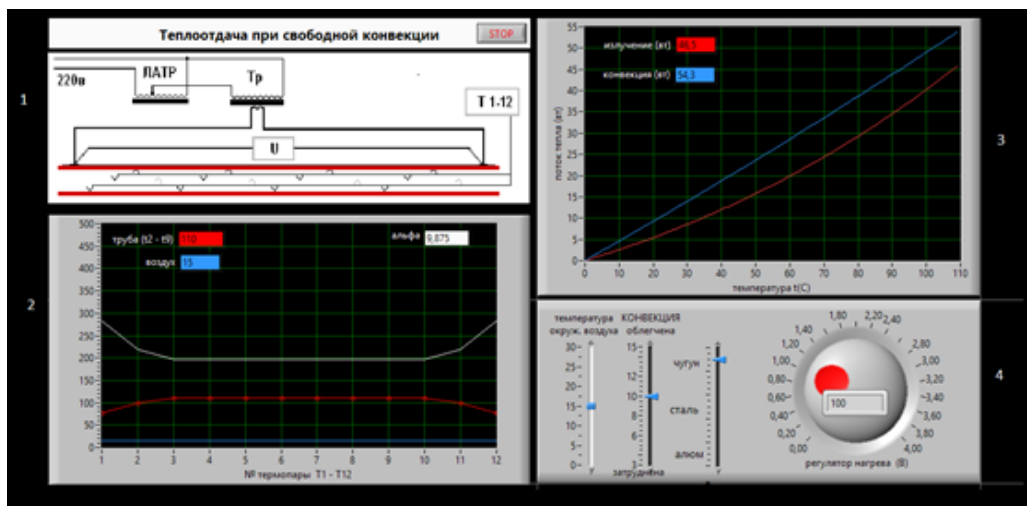


Рис. 2. Схематичне зображення робочої ділянки зі схемою нагрівання і виміру температур на лицьовій панелі моделі лабораторної роботи

Вдосконалена лабораторна робота впроваджена в початковий процес у вигляді наступних комп'ютерних моделей: модель визначення коефіцієнта тепловіддачі; модель залежності коефіцієнта тепловіддачі від температурного напору.

Результати даної роботи можуть зберігатися у текстовому файлі у формі звіту, який в подальшому можна редагувати або роздрукувати для викладача. Як показує практика, при проведенні лабораторних робіт, рухомі комп'ютерні моделі процесів покращують засвоєння навчального матеріалу.

Список використаних джерел

1. О. Г. Кисельова, А. В. Соломін. Програмування в NI LabVIEW. Технологія розробки віртуальних приладів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 276 с.
2. Bitter R., Nawrocki M. LabView : advanced programming techniques, second edition. 2006. 520 p.
3. National Instruments LabVIEW getting started. National Instruments. 2010. 97 p.
4. Константинов С. М. Теплообмін : підруч. для студ. вищих техн. навч. закл. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Київ : Політехніка, 2005. 304 с.
5. Константинов С. М., Панов Є. М. Теоретичні основи теплотехніки : підруч. НТУУ «КПІ». Київ : Золоті ворота, 2012. 592 с.