

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ОФІСНОГО ПРИМІЩЕННЯ

Я.Р. Доюн¹, О.М. Євсеєнко²

¹ магістрант кафедри АУТС, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² доцент кафедри АУТС, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
yaroslav.doiun@cit.khpi.edu.ua

У холодну пору року людина, перебуваючи в приміщенні, що захищається з усіх боків від більш холодного зовнішнього повітря, змушена підтримувати всередині приміщення таку температуру повітря, яка б забезпечувала почуття комфорту. Для підтримки температури повітря на заданому рівні система опалення повинна виділяти у приміщення необхідну кількість тепла.

Мета роботи – отримати математичні моделі процесу теплообміну для електричного нагрівального приладу та приміщення, які дадуть можливість провести аналіз динамічних характеристик теплообміну в приміщенні та побудувати систему керування температурою в приміщенні з прогнозуванням.

У холодний період втрати тепла перевищують його надходження, і нестачу тепла повинні компенсувати обігрівальні прилади. Втрата тепла викликана теплопередачею через зовнішні огороження, нагріванням холодного повітря, проникаючого зовні або подаваного до вентиляції.

Для отримання моделі приміщення як об'єкта управління використовуються рівняння динамічного теплового балансу.

Теплова енергія, що підводиться до приміщення Q , витрачається на нагрівання самого приміщення $Q_{кім}$ та на покриття витрати теплової енергії через огорожувальні конструкції $Q_{ок}$: $Q = Q_{кім} + Q_{ок}$.

Записано рівняння динамічного теплового балансу приміщення в диференційному вигляді [1]:

$$Q dt = G_{пов} \times c_{пов} dt + k_{ок} \times F_{ок} \times D\theta_e dt \quad (1)$$

де $F_{ок}$ - площа поверхні огорожувальних конструкцій, м²;

t - час, с;

$G_{пов}$ - маса повітря, кг;

$c_{пов}$ - питома теплоємність повітря, Дж/(кг·°C);

$k_{ок}$ - коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій, Вт/(м²·°C);

$\Delta\theta_v$ - температурний напір, $\Delta\theta_v = \theta_v - \theta_n$;

θ_v - температура повітря у приміщенні, °C;

θ_n - температура повітря зовні, °C.

З рівняння (1) отримано передавальну функцію приміщення [1]:

$$W(p) = \frac{\frac{Q}{k_{ок} \times F_{ок}} + \theta_n}{T_{ім} p + 1},$$

де $T_{ім} = \frac{G_{пов} \times c_{пов}}{k_{ок} \times F_{ок}}$.

Отримано рівняння динамічного теплового балансу в диференційному вигляді для ТЕН:

$$I^2 \cdot R - \alpha_e F_e (\theta_e - \theta_{A1}) = m_e c_e \frac{d\theta_e}{dt}, \quad (2)$$

де c_e – питома теплоємність ТЕН; m_e – маса ТЕН; α_e – коефіцієнт тепловіддачі між повітря у середині калорифера і зовнішньою поверхнею ТЕН; F_e – площа поверхні ТЕН; I – струм; R – опір.

Надано рівняння динамічного теплового балансу в диференційному вигляді для повітряного простору нагрівального приладу [2]:

$$G_a c_a (\theta_{a0} - \theta_{a1}) + \alpha_e F_e (\theta_e - \theta_{a1}) = m_a c_a \frac{d\theta_{a1}}{dt}, \quad (3)$$

де c_a – питома теплоємність повітря; m_a – маса повітря у об'ємі нагрівального приладу.

Після спрощення, лінеаризації рівнянь (2), (3) система рівнянь динамічного теплового балансу для нагрівального приладу в області Лапласа прийме вигляд [2]:

$$\begin{cases} \Delta\theta_e(T_e p + 1) = k_0 \Delta P + k_1 \Delta\theta_{a1} \\ \Delta\theta_{a1}(T_a p + 1) = k_2 \theta_e + k_3 \Delta\theta_{a0} + k_4 \Delta G_a, \end{cases}$$

де $K_e = a_e F_e$, $T_e = m_e c_e / K_e$, $k_0 = 1 / K_e$, $k_1 = 1$;

$K_a = G_a c_a + a_e F_e$, $T_a = m_a c_a / K_a$, $k_2 = a_e F_e / K_a$, $k_3 = 1 - k_2$, $k_4 = c_a (\theta_{a0} - \theta_{a1}) / K_a$.

На рис. 1 зображено структурну схему моделі приміщення та нагрівального приладу. Рис. 2 дозволяє проаналізувати поведінку температури в приміщенні при включеному нагрівальному приладі. В даній роботі було змодельовано теплові процеси в кімнаті в MATLAB та побудовано сімейство перехідних характеристик для побудови системи керування температурою в приміщенні з прогнозуванням.

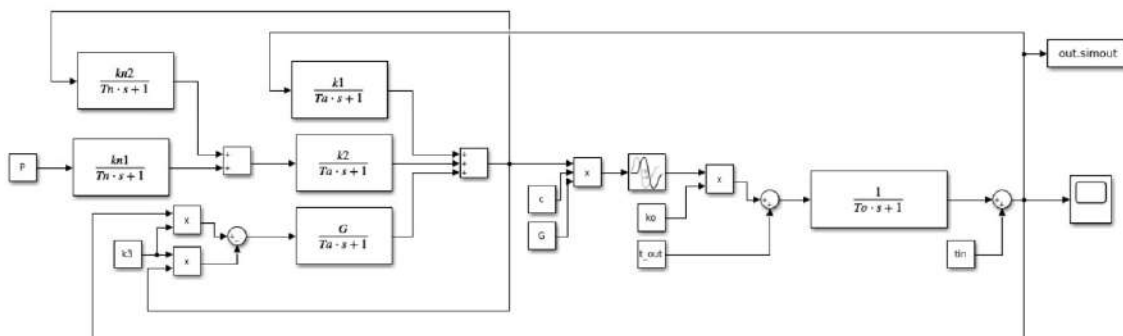


Рис. 1 – Загальна структурна схема моделі приміщення та нагрівального приладу

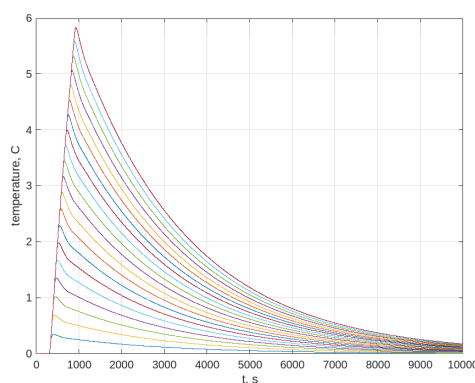


Рис. 2 – Сімейство перехідних характеристик

Список літератури:

1. Petro Kachanov, Oleh Yevseienko, Nataliia Yevsina. DEVISING A METHOD TO IMPROVE THE ACCURACY OF MAINTAINING THE PRESET TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS AT A VEGETABLE STORAGE FACILITY UNDER A FOOD STORING MODE // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (2 (110)), 89-98.

2. Голінко І. М., Галицька І.Є. Динамічна модель теплообміну для водяного калорифера у просторі станів // Інформаційні системи, механіка та керування. Київ – 2016. № 15, – С. 83–92.