

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі було досліджено ефективність роботи системи тепло- та холодопостачання житлового будинку з приміщеннями громадського призначення. Встановлено, що застосування реверсивних холодильних машин, призводить до зниження споживання робочого палива системою тепло- та холодопостачання. Створено математичну модель та проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик стін, вікон, підлоги на сумарну енергопотребу та максимальну потужність системи холодопостачання, в результаті досліджень встановлено, що покращення теплотехнічних характеристик будинку може призвести до зниження енергопотреб системи опалення та витрати умовного палива у системи тепло- та холодопостачання. Проведено аналіз економічної ефективності системи тепло- та холодопостачання.

Ключові слова: енергопотреба, холодопостачання, система опалення.

Abstract

The efficiency of the heat and cooling supply system of a residential building with public premises was investigated. It is established that the use of reversible refrigeration machines leads to a decrease in the consumption of working fuel by the heat and cold supply system. A mathematical model was created and a study of the impact of thermal characteristics of walls, windows, floors on total energy consumption and maximum capacity of the cooling system, as a result of research found that improving the thermal characteristics of the house can reduce energy consumption and fuel consumption in heat and cooling systems. The analysis of economic efficiency of the heat and cold supply system is carried out.

Keywords: energy consumption, air conditioning, fencing.

Вступ

Сучасні українські будівельні компанії зводячи багатоповерхові будівлі перший (перші) поверх проєктують повністю або частково для приміщень нежитлового (іншого призначення). Це передусім пов'язано із підвищенням окупності капіталовкладень у будівництво. Такі приміщення для забезпечення певних умов комфорту мають потребу не лише у теплоті, а й у холоді. Одним із завдань сучасних систем тепло- та холодопостачання є суттєве зменшення споживання енергетичних ресурсів та підвищення ефективності використання теплоти палива.

Як відомо, пікові потужності системи тепло- і холодопостачання передусім залежать від клімату місцевості, наявності та величини внутрішніх надходжень теплоти, а також від теплотехнічних характеристик зовнішніх оболонок будівлі. Тому питання оцінки впливу характеристик огорожувальних конструкцій будівлі на споживання енергоносіїв системою тепло- і холодопостачання є актуальною задачею.

Результати дослідження

Метою даної роботи підвищення ефективності системи теплохолодопостачання будинку для забезпечення відповідних параметрів мікроклімату у різних приміщеннях будинку і заощадження витрат на роботу систем шляхом вибору оптимальних параметрів підсистем в системі теплохолодопостачання.

У зв'язку з цим поставлені задачі:

- Створити методику оцінки ефективності роботи системи теплохолодопостачання.
- Дослідити вплив теплотехнічних характеристик на енергопотреби будівлі.
- Обґрунтувати вибір характеристик елементів підсистем у системі теплохолодопостачання.

- Запропонувати ефективну систему теплохолодопостачання, що надійно покриває енергопотреби усіх категорій приміщень будинку, теплотехнічні характеристики конструкцій будинку, а також склад потужностей енергетичного обладнання.

Об'єкт дослідження – енергетична та екологічна ефективність системи теплохолодопостачання

Предмет дослідження – Теплообмінні процеси у конструкціях будинку та процеси генерування теплоти та холоду у елементах системи теплохолодопостачання.

Методи дослідження. Математичне моделювання для дослідження показників ефективності системи теплохолодопостачання.

Науково-практична новизна одержаних результатів.

Набули подальшого розвитку системи теплохолодопостачання, за рахунок оцінки впливу теплотехнічних характеристик об'єкту теплопостачання на показники роботи комбінованих систем шляхом визначення співвідношення потужностей теплоенергетичного обладнання, експлуатаційних затрат.

Доведено ефективність впровадження реверсивних холодильних машин типу «повітря–вода» та котлів на біомасі у систему теплохолодопостачання. Показано, що застосування реверсивних холодильних машин, призводить до зниження споживання робочого палива системою теплохолодопостачання (на 4,46 %) та зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище (NO_x – на 0,8 %) у порівнянні із роздільною системою теплохолодопостачання, а покращення теплотехнічних характеристик будинку на 36...55 % може призвести до зниження енергопотреби системи опалення на 6,04 % та витрати умовного палива на 1,7 %.

Практичне значення отриманих результатів. Результати роботи можуть стати основою для вдосконалення систем децентралізованого енергозабезпечення житлових будинків з вбудованими приміщеннями громадського призначення, забезпечити збереження паливно-енергетичних ресурсів в нових системах тепло- та холодопостачання за рахунок оцінки ефективності роботи комбінованих систем з джерелами теплової енергії різного типу шляхом визначення витрат енергоресурсів, екологічних показників з урахуванням параметрів клімату, теплотехнічних характеристик конструктивних елементів будинку, складу та потужностей енергетичного устаткування, діючих тарифів на енергоносії.

Споживання теплоти, холоду і електроенергії, а також капітальні витрати на обладнання повинні бути наближені до їх мінімального значення. З кожним роком збільшуються вимоги до енергоефективності будівель [1], тому доцільно провести оцінку впливу теплотехнічних характеристик. Розглянемо вплив коефіцієнту загального пропускання сонячної енергії, теплопровідності ґрунту, термічного опору підлоги, та термічного опору стін на енергопотреби в холоді та теплоті на прикладі приміщення громадського призначення площею $407,1 \text{ м}^2$. Задля реалізації даної мети було створено математичну модель, використовуючи рекомендації, наведені у [1, 2, 3, 4].

Досліджуючи показники енергоефективності будівлі за допомогою розробленої моделі встановлено, що:

- зміна селективного покриття вікна на 14,3 % призводить до зменшення енергопотреби приміщень громадського призначення в холоді на 28,9% [5], а енергопотреби в теплоті збільшує на 3,57%;
- збільшення теплопровідності ґрунту $\lambda_{\text{гр}}$ на 26,7% призводить до зменшення енергопотреби в холоді лише на 2,4% [5], та збільшення енергопотреби в теплоті на 0,62%;
- збільшення термічного опору підлоги з $0,34$ до $1,745 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ веде до зростання сумарної енергопотреби в теплу пору року на 4,19% [5], а холодну – до зменшення на 0,84%;
- збільшення термічного опору стіни $R_{\text{ст}}$ у 1,5 рази збільшує енергопотребу $Q_{\text{сум}}$ у теплу пору року на 0,58%, а в холодну пору року енергопотреби в теплоті зменшуються на 3,15 % (рис. 1);
- зміни термічного опору вікон із $0,75$ на $1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, встановлено, що у теплу пору року така зміна призводить до збільшення енергопотреби у холоді (в теплу пору року) на 3,32 %, а у холодну пору року – зменшує енергопотребу у теплоті на 2,89%.

Висновки

У роботі проведено аналітичний огляд літературної та патентної інформації. Проаналізовано системи теплопостачання та теплохолодопостачання.

Для дослідження показників роботи енергоефективної система тепло- та холодопостачання житлового будинку з приміщеннями громадського призначення створено та реалізовано у середовищі

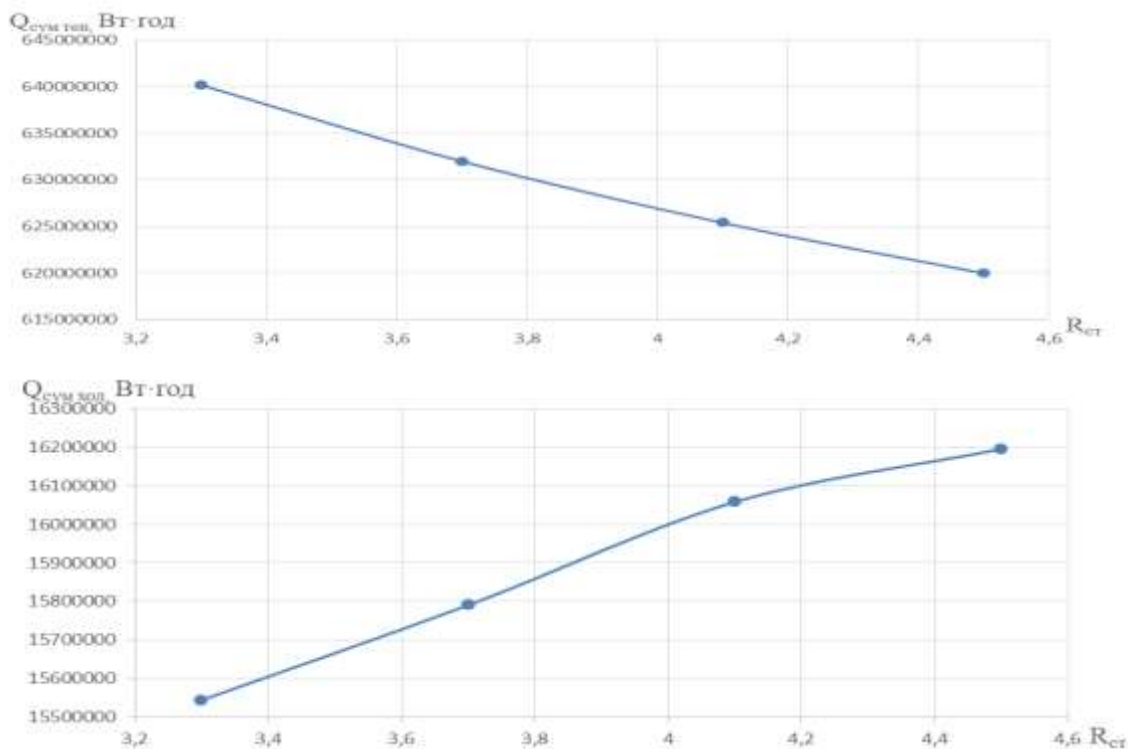


Рисунок 1 – Графіки залежності сумарної енергопотребі у холоді $Q_{\text{сум хол}}$ та теплоті $Q_{\text{сум теп}}$ від термічного опору стін $R_{\text{ст}}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)

Excel математичну модель. Використовуючи дану математичну модель проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик стін, вікон, підлоги на енергопотребу у теплоті, холоді та максимальну потужність системи холодопостачання. Було встановлено, що зменшення енергопотребі в холоді та теплоті можна досягти нанесенням селективного покриття на вікна та збільшенням теплопровідності ґрунту. Встановлено, що зміна селективного покриття вікна на 14,3 % призводить до зменшення енергопотребі приміщень в холоді на 28,9%, а енергопотребі в збільшенні теплоти на 3,57%. Досліджено, що збільшення теплопровідності ґрунту $\lambda_{\text{гр}}$ на 26,7% призводить до зменшення енергопотребі в холоді лише на 2,4%, в теплоті -3,5%. За допомогою розробленої математичної моделі встановлено, що енергомодернізація, яка включатиме утеплення стіни (додатково 5 см мінеральної вати) і заміна вікон дозволить зменшити енергопотребу у теплоті на 6,04 %, що дозволить зменшити витрат умовного палива на виробництво теплоти в системі теплохолодопостачання на 1,7 %.

Досліджено можливість встановлення замість холодильної машини реверсивну теплохолодильну машину, яка влітку працює як холодильна машина, а взимку – як тепловий насос [6, 7]. Для умов даного об'єкту можна на тому ж обладнанні додатково виробити 367,15 ГДж теплоти, що дозволить зменшити споживання пеллет на 24,57 т за опалювальний період. Використання теплохолодильної машини дозволить покривати повністю потреби теплоти для системи вентиляції та 2 % потреби теплоти для системи опалення. Впровадження такої схеми тепло- та холодопостачання підтверджується і екологічними показниками і дозволить знизити викиди NO_x у навколишнє середовище на 0,7 %.

Розраховано енергопотребу для охолодження $Q_c = 11543,05$ кВт·год, визначенно максимальне споживання холоду $Q_x = 24,27$ кВт. На підставі отриманих результатів підібрано обладнання для системи холодопостачання: холодильна машина AQUACIAT 2 LDH 100V з холодопродуктивністю $Q_{\text{хм}} = 27,4$ кВт та споживаною потужністю $N_e = 9,1$ кВт. Для забезпечення потреб холодопостачання обрано типовий теплообмінник Thermaks PTA 16 – P-0614.

Розроблена система автоматичного контролю і регулювання температури прямої води для котлів, також описана робота схеми сигналізації і захисту водогрійних котлів.

Технологічна сигналізація при несправності обладнання спрацьовує при порушенні електропостачання; в разі відхилення тиску від номінального в контрольних точках на прямому та зворотному трубопроводах. Проведено розрахунок триходового клапана, для регулювання температури мережної

води в зворотному трубопроводі. Обрано триходовий клапан марки Danfoss VRG 3, внутрішній діаметр $d_y=15$ мм, пропускна здатність $K_{vs}=0,63$ м³/год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. ДБН В.2.6–31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель/ Мінбуд України. – К.:ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 66 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Строительная кліматологія. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : <http://dwg.ru/dnl/10758>.
4. Степанова Н. Д. Теплові мережі [Текст] : навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 135 с.
5. Степанова Н.Д. Вплив теплотехнічних характеристик теплоізоляційної оболонки будівлі на показники роботи системи теплохолодопостачання / Н. Д. Степанова, Я. С. Горovenko // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві - 2020", Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/viewFile/10933/9124>
6. Степанова Н.Д. Ефективність системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горovenko // 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>.
7. Степанова Н.Д. Комбінування традиційних та альтернативних джерел енергії в системі теплохолодопостачання житлового будинку з вбудованими приміщеннями іншого призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горovenko, П. І. Муслімов // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Ін-новаційні технології в будівництві", Вінниця, 2018.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Горovenko Яна Сергійвна, 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, Vinnitsia, e-mail: Stepanovand@i.ua

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