

УДК 621.326

І. Партола, П. Щудлик, В. Невожай, Т. Дубиняк канд. техн. наук, доц.  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕННЯ

I. Partola, P. Shchudlyk, V. Nevozhai, T. Dubyniak Ph.D, Assoc.Prof.  
MODELING THE PROCESS OF HEAT EXCHANGE DURING ROOM HEATING

Якщо обігрів приміщення здійснюється нагнітанням підігрітого повітря, кількість теплоти затрачена на підігрів середовища до певної температури

$$Q_1 = m_1 C_1 (T_1 - T_2)$$

де  $m_1$ ,  $C_1$ ,  $T_1$  – маса поданого нагрітого повітря, його теплоємність і температура відповідно, а  $T_2$  – температура в приміщенні, що обігрівається.

Кількість теплоти за рахунок тепловтрати через контакт із зовнішнім середовищем з температурою  $T_3$ :

$$Q_3 = K(T_2 - T_3)$$

де коефіцієнт теплообміну

$$K = \frac{kS}{R}$$

( $S$  – площа,  $R$  – тепловий опір).

З рівняння балансу поданої, потраченої на підігрів і на зовнішній теплообмін кількостей теплоти можемо записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(Q_1 - Q_3)}{dt}$$

де  $m_2$ ,  $C_2$  – зведена маса і питома теплоємність середовища, що обігрівається, або

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(m_1 C_1 T_1 - (m_1 C_1 + K)T_2 + K T_3)}{dt}$$

Величини температури  $T_1$  і маси  $m_1$  теплого повітря – є функцією біжучого часу. Також з часом може змінюватися зовнішня температура  $T_3$ , і, відповідно, мінятиметься температура в приміщенні  $T_2$ .

Тому, виходячи з останнього виразу, можна записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = A \frac{dm_1}{dt} + B \frac{dT_1}{dt} + D \frac{dT_3}{dt}$$

де

$$A = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$
$$B = \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$
$$D = \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$

Тобто швидкість встановлення температури в приміщенні залежатиме від швидкості нагрівання теплого повітря, швидкості його подачі і від температури зовні як показано вище.

При переході до концептуальної моделі процесу допускаючи що, швидкість подачі теплоагента  $v_m$  стала, отримаємо спрощений варіант моделі:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} v_m + \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_1}{dt} + \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_3}{dt}$$

На рис. 1 приведена  $S$  – модель системи теплообміну між нагрівником, приміщенням, що обігрівається і зовнішнім середовищем, побудована в середовищі MATLAB SMULINK на основі отриманих співвідношень.

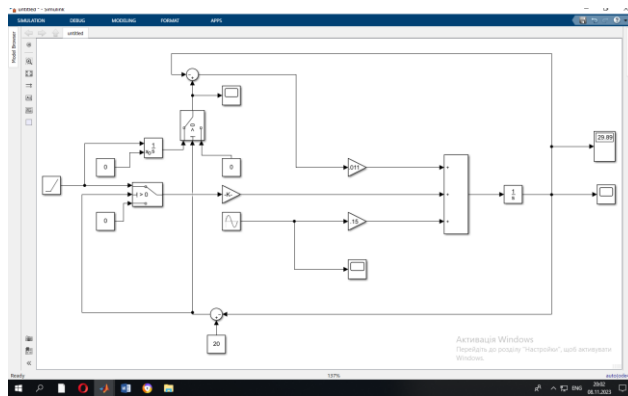


Рисунок 1. S – модель системи теплообміну

Результати симулювання (встановлення заданої температури в приміщенні, при заданій зміні температури зовнішнього середовища і режим роботи нагрівника) показані нижче.

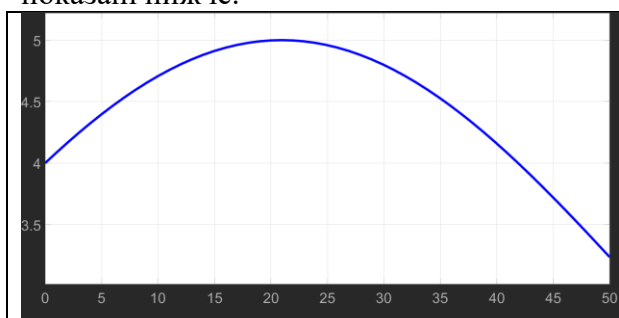


Рисунок 2 Зміна температура зовнішнього середовища

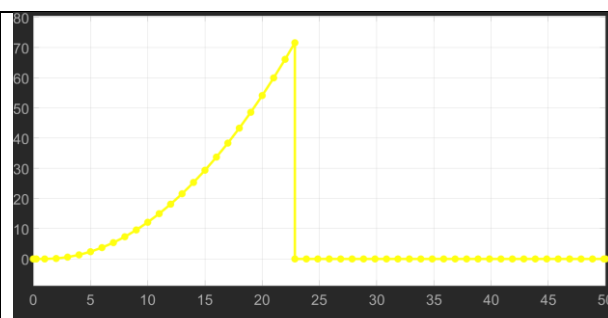


Рисунок 3 Режим роботи нагрівника

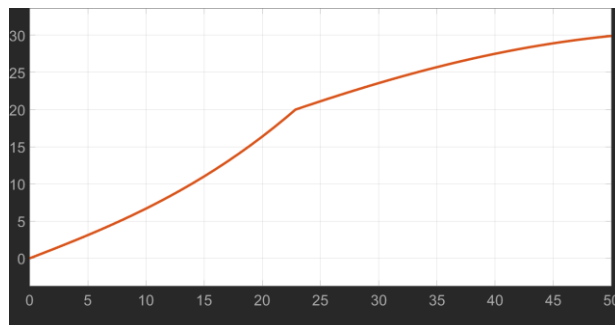


Рисунок 4 Встановлення температури в приміщенні

Симулювання на S – моделі проведено в модельному часі.

#### Висновки

Проведений аналіз процесу теплообміну і симулювання на математичній моделі дозволяють підібрати характеристики використовуваних пристроїв для отримання бажаного ефекту від їх використання.

#### Література

1. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
2. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки. Підручник. Львів, Новий світ 2000, 2003. –205с.
3. Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович Дубиняк, В. Невожай, М. Пошивак // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 142–144. — (Нові та сучасні матеріали та технології).