

де V – швидкість руху повітря, м/с; M – метаболічна теплота, Вт; R – термічний опір одягу, clo; $t_{п}$ – температура приміщення, °C.

Отже, якщо врахувати теплоізоляційні властивості одягу R та інтенсивність виконуваної роботи M , а також за наявності даних, необхідних для проектування мікрокліматичних умов, необхідну швидкість руху повітря можна визначити завдяки діаграмі (див. рисунок) або рівнянню (7).

Висновки. Запропоновані дані дають можливість визначити необхідну швидкість руху повітря для відчуття комфорту, враховуючи залежність теплоізоляційних властивостей одягу, інтенсивності праці і температури в приміщенні від вказаних вище даних із неперервного проміжку. Отримана діаграма вважається базовою для визначення швидкості руху повітря, що є вихідними даними для проектування систем кондиціонування повітря.

1. Банхиди Л. *Тепловой микроклимат помещений*. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с. 2. Fanger P.O. *Thermal comfort*. Mc Grow Hill, 1970. 3. Богословский В.Н. *Строительная теплофизика*. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.

УДК 697.9:621:697:621

О.Т. Возняк, М.А. Мартиняк

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ГІБРИДНА ТЕПЛОНАСОСНО-СОЛЯЧНА СИСТЕМА

© Возняк О.Т., Мартиняк М.А., 2010

Наведено методику розрахунку та влаштування гібридної теплонасосно-сонячної системи опалення і показано її перевагу над встановленням окремих систем. За попередніми підрахунками тепловий насос, встановлений на підприємстві “Укрінтерм”, забезпечує до 63 700 кВт·год/рік теплової енергії. Подано таблиці розрахунків, які дають можливість розрахувати необхідні величини. Стаття виконана у формі літературного огляду та аналізу публікацій на задану тематику.

Ключові слова: сонячний колектор, тепловий насос, ємнісний теплообмінник.

In this article indicated the method of calculating and arranging heatpumping hybrid solar-heating system and show its advantages over installing separate systems. According to preliminary calculations heat pump installed in the enterprise “Ukrinterm”, provides up to 63700 kW*h/year of thermal energy. Presented table payments, which enable to calculate the required value. Article made in the form of literature review and analysis of publications on the same subject.

Keywords: solar collector, heat pump, capacitance exchanger.

Постановка проблеми. Актуальною проблемою сучасності є ефективне використання енергоощадних технологій. Наприклад, використання енергії низькопотенційних відновних джерел дає можливість економити органічне паливо, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, задовольнити потреби споживачів тепла, які розташовані далеко від централізованих систем теплопостачання, тощо. Одним із способів є влаштування теплонасосних станцій. Такі системи широко застосовують у Німеччині, Австрії, Швеції, США, Японії, хоча ще не до кінця вирішена проблема щодо підвищення ефективності їхньої роботи. В Україні, на жаль, не приділяють достатньої уваги цьому питанню.

Спільне використання декількох нетрадиційних джерел, регенерації чи переохолодження конденсату в теплових насосах, влаштування сезонних акумуляторів тепла, тощо є можливим за умови вирішення цієї проблеми.

В 2008 році почали впроваджувати проект "**Cleaner Production (CP) Programme UNIDO**" – "чистіше виробництво". Цю ініціативу підтримало СП "УкрІнтерм". Основною метою розробників було підвищення екологічної ефективності, покращання екологічних характеристик, економії матеріалів і енергоресурсів, впровадження нових технологій у сфері автономного теплопостачання, використання сучасних енергоощадних технологій і матеріалів. Без дієвої нормативної бази це було дуже важко зробити. Тому першим кроком компанії стало розроблення і введення в дію нового нормативного документа з проектування теплових насосів.

Сьогодні зі спожитого підприємством природного газу 64 % витрачається на опалення приміщень. Вартість природного газу як в Україні, так і в усьому світі стрімко зростає. Його ресурси можуть бути вичерпані протягом 80–120 років. В енергетичній стратегії України до 2030 року передбачається скорочення споживання цього виду палива. З метою зменшення енергозалежності підприємства та практичного застосування проекту CP передбачено влаштування гібридної теплонасосно-сонячної системи опалення та гарячого водопостачання для потреб інженерного корпусу СП "УкрІнтерм" у м. Біла Церква.

Мета та завдання досліджень – визначення методики розрахунку та влаштування гібридної теплонасосно-сонячної системи опалення, а також з'ясування її переваг.

Характеристика і конструкція установки

Складовою установки [1] є геліосистема UIT_SOL-200L224, яка повністю забезпечує гарячою водою інженерний корпус з квітня до жовтня.

У зимовий період вода додатково нагрівається за допомогою настінної установки гарячої води (УГВНС – 90) виробництва СП "УкрІнтерм". Геліосистема має такі основні частини:

- сонячний колектор, що складається з 2x12 вакуумних трубок;
- насосний вузол (циркуляційний насос, манометр, показник температури, датчик тощо);
- блок керування;
- допоміжний розширювальний бак на 8 літрів;
- напірний смісний теплообмінник на 200 літрів.

Теплова енергія транспортується циркулюючим теплоносієм від сонячного колектора до смісного теплообмінника, де нагрівається вода для гарячого водопостачання. Якщо холодна вода не нагрівається в теплообміннику до заданої температури від сонячного колектора, автоматично вмикається додатковий нагрівальний пристрій, наприклад ТЕН. А коли температура циркулюючого теплоносія нижча від встановленої, вмикається циркуляційний насос.

Для вибору типу сонячного колектора (СК) застосовують розрахункові схеми та формули згідно з табл. 1 [2].

Сонячний колектор має в своїй конструкції вакуумну та теплову труби. Високу ефективність передавання та збереження теплової енергії забезпечує сучасна передова технологія виготовлення цих труб, високоякісний селективний шар покриття. Вакуумна труба є основною частиною сонячного водонагрівача і визначає ефективність системи геліопостачання загалом. Вона виконана з боросилікатного скла з використанням сучасної технології нанесення покриття методом напилення 12 селективних поглинаючих шарів. Така вакуумна труба характеризується високою поглинаючою спроможністю (94–96 %) та низьким коефіцієнтом віддзеркалення (0,04–0,06), температура стабілізації становить 250 °С. Застосовуються вакуумні труби діаметром 47 мм, довжиною 1500 мм та діаметром 58 мм, довжиною 1800 і 2100 мм.

Теплові труби, які використовуються в сонячних колекторах "УкрІнтерм", виготовлені з високоякісної міді та алюмінію, тому що якість та чистота матеріалів для теплових труб є важливим фактором їх ефективності. Температура кипіння рідини всередині теплової труби 250 °С. Коли труба нагрівається до вищої температури, рідина закипає, а її пара піднімається у верхню частину труби і спрямовується в теплообмінник. В теплообміннику пара конденсується, віддаючи теплоту фазового переходу для нагрівання води.

Розрахункові параметри для вибору сонячного колектора

Назва	Сонячний колектор (СК)
Теплова схема	
Вихідні дані	$Q_{ПАД}(t); T_O(t); f \cdot U; \tau\alpha; T_{ВХ СК}(t); A; \varepsilon_{СК};$ 1 режим ($W_{СК} = \text{const}$); 2 режим ($T_{ВИХ} = \text{const}$)
Розрахункові величини	$\varepsilon_{СК}; T_P; T_{ВИХ}; W_{СК}$
Формули	$\varepsilon_{СК} = 1 - \exp(-NTU_{СК}) = (T_{ВИХ СК} - T_{ВХ СК}) / (T_P - T_{ВХ})$ $NTU_{СК} = f \cdot UA / W_{СК}$ $T_P = q_{ПАД} (\tau\alpha) / U + T_O$ $T_{ВИХ}(t) = T_{ВХ} + \varepsilon_{СК} (T_P - T_{ВХ})$ $W_{СК}(t) = f \cdot UA (\ln(T_P - T_{ВИХ}) / (T_P - T_B))^{-1}$

В ємнісному теплообміннику можна нагрівати воду як від сонячного колектора, так і від двох джерел (газовий водогрійний котел в комбінації з системою сонячних колекторів). При підвищеній потребі гарячої води в теплообміннику передбачена можливість додаткового електричного підігрівання.

Підбір та розрахунок здійснюється за допомогою формул, наведених в табл. 2 [2].

Розрахункові параметри для вибору ємнісного теплообмінника

Назва	Ємнісний теплообмінник (ЄТО)
Теплова схема	
Вихідні дані	$T_{ВИХ СК}(t); T_O(t); W_B(t); \gamma; W_{БА}; \varepsilon_{ЄТО}; T_{ХВ}$
Розрахункові величини	$T_B(t);$ $T_{ВХ СК}(t)$
Формули	$T_B(t) = T_{БА}(t) = T_{МАХ} - T_{ПОЧБА} \cdot \exp(-At)$ $T_{МАХ} = A/B$ $A = W_B / W_{БА} + \gamma / W_{БА} + \varepsilon_{ЄТО} W_{СК} / W_{БА}$ $B = W_B T_{ХВ} / W_{БА} + \gamma T_O / W_{БА} + \varepsilon_{ЄТО} T_{ВИХ СК} W_{СК} / W_{БА}$ $T_{ВХ СК}(t) = T_B + (T_{ВИХ СК} - T_B) \varepsilon_{ЄТО}$

У комбінованій системі гарячого водопостачання та опалення використовується тепловий насос з ґрунтовим колектором. Тепловий насос дає змогу використовувати джерела відновлюваної енергії як тепло навколишнього середовища (теплова енергія сонця, нагромаджена в ґрунті, воді чи повітрі). Немає потреби в будь-якому виді палива. Тепловий насос – це екологічно чиста система опалення, яка не дає викидів в атмосферу. Він може працювати як на нагрів, так і на охолодження, простий в експлуатації і займає мало місця, має довгий термін служби і працює повністю в автоматичному режимі. Переваги теплового насоса порівняно з іншими видами опалення такі:

- істотно менші витрати на опалення і кондиціонування;
- не потрібний газ чи інший горючий енергоносіє;
- використовуються відновлювані джерела енергії;
- екологічно безпечний;
- забезпечує стабільну температуру протягом року.

У конкретному випадку це DHP-R потужністю 35 кВт. Він працює у бівалентному режимі: окрім тепла ґрунту, використовуються два модулі нагрівання загальною потужністю 200 кВт. Цей тепловий насос встановлений на інженерному корпусі “Укрінтерм” в м. Біла Церква загальною площею 2500 м². У зимовий період тепловий насос призначений для опалення офісних приміщень, а в літній для їх охолодження.

Розрахунок здійснюється за формулами згідно з табл. 3 [2].

Таблиця 3

Розрахункові параметри для вибору теплового насоса

Назва	Тепловий насос (ТНУ)
Теплова схема	
Вихідні дані	$\varepsilon_I; \varepsilon_K; \Delta T_K; \Delta T_I; T_{ВИХ\ СК}(t); W_{СК};$ 1 режим ($T_B = const$); 2 режим ($W_B = const$)
Розрахункові величини	$\varphi; N_E(t); W_B(t); T_B(t)$
Формули	$\varphi = 2.85 + 1.34 \cdot 10^{-2} T_I + 0.9 \cdot 10^{-2} T_K + 2.3 \cdot 10^{-4} T_{ВИХ}^2 - 0.2 \cdot 10^{-4} T_K^2 -$ $- 1.78 \cdot 10^{-4} T_I - T_K;$ $N_E(t) = W_B / \varphi(T_B - T_{ХВ});$ $W_B(t) = (\varphi W_{СК} (T_{ВИХ\ СК} - T_{ВХ\ СК})) / ((T_B - T_{ХВ})(\varphi - 1))$ $T_K = T_B - \Delta T_K;$ $T_I = T_{ВИХ\ СК} - \Delta T_I / (1 - \varepsilon_I);$ $T_{ВХ\ СК}(t) = T_I + \Delta T_I$ $T_B(t) = T_K + \Delta T_K; T_K = T_{ХВ} - \Delta T_K / (1 - \varepsilon_K)$

Спільне використання теплового насоса й сонячних колекторів є ефективнішим, ніж їх окреме використання. Середній коефіцієнт перетворення (COP) теплового насоса становить близько 3,5 при температурі подачі 55°C. У цьому випадку COP теплового насоса становить 3,4.

У літній період з виробництвом теплової енергії геліоколекторами також здійснюється акумулювання тепла в землі, що значно підвищує температуру теплоносія в зимовий період. Сьогодні теплові насоси вважаються екологічно чистішими від найсучасніших газових котлів.

Колектор теплового насоса продуктивністю 35 кВт на підприємстві “Укрінтерм” встановлений за такими параметрами:

- довжина ґрунтового колектора 900 метрів (три гілки по 300 м);
- відстань між сусідніми колекторами 1 м;
- глибина залягання колектора – 1 м;
- система заповнена пропіленгліколем.

1. Мороз П.П. Система опалення та гарячого водопостачання будинків з використанням теплового насоса та сонячного колектора / Нова тема. – № 4/2009 (23). – С. 7–10. 2. Рабінович М.Д., Степанов М.В. Перспективи використання сонячної енергії в Україні для теплопостачання / Нова тема. – № 2/2006. – С. 7–10.

УДК 624.012

О.В. Войцехівський, Т.І. Приндюк

Вінницький національний технічний університет,
кафедра промислового та цивільного будівництва

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ ЗРУЙНОВАНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ВІДНОВЛЕНИХ СУЧАСНИМИ РЕМОНТНИМИ СУМІШАМИ

© Войцехівський О.В., Приндюк Т.І., 2010

Наведено результати експериментальних випробувань відновлених у стиснутій зоні залізобетонних балок після їх руйнування. Визначено максимальні показники міцності та деформативності, а також характер руйнування відновлених зразків.

Ключові слова: відновлення залізобетонних конструкцій, спосіб відновлення, сучасні ремонтні суміші.

Results of experimental researches of reinforced construction that were restored in compression region after failure are given. Maximal measures of strength and deformations and characteristic of failure of samples were determined.

Keywords: restoring of reinforced construction, restoring method, modern repair mixes.

Постановка проблеми. Складні економічні умови в Україні в останні десятиріччя зумовили зростання частки фізичного зношення основних виробничих фондів та житлового фонду. На початку нового сторіччя зношеність основних фондів в Україні оцінюється у близько 45 % при загальній вартості приблизно 850 млрд. грн. В зв'язку з цим проблематика реконструкції, модернізації, методів підсилення набуває з кожним роком все більшої актуальності.

Під час капітального ремонту та реконструкції будівель та споруд відзначаються випадки підсилення або відновлення залізобетонних конструкцій, які зазнали значних пошкоджень та перебувають у непридатному та аварійному стані. В елементах таких конструкцій виявляють такі пошкодження, як: випирання стиснутої арматури, критичні значення деформацій та розкриття тріщин, роздроблення бетону, викришування великого заповнювача у стиснутій зоні. Заміна таких