

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено аналіз літературної та патентної інформації з енергоефективних екологічно чистих технологій зменшення енергоспоживання громадських будівель, розроблено математичну модель для дослідження показників енергоспоживання будівлі в режимі опалення та охолодження, запропоновано схему експериментального стенду для дослідження показників теплового насоса, розроблено технологію монтажу теплового пункту з теплонасосними установками, виконано розробку кошторису та економічних показників теплового пункту.

Ключові слова: теплохолодопостачання, енергоспоживання, теплонасосна установка, енергоефективність, будівля

Abstract

The analysis of literature and patent information on energy efficient environmentally friendly technologies to reduce energy consumption of public buildings, developed a mathematical model to study the energy consumption of the building in heating and cooling, proposed a scheme of an experimental stand to study heat pump performance, developed technology installation, developed an estimate and economic indicators of the heating station.

Keywords: heat and cold supply, energy consumption, heat pump installation, energy efficiency, building

Вступ. Постановка задачі

Останніми роками на перше місце виходить проблема забезпечення промисловості та житлово-комунального сектора енергією з максимальною екологічною економічною та енергетичною ефективністю.

В зв'язку із збільшенням попиту і зменшенням пропозиції на викопні палива їх ціна та споживання стрімко зростають і будуть зростати в майбутньому. Світова спільнота взяла на себе зобов'язання зменшити до 2050 року кількість парникових газів на 30%.

Для зменшення техногенного навантаження від енергетичних систем в навколишнє середовище прийнято рішення активно розвивати відновлювані джерела енергії паралельно із розвитком місцевих палив, використанням біомаси та біогазу з органічних відходів.

Одною з енергоефективних, екологічно чистих та простих в експлуатації технологій використання відновлюваної енергії є теплонасосні установки. Додатковою їх перевагою є можливість роботи в реверсивному режимі для вироблення теплоти в холодний період та холоду в теплий період року.

Метою роботи є зменшення споживання викопних палив та техногенного навантаження на навколишнє середовище шляхом розробки енергоефективної системи теплохолодопостачання адміністративної будівлі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- аналітичний огляд літературної та патентної інформації щодо енергоефективних заходів для зменшення енергоспоживання громадських будівель;
- розробка математичної моделі для виконання досліджень показників енергоспоживання будівлі;
- дослідження показників енергоспоживання будівлі за умов впровадження енергозберіжних заходів;
- розробка теплової схеми експериментального стенду для дослідження показників роботи теплового насоса «повітря-вода»;
- розробка технології монтажу обладнання теплопункту з теплонасосними установками;
- розробка економічних показників теплового пункту з теплонасосними установками.

Об'єктом дослідження є теплохолодопостачання адміністративної будівлі.

Предметом дослідження є ефективність теплонасосної установки для теплохолодопостачання адміністративної будівлі.

Новизна

Отримали подальший розвиток методи підвищення енергоефективності систем теплохолодопостачання будівель шляхом встановлення реверсивних теплових насосів. З використанням розробленої математичної моделі досліджено та проаналізовано вплив енергозбережних заходів та енергоспоживання системи охолодження адміністративної будівлі.

Для виконання роботи використані методи математичного моделювання, методи аналізу та синтезу холодильних та теплоенергетичних систем, методи оцінки енергоефективності будівлі.

Результати досліджень

В даній роботі розглянута проблема підвищення ефективності та зменшення використання викопних енергоресурсів для системи теплохолодопостачання адміністративної будівлі шляхом розробки теплового пункту з тепловими насосами «повітря-вода».

Виконано аналіз об'єкту проектування – будівлі Херсонського аеропорту цивільної авіації. Площа приміщень громадського призначення 1013,6 м². Об'єм приміщення $V = 3446 \text{ м}^3$. Внутрішня температура в приміщеннях в режимі опалення 18 °С, а в режимі охолодження 24 °С.

В тепловому пункті пропонується встановити два реверсивні теплові насоси Dimplex LA 60 TUR+ типу «повітря - вода» тепловою потужністю по 60 кВт споживаною електричною потужністю 14,95 кВт. Виконано розрахунок і підбір обладнання для системи розподілу теплоти і холоду в будівлі. Визначено діаметри трубопроводів, швидкості води, втрати тиску в розподільчих контурах.

Виконано аналіз літературної та патентної інформації щодо засобів зменшення енергоспоживання систем опалення та охолодження будівель. Виявлено, що для зменшення енергоспоживання на опалення ефективним є збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій, використання енергоефективного джерела теплоти та встановлення рекуператорів в системі вентиляції.

Розроблено математичну модель для визначення енергоспоживання будівлі з використанням рекомендацій ДСТУ. Така модель дозволяє визначити доцільність впровадження різних засобів підвищення енергоефективності будівлі.

Виконано дослідження енергоспоживання будівлі в режимі охолодження. Виявлено, що розрахункова енергопотреба на систему охолодження будівлі складає 21078 кВт·год/рік. Енергоспоживання системи охолодження будівлі складає 13094 кВт·год. Питоме енергоспоживання будівлі в режимі охолодження складає 3,8 кВт·год/м³.

Робота системи охолодження супроводжується витратами електроенергії в кількості 14564 кВт·год.

Розрахункові витрати первинної енергії складають 33498 кВт·год, або відповідно 9,72 кВт·год/м³. А маса парникових викидів 6,117 т/рік.

За допомогою розробленої математичної моделі виконані числові дослідження впливу енергоефективних заходів на енергоспоживання на охолодження будівлі. Виявлено, що найбільший позитивний вплив на енергоефективність системи охолодження спричиняє зменшення коефіцієнта рухомого затінення. Для світлопрозорих огорожень термічний опір впливає тільки на зменшення трансмісії теплоти через вікно, збільшуючи енергоспоживання. А для термічного опору стін вплив має подвійний характер: з одного боку, зменшуються тепловтрати через огороження і зростає енергоспоживання, з іншого зростає додатковий тепловий потік випроміненням в атмосферу і дещо знижується енергоспоживання. Для покриття будівлі зростання додаткового теплового потоку в атмосферу спричиняє більший ефект, ніж зменшення тепловтрат трансмісією, тому розрахункове енергоспоживання системи охолодження зменшується. Опір підлоги має незначний вплив на енергоспоживання системи охолодження будівлі.

Проведено аналіз різних варіантів схем експериментальних стендів для дослідження ефективності роботи теплових насосів «повітря-вода». Виявлено, що доцільним є поєднати схемні рішення двох варіантів. З одного боку, варто використати тепловентилятор для відведення теплоти від теплового насоса в навколишнє середовище, що дозволить виконати експериментальну установку менш матеріалоємною. З іншого боку слід врахувати можливість змінювати температуру теплоносіїв на вході у випарник та конденсатор теплового насоса для забезпечення більш глибокого дослідження енергое-

фективності теплового насосу Hydro Pro13.

Також розроблено технологію монтажу обладнання тепловпункту адміністраивної будівлі у м. Херсон з реверсивними тепловими насосами типу «повітря-вода». Визначено склад і об'єми робіт, потребу в машинах, механізмах та в матеріальних ресурсах, трудомісткість монтажу.

Вибрано допоміжне обладнання для монтажу тепловпункту затрати паливних та енергетичних ресурсів. Встановлено, що маса обладнання, основних та допоміжних матеріалів і обладнання для монтажу теплового пункту складає 2500,24 кг та 327,29 кг відповідно. Необхідна кількість пального для доставки основного та допоміжного обладнання становить 15 л. Витрата електроенергії на роботу допоміжного обладнання дорівнює 295,15 кВт·год.

В роботі складений локальний кошторис на монтажні роботи. Визначено, що кошторисна вартість $K_b = 1040,72$ тис. грн., розраховано основні показники ефективності інвестицій в інноваційний проєкт, термін окупності, розрахований кумулятивним методом та методом усереднених параметрів – 4,37 роки.

Висновки

В даній роботі досліджено ефективність теплонасосної установки для теплохолодопостачання адміністраивної будівлі. Складено математичну модель для визначення енергоспоживання будівлі. За допомогою цієї моделі проведені дослідження впливу енергозбережних заходів на енергоспоживання будівлі в режимі охолодження і виявлені фактори, які найбільше впливають на енергоефективність будівлі. Виконана розробка технології монтажу обладнання тепловпункту з теплонасосними установками, визначена трудомісткість та тривалість виконання робіт. Оцінені техніко-економічні показники впровадження теплонасосної системи для даної будівлі. Виявлено, що розрахунковий термін окупності 4,37 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов Д.В., Дудник І.Ю., Метла Д.О. Експериментальний стенд для дослідження показників теплового насосу «повітря - вода». Тези доп. XLX наук.-техн. конф. факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ, м. Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12793/10747> (дата звернення; 17.12.2021)
2. Степанов Д.В., Дудник І.Ю., Лисюк Д.Я. Експериментальний стенд для дослідження показників теплового насосу «повітря - вода». Енергоефективність в галузях економіки України: тези доп. міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14099/11950> (дата звернення: 17.12.2021)
3. Степанов Д.В., Дудник І.Ю., Лисюк Д.Я. Ефективність використання теплонасосних технологій для обігріву басейнів. Інноваційні технології в будівництві: тези доп. міжнар. наук.-техн. конф., Вінниця, 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/viewFile/10837/9042> (дата звернення: 17.12.2021)
4. Степанов Д.В., Бабенко О.В., Скородзієвська Л.В., Ящук Р.В. Вплив показників джерела тепlopостачання будівлі на рівень її енергоспоживання та клас енергоефективності. Енергоефективність в галузях економіки України тези доп. міжнар. наук.-техн. конф., Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14027/11881> (дата звернення: 17.12.2021)

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, stepanovdv@ukr.net

Дудник Іван Юрійович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

Stepanov Dmiro, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Dudnik Ivan, student on Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University