

# ВПЛИВ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЛІ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Проаналізовано фактори, що впливають на енергопотребу системи кондиціонування повітря. Запропоновано схему системи холодопостачання. Оцінено вплив термічного опору стін, вікон, підлоги та теплопровідності ґрунту на величину енергопотреби системи теплохолодопостачання будівлі.*

**Ключові слова:** енергопотреба, кондиціонування повітря, огорожувальні конструкції.

## *Abstract*

*The factors influencing the energy consumption of the air conditioning system are analyzed. The scheme of the refrigeration system is offered. The influence of thermal resistance of walls, windows, floor and thermal conductivity of the soil on the energy consumption of the heat and cold supply system of the building is estimated.*

**Keywords:** energy consumption, air conditioning, fencing.

## **Вступ**

На даний час значно розширилось коло застосування комфортних систем кондиціонування повітря (СКП) у будівлях різного призначення, що пов'язано із необхідністю захисту від вуличного шуму, забруднення атмосфери тощо. В теперішній час системами кондиціонування повітря обладнують не лише залежно від кліматичних умов і необхідності підтримання оптимальних параметрів мікроклімату у певних приміщеннях, а й навіть у будівлях поліклінік, навчальних закладів, житлових багатопверхівок, торговельних центрів та магазинів [1].

Головний принцип, яким необхідно керуватись під час вибору технічного рішення в процесі проектування систем вентиляції і кондиціонування повітря – досягнення бажаної мети у економічно доцільних межах. Це означає, що споживання теплоти, холоду і електроенергії, а також капітальні витрати на обладнання повинні бути наближені до їх мінімального значення.

Показники роботи системи тепло і холодопостачання залежать від кліматичних умов [2], наявності та величини внутрішніх тепловидходжень, а також від теплотехнічних характеристик будівлі. Тому для оцінка впливу характеристик огорожувальних конструкцій будівлі на споживання енергоносіїв системою теплохолодопостачання є актуальною задачею.

## **Результати дослідження**

З метою вибору тієї чи іншої схеми забезпечення теплотою та холодом системи кондиціонування повітря нами проведено аналіз роботи таких холодильних машин: парокompресійних типу “повітря-вода”, типу “вода-вода” та абсорбційної [3]. За результатами оцінки техніко-економічних показників наведених систем для холодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення обрано варіант із холодильною машиною типу «повітря-вода».

Взята для ілюстрування будівля вміщує 407,51 м<sup>2</sup> приміщень громадського призначення, що мають потребу у кондиціонуванні повітря.

Керуючись настановами викладеними у [4, 5] було розроблено математичну модель і проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик будівлі на показники роботи системи теплохолодопостачання, а саме на величину сумарної енергопотреби та холодильної потужності системи кондиціонування повітря. Виконано оцінку таких величин теплового балансу приміщень: сумарна теплопередача трансмісією, сумарна теплопередача системою вентиляції, внутрішні тепловидходження, загальні сонячні тепло надходження (рис. 1). Виконувалася моделювання процесів для періоду робо-

ти системи кондиціонування повітря, а саме із травня по вересень місяць. Під час проведення досліджень встановлено, що у літні місяці року надходження теплоти від сонячного випромінювання переважають над іншими складовими теплового балансу приміщень, тоді як у вересні та травні усі величини відрізняються не більше ніж на 20 %.

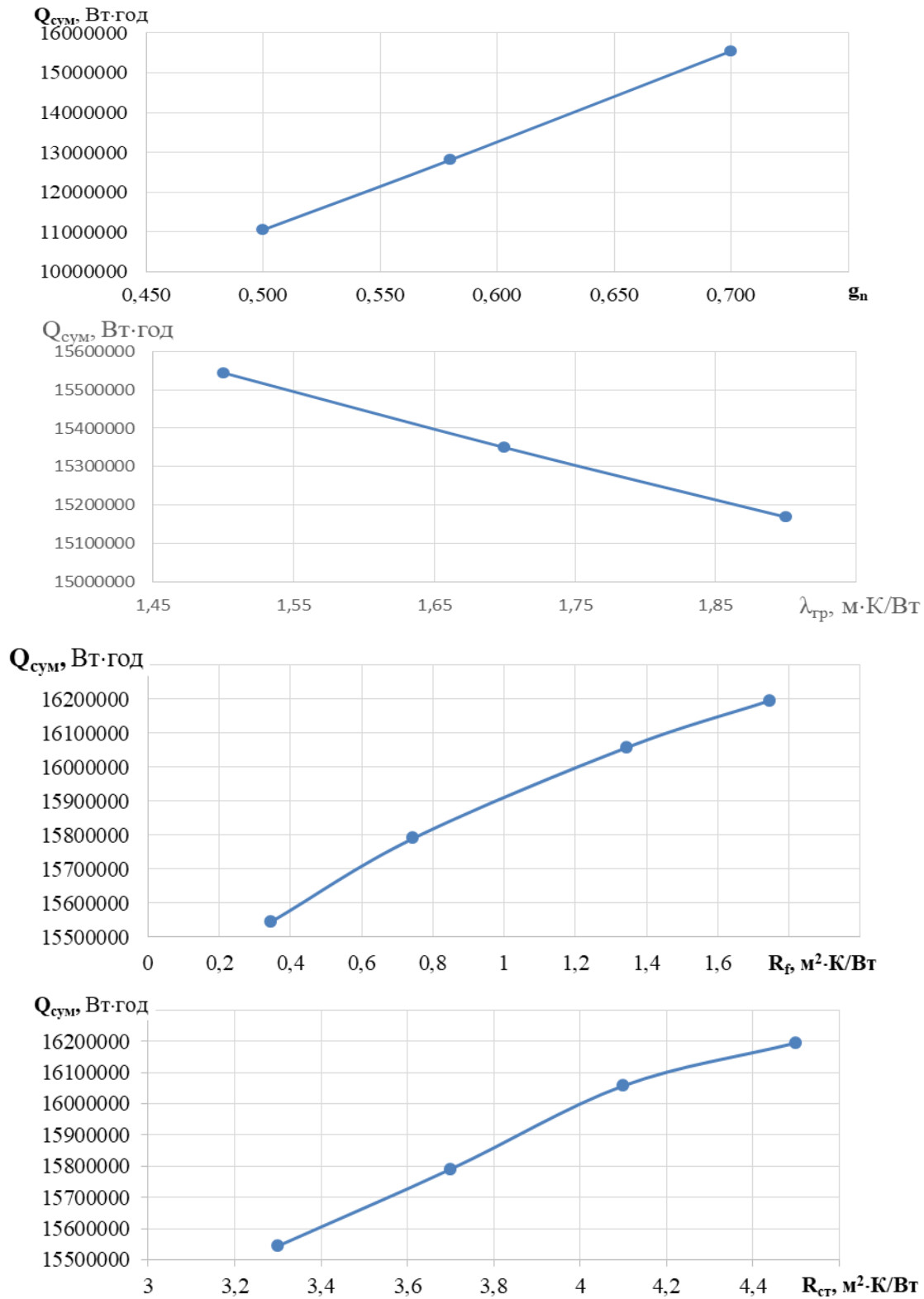


Рисунок 1 – Графіки залежності сумарної енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  від від коефіцієнту загального пропускання сонячної енергії  $g_n$ , теплопровідності ґрунту  $\lambda_{\text{тр}}$ , термічного опору підлоги  $R_f$ , та термічного опору стін  $R_{\text{ст}}$

Оскільки більша частина світлопрозорих зовнішніх огорожень громадських приміщень зорієнтовані на захід, то важливим є питання захисту від надмірного сонячного випромінювання в другій половині дня, особливо влітку. Проведено дослідження зміни сумарної енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  системи кондиціонування повітря від коефіцієнту загального пропускання сонячної енергії  $g_n$ . Результати дослідження показано на рис. 1.

Як видно з рис. 1 зміна селективного покриття вікна на 14,3 % призводить до зменшення енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  приміщень на 28,9%, тоді як максимальна холодильна потужність зменшується лише на 16,8%.

Відомо, що зміна вологості ґрунту збільшує його теплопровідність. Проведено оцінку впливу теплопровідності ґрунту на показники роботи системи холодопостачання, встановлено, що збільшення теплопровідності ґрунту  $\lambda_{\text{гр}}$  на 26,7% призводить до зменшення енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  лише на 2,4%.

За проектом підлога першого поверху будівлі не утеплена. В результаті утеплення підлоги товщиною 70 мм (коефіцієнт теплопровідності утеплювача 0,05 м·К/Вт) термічний опір підлоги  $R_f$  збільшиться до 1,745 м<sup>2</sup>·К/Вт, а сумарна енергопотреба в теплу пору року зростає на 4,19%, але при цьому покращаться умови мікроклімату у громадських приміщеннях у холодну пору року.

Вимоги [5] регламентують термічний опір стін не менше 3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт. Саме з такими характеристиками збудована розглянута будівля. Збільшення термічного опору стіни  $R_{\text{ст}}$  у 1,5 рази збільшує енергопотребу  $Q_{\text{сум}}$  у теплу пору року на 0,58%, але суттєво знизить енергопотребу взимку.

Згідно із [5] термічний опір світлопрозорих огорожень (вікон) має бути не менше ніж 0,75 м<sup>2</sup>·К/Вт, а збільшення термічного опору до 1,16 м<sup>2</sup>·К/Вт приведе до збільшення потреби у холоді на 3,32%.

## Висновки

Встановлено, що на показники роботи системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення впливають кліматичні характеристики району забудови, наявність внутрішніх тепло надходжень та теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі.

Визначено, економічно доцільно застосовувати систему холодопостачання на основі парокомпресійної холодильної машини типу "повітря-вода".

Розроблено математичну модель та проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик стін, вікон, підлоги на сумарну енергопотребу та максимальну потужність системи холодопостачання. Встановлено, що зменшення енергопотребы системи кондиціонування повітря можна досягти нанесенням селективного покриття на вікна та збільшенням теплопровідності ґрунту. Покращення теплотехнічних характеристик стін та вікон приведе лише до зменшення енергопотребы взимку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с
2. Степанова Н. Д. Теплові мережі [Текст] : навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 135 с.
3. Степанова Н.Д. Ефективність системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горовенко // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції " Енергоефективність в галузях економіки України-2019", Вінниця, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/viewFile/8396/7002>.
4. ДСТУ Б.А. 2.2–12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_a\\_2\\_2\\_12/5-1-0-1781](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_a_2_2_12/5-1-0-1781).
5. ДБН В.2.6–31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель/ Мінбуд України. – К.:ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 66 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Строительная кліматологія. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : <http://dwg.ru/dnl/10758>.
7. Холодильні машини AQUACIAT. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : [http://www.ciat.ru/rubrique/index/rus-catalogue/33/AQUACIAT-\(NEW\)-LD/2346](http://www.ciat.ru/rubrique/index/rus-catalogue/33/AQUACIAT-(NEW)-LD/2346).

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Горовенко Яна Сергіївна**, студентка групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com .

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovand@i.ua

**Gorovenko Yana S.**, student of TE-19m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com .