

## ТЕПЛОВА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ОДНОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ З РЕВЕРСИВНИМ ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ

*Дем'янчук О.З.* - гр. ДФЕЕЕ-24, аспірант, [demianchuk.oz@knu.edu.ua](mailto:demianchuk.oz@knu.edu.ua)

*Шавьолкін О.О.* - д.т.н., проф., [shavolkin@gmail.com](mailto:shavolkin@gmail.com)

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**Мета роботи.** Вдосконалити теплову модель системи мікроклімату одноквартирного будинку з реверсивним тепловим насосом (ТН) і гарячим водопостачанням (ГВП) з врахуванням теплової інерції будівлі. Це дозволить підвищити достовірність відтворення погодинних графіків споживання електроенергії та теплових навантажень на основі паспортних даних ТН та параметрів будівлі [1-3].

**Модель будинку та дані.** Розглянуто середньостатистичний одноповерховий житловий будинок площею 120 м<sup>2</sup> (габарити 8 м × 15 м, висота поверху 2,8 м), розташований у Київській області, II кліматична зона [1]. Будівля орієнтована довгим фасадом на південь і експлуатується в режимі постійного проживання сім'ї з чотирьох осіб. Огороджувальні конструкції підібрані таким чином, щоб наведені коефіцієнти теплопередачі  $U$  відповідали або перевищували мінімальні нормативні значення [2-4]. Особливістю є врахування в моделі під час визначення поточної температури теплової інерції будівлі (задається питомим значенням теплоємності на м<sup>2</sup> кондиціонованої площі). Пропонована модель допускає уточнення параметрів конструкцій для досягнення цільових показників електроспоживання та узгодження з вибором потужності реверсивного теплового насоса(ТН).

**Тепловий насос.** ТН моделюється математичною моделлю, виконаної відповідно до його технічних характеристик [6], що дозволяє визначати значення споживаної електричної потужності відповідно до теплової потужності, температури повітря і теплоносія. Режими (опалення, охолодження, ГВП) задаються з інтерполяцією між опорними точками “мін-ном-макс”. Отримані добові профілі та залежність COP/EER від зовнішньої температури узгоджуються з результатами для індивідуальних будинків [5].

**Гаряче водопостачання.** Бойлер модельовано за об'ємом, температурним режимом і тепловтратами. Розглядаються такі сценарії нагріву: електронагрівачем (ТЕН) або від ТН у режимі ГВП. Профіль водорозбору — типовий добовий із ранковими/вечірніми максимумами [1].

**Початкові та граничні умови.** Внутрішня температура підтримується в робочому діапазоні комфортності (окремі параметри для опалення/охолодження). Зовнішні впливи задано погодинними рядами температури та інсоляції для трьох характерних діб: ясної, частково хмарної та безсонячної [1-2]. Це дозволяє побудувати графіки зміни температури.

**Аналіз результатів.** За рахунок врахування теплової інерції будівлі, всіх втрат і надходжень тепла (включаючи трансмісійні через огорожі і на ґрунт, тепло від сонячної радіації через непрозорі і прозорі елементи конструкції, від внутрішніх джерел тепла, включаючи втрати тепла в баку ГВП) та використання в розрахунку погодинних графіків температури зовні будинку і сонячної радіації для місця розміщення об'єкта модель дозволяє оцінювати температурний режим і витрати енергії на охолодження за різних умов у динамічних режимах. Особливістю є орієнтація на уточнення показників в динамічних режимах, отримання графіків поточних значень в добовому циклі.

**Висновки.** Розроблена теплова модель системи мікроклімату одноквартирного будинку дозволяє отримати графіки потужності та добові витрати на нагрів і охолодження, чого достатньо для підбору обладнання й попередніх інженерних рішень. Урахування теплової інерції та повного балансу втрат/надходжень забезпечує узгоджену поведінку в динаміці. На практиці параметри можуть уточнюватися за даними експлуатації. Модель може бути основою для наступних робіт із налаштування параметрів і розроблення стратегій керування мікрокліматом.

#### Список використаних джерел:

1. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. ДП “УкрНДНЦ”, чинний з 01.03.2023.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Мінрегіонбуд України, 2011.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Мінрегіон України, 2013.
4. EN ISO 13370:2017. Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods. ISO, 2017. (Згадано також у бібліографії ДСТУ 9190.)
5. Zajacs, A., Lebedeva, K., Bogdanovics, R. (2023). Evaluation of Heat Pump Operation in a Single-Family House. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 60(3), 85–98. DOI:10.2478/lpts-2023-0019.
6. iDM ENERGIESYSTEME GMBH. Installation Instructions AERO ILM 2–7, 812583 Rev.2 (паспортні дані TH).