

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗОВНІШНЬОГО КЛІМАТУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ОПАЛЕННІ БУДІВЕЛЬ

© Волощук В. А., 2013

На прикладі Рівненського регіону виконано аналіз та кількісну оцінку комплексного впливу температури навколишнього середовища, швидкості вітру та сонячної радіації на тепловтрати будівлі.

Показано, що для житлової будівлі у кліматичних умовах Рівненського регіону, сонячна радіація, що проникає через вікна, приносить додаткову теплову енергію, дає змогу в середньому на 25 % зменшити потребу в енергоресурсах на опалення будівель.

Крім того, враховуючи ретроспективний аналіз метеорологічних даних метеостанцій Рівненської області, в роботі зроблена оцінка зміни параметрів опалювального періоду та обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору, обумовлених процесами глобальних змін клімату.

Ключові слова: температура навколишнього середовища, швидкість вітру, сонячна радіація, параметри опалювального періоду

On the example for Rivne region analysis and calculations are made in the article for the purpose of evaluation of complex influence of outdoor temperature, wind velocity and solar radiation on building heat losses.

It is shown that for a residential building, in climatic conditions of Rivne region energy input from solar radiation through windows into living space can save about 25 percent of heating costs.

Moreover, coming out of retrospective analysis of the meteorological data the article gives estimation of changes of heating season parameters and energy consumption in communal thermal energy sector due to global climate changes.

Key words: outdoor temperature, wind velocity, solar radiation heating, season parameters

Постановка проблеми

В енергобалансі України істотна частка енергозатрат припадає на теплозабезпечення житлово-комунального сектору.

Як показує досвід ми маємо значний потенціал відновлювальних джерел енергії, зокрема енергії сонця, які можна використовувати для різних потреб, зокрема для забезпечення опалювально-вентиляційних потреб житлово-комунального сектору.

Крім того, сьогодні спостерігаються очевидні зміни клімату, що, своєю чергою, істотно впливає на різні сфери діяльності людини, зокрема на енергетичний сектор.

Аналіз останніх досліджень

В існуючих джерелах практично немає зручної методики для визначення комплексного впливу метеорологічних параметрів на тепловий режим будівлі [1–3]. Також відсутня кількісна оцінка теплоенергетичного потенціалу зовнішнього клімату окремих регіонів України, зокрема сонячної енергії, щодо зменшення енергетичних затрат на опалення будівель.

У чинних нормативних документах [4, 5] не враховується динаміка змін параметрів опалювального періоду, яка спричинена змінами клімату, що, своєю чергою, впливає і на зміну загальних опалювально-вентиляційних потреб житлово-комунального сектору протягом опалювального періоду.

Мета роботи – виконати аналіз та зробити кількісну оцінку комплексного впливу температури навколишнього середовища, швидкості вітру та сонячної радіації на тепловтрати будівлі, а також зробити оцінку зміни параметрів опалювального періоду та обсягів теплоспоживання житлово-комунального сектору, обумовлених процесами глобальних змін клімату для Рівненського регіону.

Виклад основного матеріалу

Згідно з [1, 2] тепловий режим будівель – сукупність усіх факторів і процесів, що визначають теплові умови в приміщеннях цих будівель. Визначальною частиною цих факторів є наявні метеорологічні умови.

Основним видом втрат тепла через огороження будівлі є теплопередача, що обумовлена теплопровідністю матеріалу огороження, коефіцієнтом тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішньої стіни, коефіцієнтом тепловіддачі від зовнішньої стіни до зовнішнього повітря, а також різницею температур між зовнішнім та внутрішнім середовищем будівель [1, 2]. Зазвичай температура всередині приміщення підтримується постійною, а коефіцієнти тепловіддачі майже не змінюються [1]. Тоді ці тепловтрати будівлі переважно залежать від теплопровідності матеріалу огороження та від зовнішнього метеорологічного параметра – температури навколишнього середовища. Ці тепловтрати будемо розглядати як *кондуктивні*.

Вітер також має свій вплив на тепловтрати будівель – із підвищенням швидкості вітру тепловтрати зростають. Цей ефект не можна пояснити впливом вітру на коефіцієнт тепловіддачі зовнішнього повітря, оскільки цей коефіцієнт, як показали дослідження [6], не змінюється істотно.

Але існує й інший механізм теплообміну – а саме теплообмін, що зумовлений повітропроникненням. Оскільки огороження не є строго герметичними, то мають місце потоки повітря через огороження і зумовлені ними тепловтрати. Причому інтенсивність повітропроникнення істотно залежить від швидкості вітру. Ці втрати розглядатимемо як *інфільтраційні*.

Згідно з будівельною теплофізикою, необхідно розрізняти процеси повітропроникнення, які зумовлені динамічним напором та термічним напором [1]. Механізм першого з цих процесів полягає в тому, що при обтіканні вітром зовнішньої поверхні огороження створюються поперечні та поздовжні швидкості, які спричиняють повітропроникнення тим інтенсивніше, чим більша швидкість вітру.

Другий із згаданих процесів аналогічний за своїм механізмом вільній конвекції. Він полягає в тому, що всередині будівлі створюється вертикальний градієнт температури повітря. Тепліше, а тому легше повітря опиняється згори, а холодніше і важче – знизу. Це спричиняє ексфільтрацію у верхніх частинах огороження і інфільтрацію – у нижніх. Процеси повітропроникнення, які зумовлені тепловим напором, відчутно проявляються лише у високих будівлях, причому без внутрішніх перегородок, зокрема в міжповерхових перекриттях. Для невисоких будівель вказаний ефект незначний [1].

Згідно з законами теплопередачі [1, 2], тепловтрати при кожному значенні температури зовнішнього повітря $T_{зв}$ вважаються пропорційними до різниці між температурою внутрішнього $T_{вн}$ і зовнішнього $T_{зв}$ повітря. Для компенсації цих тепловтрат потрібна відповідна подача теплоти з боку системи теплотапобезпечення. Звідси випливає, що опалювальний період повинен починатися і закінчуватися при переходах цієї різниці через нуль, тобто коли $T_{зв} = T_{вн}$. Водночас, згідно з [3], дати початку і кінця опалювального періоду визначаються за рівністю $\Delta T = T_{вн} - T_{зв} = 10^{\circ}C$, так що температура зовнішнього повітря при цьому становить лише $T_{зв} = 8^{\circ}C$. Зрозуміло, що тепловтрати відсутні, коли різниця $\Delta T = T_{вн} - T_{зв} = 0^{\circ}C$. Це можна пояснити тим, що додатковим джерелом

теплоти іще є сонячні променеві потоки теплоти, а також теплоакумуюча здатність будівлі [3, 6]. Поглинання сонячної теплоти огороженнями і особливо проникнення її через скляні огороження приміщення створюють додаткове надходження теплоти до будівлі.

Променеві сонячні потоки, що мають місце в атмосфері, зручно розділити на декілька частин відповідно до їхнього походження, характеру розповсюдження і спектрального складу. Згідно з [4] частина сонячної радіації, що надходить на поверхню у вигляді пучка паралельних променів, які виходять безпосередньо від видимого диска сонця, називається *прямою радіацією*. В нашому випадку інтерес становить частина прямої радіації, що потрапляє на вертикальні стіни S_g^{np} .

Частина енергії короткохвильової сонячної радіації, що надходить на поверхню зі всього небосхилу після розсіювання в атмосфері, називається *розсіяна радіація* [4]. Певна її частина також досягає поверхні стіни. На відміну від прямої, енергія розсіяної радіації надходить до стіни з усіх напрямків.

Крім прямої і розсіяної радіації на стіну потрапляє також частина *відбитої від земної поверхні короткохвильової радіації*.

Приймається [7], що на вертикальну поверхню потрапляє половина розсіяної сонячної радіації, яка попадає на горизонтальну поверхню D , та відбитої від поверхні землі короткохвильової сонячної радіації $S' \cdot \frac{A_0 - 15}{100}$ (де S' – кількість сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню землі, $МДж/м^2 \cdot міс$; A_0 – альbedo земної поверхні (характеризує відбивну здатність поверхні), %; 15 – середня різниця в альbedo міської та метеорологічної площадки в зимовий та перехідний періоди, %).

Тобто на вертикальну поверхню будівлі потрапляє загалом *сумарна короткохвильова радіація* $I, МДж/(м^2 \cdot міс)$, яка визначається як

$$I = S_g^{np} + \frac{1}{2} \left(D + S' \cdot \frac{A_0 - 15}{100} \right). \quad (1)$$

Крім короткохвильової сонячної радіації в атмосфері також розповсюджується *довгохвильове випромінювання*. Стіна будівлі випромінює довгохвильову радіацію, що відповідає її температурі. Поряд з власним випромінюванням стіни до неї надходить довгохвильова радіація, що випромінюється землею поверхнею та атмосферою. Різниця між власним випромінюванням поверхні та атмосфери називають *ефективним випромінюванням* поверхні огороження E_o . Як це показано в [6], ефективне випромінюванням поверхні огороження E_o можна виразити через зовнішній метеорологічний параметр – температуру зовнішнього повітря T_{ze} .

Вся поверхня зовнішнього огороження будівлі ділиться на дві частини: скляна частина (вікна) та стіни. Повітропроникнення через пори матеріалу стін можна вважати незначними порівняно з проникненням повітря через щілини у вікнах [1]. Тому теплообмін, що зумовлений повітрепроникненням, передусім враховується лише для віконної частини огороження. Очевидно, що проникнення короткохвильової радіації через огороження також наявне лише для вікон.

Отже, для стін враховується лише два механізми теплообміну – кондуктивний обмін тепла та поглинання і випромінювання радіації зовнішньою поверхнею стіни. Відповідно до цього на тепловтрати через стіни впливають лише дві метеорологічні характеристики – температура зовнішнього повітря T_z і радіаційні надходження на зовнішню поверхню стіни I та E_o .

Для вікон слід враховувати всі чотири механізми теплообміну – кондуктивний теплообмін, поглинання і власне випромінювання зовнішніх поверхонь, проникнення частини падаючої сумарної короткохвильової радіації всередину приміщення, та, зрештою, повітрообмін. Тому відповідні формули з розрахунку тепловтрат повинні містити такі метеорологічні параметри – температуру навколишнього середовища T_{ze} , радіаційні надходження I та E_o , частину сумарної короткохвильової радіації I , що проникає всередину приміщення, та швидкість вітру V .

Про вплив на тепловтрати будівель швидкості вітру та додаткові теплонадходження за рахунок сонячної радіації вказують деякі вчені [1, 2, 6]. У такому разі для зручності виконання практичних розрахунків варто розглянути питання про комплексний показник, який би об'єднував всі метеопараметри, що впливають на тепловтрати будівель.

Для визначення тепловтрат через огороження будівель використаємо методику, яка наведена в [6]. Рівняння теплопровідності в напрямку x за наявності повітрообміну для ділянки огороження, що зображена на рис. 1, має вигляд

$$c \cdot \rho \cdot u \cdot \frac{dT}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\lambda \frac{dT}{dx} \right), \quad (2)$$

де c – питома теплоємність повітря; ρ – густина потоку повітря; u – швидкість повітропроникнення; T – температура; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу огороження.

На зовнішній поверхні стін існує додаткове джерело теплоти у вигляді радіаційних потоків, що падають на цю поверхню, відбиваються та випромінюються нею. При інтегруванні рівняння (2) необхідно врахувати такі граничні умови. Потік теплоти у внутрішньому повітрі і в огороженні становить P , а в зовнішньому повітрі $P+Q$, де Q – додаткове джерело теплоти у вигляді радіаційних надходжень, що падають на зовнішню поверхню, відбиваються та випромінюються нею.

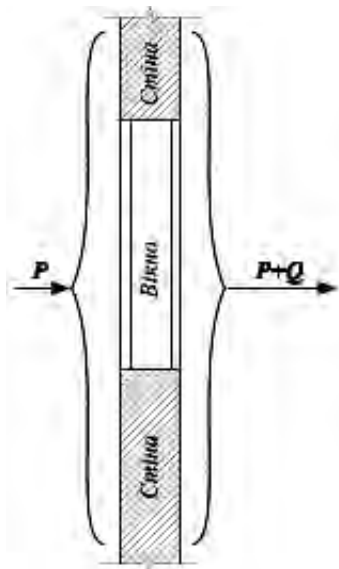


Рис. 1. Схема теплових потоків через огороження будівлі

При інтегруванні рівняння (2) можна отримати вираз для визначення втрат теплоти через огороження будівлі. Це, своєю чергою, дозволяє скласти тепловий баланс повітря всередині приміщення, куди, крім втрат теплоти через огороження, необхідно додатково ввести теплонадходження за рахунок сумарної короткохвильової радіації I та внутрішні тепловиділення.

Автори [6] отримали вираз для теплового балансу одиниці площі огороження будівлі, що має такі складові частини:

1. Кондуктивні тепловтрати, які залежать, якщо враховувати метеофактори, від температури зовнішнього середовища $T_{зв}$.
 2. Тепловтрати, що зумовлені повітрообміном через нещільності в будівлі і залежать від швидкості вітру V .
 3. Теплонадходження, що зумовлені проникненням короткохвильової радіації всередину приміщення і залежать від потоку сумарної короткохвильової радіації I .
 4. Теплонадходження, що зумовлені поглинанням короткохвильової радіації стінами і залежать від потоку сумарної короткохвильової радіації I .
 5. Теплонадходження, що зумовлені поглинанням короткохвильової радіації вікнами і залежать від потоку сумарної короткохвильової радіації I та швидкості вітру V .
 6. Тепловтрати, що спричинені ефективним випромінюванням зовнішніх поверхонь стін і залежать від ефективного випромінювання стіни $E_{o,cm}$.
 7. Тепловтрати, що спричинені ефективним випромінюванням зовнішніх поверхонь вікон і залежать від ефективного випромінювання вікон $E_{o,вік}$ та швидкості вітру V .
- Аналіз показав, що при характерних значеннях коефіцієнтів пропускання (ϵ_o) та поглинання (δ) короткохвильової радіації огороженнями, швидкостей вітру, дольової частки площі вікон та конструктивних характеристик огорожень, розглянутими вище складовими теплових потоків, що вказані в пунктах 4, 5, 6, 7, можна знехтувати через малі їх значення. Крім того, аналогічно можна також знехтувати впливом довгохвильового променевого теплообміну на коефіцієнт тепловіддачі зовнішнього повітря, що примикає до огороження.

Тоді при відносній поверхні вікон $\sigma_{\text{вік}}$, внаслідок проникнення через них короткохвильової радіації $I_{np} = \sigma_{\text{вік}} \left(\varepsilon_{\text{вік}} S_{\text{в}}^{np} + \frac{1}{2} \cdot \varepsilon_{\text{диф}} \left(D + S' \cdot \frac{A_0 - 15}{100} \right) \right)$, де $\varepsilon_{\text{вік}}$ – коефіцієнт пропускання короткохвильової радіації вікнами, $\varepsilon_{\text{диф}}$ – коефіцієнт пропускання дифузної радіації, маємо після інтегрування рівняння (2)

$$v = \frac{T_{\text{вн}} - T_e}{R}, \quad (3)$$

де v – теплові втрати одиницею площі зовнішнього огороження будівлі; $\frac{1}{R} = \frac{1 - \sigma_{\text{вік}}}{R_{\text{ст}}} + \frac{\sigma_{\text{вік}}}{R_{\text{вік}}}$; $R_{\text{ст}}$ – термічний опір стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{кВт}$; $R_{\text{вік}}$ – термічний опір вікна, $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{кВт}$; $T_e = f(T_{\text{зв}}, V, I_{np}, \sigma_{\text{вік}}, R_{\text{вік}}, R)$ – так звана ефективна температура як комплексний показник, що враховує вплив на тепловтрати будівлі зовнішніх метеорологічних параметрів: температури зовнішнього середовища, $T_{\text{зв}}$, швидкості вітру V , що проникає через вікна короткохвильової радіації, I_{np} , а також конструктивних параметрів огороження будівлі: відносної поверхні вікон $\sigma_{\text{вік}}$, та опорів $R_{\text{вік}}, R$.

Для визначення середніх тепловтрат будівлею у багаторічному перерізі необхідно знати тепловтрати при кожному існуючому поєднанні температури, вітру та променевих потоків. Але аналіз показав, що, маючи середні багаторічні дані з температури навколишнього середовища $\bar{T}_{\text{зв}}$, швидкості вітру \bar{V} і радіації \bar{I}_{np} , можна з незначною похибкою розрахувати за допомогою формули (4) середні втрати теплоти будівлею у багаторічному перерізі.

Із формули (4) випливає, що сумарні тепловтрати будівлі M за опалювальний період можна визначити за формулою

$$M = \frac{1}{R} \int_{\tau'}^{\tau''} \Delta \bar{T}_e(\tau) d\tau, \quad (4)$$

де τ – час; τ' , τ'' – початок і кінець опалювального періоду.

Опалювальний період характеризується декількома прикладними кліматичними параметрами. Охарактеризуємо їх.

Середня тривалість Δt опалювального періоду збігається з тривалістю холодного періоду року, який визначається як відрізок часу із середньодобовою температурою зовнішнього повітря $+8^\circ\text{C}$ і нижче [5].

Дефіцит тепла – інтегральна сума перепадів температур повітря всередині та ззовні будівель за опалювальний період [9]. У нормативній літературі замість терміну “дефіцит тепла” вживають термін “кількість градусо-днів” [5]. Кількість градусо-днів (або дефіцит тепла) розраховується як добуток різниці середньої температури опалювального періоду і внутрішньої температури повітря в приміщеннях на тривалість опалювального періоду [5]

$$\Delta D = \Delta t \cdot (T_{\text{вн}} - T_{\text{зв,ср}}), \quad (5)$$

де Δt – тривалість опалювального періоду, доби; $T_{\text{зв,ср}}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки відповідної забезпеченості – призначена для вибору теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівлі і визначення потужності системи опалення [4].

Отже, підінтегральний вираз у формулі (4) визначає дефіцит теплоти або кількість градусо-днів. Але на відміну від виразу (5) він за допомогою показника “ефективна температура” комплексно враховує вплив на тепловтрати будівлі зовнішніх метеорологічних параметрів: температури зовні-

шнього середовища, $T_{3\theta}$, швидкості вітру V , яка проникає через вікна короткохвильової радіації, I_{np} , а також конструктивних параметрів огороження будівлі: відносної поверхні вікон $\sigma_{вік}$, та термічних опорів $R_{вік}, R$.

Використовуючи отримані залежності, для прикладу, було оцінено комплексний вплив температури навколишнього середовища, швидкості вітру та сонячної радіації на тепловтрати будівлі, що розташована у Рівненському регіоні. Причому для аналізу були використані метеорологічні дані за 30 останніх роки Рівненського обласного центру з гідрометеорології. Розрахунки проводили за конструктивних параметрів огорожень більшості будівель регіону.

На рис. 2 наведені осереднені за останні 30 років графіки зміни протягом опалювального періоду різниці $T_{вн} - T_e$: з урахуванням впливу температури навколишнього середовища і швидкості вітру; з урахуванням впливу температури навколишнього середовища; з урахуванням впливу температури навколишнього середовища, швидкості вітру і приходу сонячної радіації.

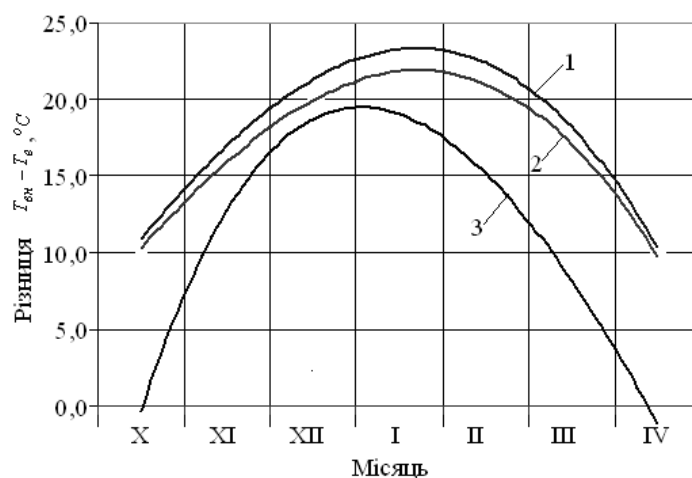


Рис. 2. Графік зміни протягом опалювального періоду різниці $T_{вн} - T_e$, осередненої за останні 30 роки: 1 – з урахуванням впливу температури навколишнього середовища і швидкості вітру; 2 – з урахуванням впливу температури навколишнього середовища; 3 – з урахуванням впливу температури навколишнього середовища, швидкості вітру і приходу сонячної радіації

Із рис. 2 бачимо, що швидкість вітру може додатково спричинити збільшення до 7 % дефіциту теплоти за опалювальний сезон.

Водночас врахування приходу сонячної радіації через вікна всередину приміщень дає змогу зменшити дефіцит теплоти, а отже, і зменшити потребу в енергоресурсах на опалення будівель на 25 %.

Сьогодні ми спостерігаємо очевидні зміни клімату, що, своєю чергою, впливає також і на зміну характеристик опалювального періоду.

Тому, для кількісної оцінки змін цих характеристик були виконані відповідні розрахунки. Як вихідну інформацію використовували масив даних Рівненського обласного центру з гідрометеорології за період з 1945 по 2007 рр. по метеостанціях Рівне, Дубно, Сарни, які розташовані в межах Рівненської області.

За методикою, що наведена в [3], для кожної метеостанції були визначені параметри опалювального періоду в межах різних періодів: базовий варіант (1945 – 1975 рр.), період з 1976 по 2007 рр. (32 роки) та період з 1987 по 2007 рр. (22 роки).

Узагальнені результати розрахунків наведені в табл. 1.

Враховуючи дані табл. 1, можемо зробити висновок про наявність чіткої тенденції змін у часі параметрів опалювального періоду для всіх метеостанцій Рівненського регіону. Так розраховані для періоду з 1975 по 2007 рр. тривалості опалювального періоду для всіх трьох станцій скоротилися на

чотири доби порівняно з базовим періодом, розрахункова температура для опалення для цих метеостанцій зросла порівняно з базою на 1–1,5 °С, а середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря зросла на 0,6–0,7 °С. Розраховані для періоду з 1985 по 2007 рр. ці самі параметри у порівнянні з базою змінилися ще більше: тривалість опалювального періоду зменшилася на 5 – 6 діб, а середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря зросла на 0,8–0,9 °С.

Таблиця 1

Визначені зміни параметрів опалювального періоду відповідно за останні 32 роки та 22 роки порівняно з базовим періодом для метеостанцій Рівненської області

Період	Тривалості опалювального періоду, доби	Середньої температури опалювального періоду, °С	Розрахункової температури опалення, °С
			Дубно
Останні 32 роки	-4	+0,57	+1,0
Останні 22 роки	-6	+0,80	+1,0
Рівне			
Останні 32 роки	-4	+0,60	+1,5
Останні 22 роки	-5	+0,90	+1,5
Сарни			
Останні 32 роки	-4	+0,67	+1,0
Останні 22 роки	-5	+0,92	+1,0

Необхідно зазначити, що при визначенні характеристик опалювального періоду ряд вихідних параметрів вважається репрезентативним, якщо він містить дані за 30 і більше років [6]. Тобто дані, які наведені в табл. 1, можна вважати такими, що відображають реальну картину зміни характеристик опалювального періоду.

Враховуючи табл. 1 та використовуючи формулу (5), для кожної метеостанції були визначені відповідні значення градусо-діб.

Прийнявши, що загальні витрати теплоти на опалення та вентиляцію за опалювальний період є прямо пропорційними кількості градусо-діб [3], а потужність систем опалення та теплозахисні характеристики зовнішніх огорожень будівель прямо пропорційні різниці температур всередині будівель та розрахункової температури зовнішнього повітря для опалення, яка приймається зазвичай такою, що дорівнює середній температурі зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 [3], були визначені обумовлені погодно-кліматичними умовами зміни обсягів теплоспоживання для різних періодів другої половини ХХ ст. Рівненського регіону. Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Із табл. 2 бачимо, що зміни параметрів опалювального періоду у Рівненському регіоні, своєю чергою, спричинили зниження, порівняно з базовим варіантом, середньорічних за період 1975 – 2007 рр. потреб теплоти на опалення й вентиляцію на 5–6 %, а також зниження розрахункових значень потужності системи опалення та теплозахисних характеристик будівель на 3–4 %. Для періоду 1985 – 2007 рр. середньорічні потреби на опалення та вентиляцію відповідно знизились, порівняно з базою, майже на 8 %, а розрахункові значення потужності системи опалення, вентиляції та теплозахисних характеристик будівель – на 3–4 %. Ці дані отримані з урахуванням змін тільки погодно-кліматичних чинників. Вплив зміни чисельності населення регіону за зазначені періоди не враховувались.

Отже, аналіз впливу зовнішніх метеофакторів на тепловий режим будівлі надає великі можливості для зменшення затрат енергії на опалення приміщень в холодну пору року і охолодження приміщень в теплу пору року. Наприклад, в холодний період проникнення теплоти сонячної радіації через скляні огороження приміщення створює додаткове надходження теплоти до будівлі. Вітер також має свій вплив на тепловий режим будівлі. У холодну пору року він спричиняє додаткові втрати теплоти інфільтрацією, яка збільшується із збільшенням швидкості вітру. У теплу

пору року вплив вітру в денні години може бути негативним (тобто він сприяє надходженню нагрітого зовнішнього повітря всередину приміщення), а в нічні години цей вплив може бути позитивний (у цьому випадку зовнішнє повітря є охолодженим, надходження якого в приміщення є бажаним).

Тому завдання найкращого врахування позитивного і нейтралізації негативного впливу зовнішнього клімату на будівлю можна розглянути в аспекті визначення конструктивних параметрів та орієнтації відносно сторін світу будівлі, які найкраще враховують позитивний і зменшують негативний вплив зовнішнього клімату. Це, своєю чергою, дозволяє знизити затрати таких енергоносіїв, як природний газ, електроенергію тощо на створення сприятливого мікроклімату всередині будівель.

Зміна клімату, що спостерігається сьогодні, позитивно впливає на зменшення затрат енергії для задоволення опалювально-вентиляційних потреб житлово-комунального сектору. Цей вплив визначається скороченням тривалості опалювального періоду та підвищенням середньої температури опалювального періоду.

Таблиця 2

Визначені зміни дефіциту теплоти та потужності систем опалення за рахунок зміни погодно-кліматичних умов за останні 32 роки та за останні 22 роки порівняно з базовим періодом для метеостанцій Рівненської області

Період	Дефіцит теплоти, %	Потужність систем опалення, теплозахисні характеристики зовнішніх огорожень будівель, %
		Дубно
Останні 32 роки	-5,0	-3,0
Останні 22 роки	-7,5	-3,0
Рівне		
Останні 32 роки	-5,4	-4,0
Останні 22 роки	-7,5	-4,0
Сарни		
Останні 32 роки	-5,8	-3,0
Останні 22 роки	-7,6	-3,0

Висновки

1. При визначенні тепловтрат будівлею разом з температурою зовнішнього середовища слід враховувати швидкість вітру та прихід сонячної радіації в місці розташування цієї будівлі.

2. Рівненський регіон має значний потенціал відновлювальних джерел енергії, зокрема енергії сонця, яку можна використовувати, зокрема, для забезпечення опалювально-вентиляційних потреб житлово-комунального сектору.

3. Комплексне врахування впливу температури навколишнього середовища, швидкості вітру та проникаючої через вікна сонячної радіації, яка приносить додаткову теплову енергію і дозволяє зменшити дефіцит теплоти порівняно з базовим періодом на 25 %. І це при тому, що швидкість вітру спричиняє інфільтраційні втрати теплоти, які за опалювальний сезон можуть спричинити збільшення дефіциту теплоти до 7 % порівняно з дефіцитом теплоти, що обумовлений тільки температурою зовнішнього середовища.

4. Ретроспективний аналіз метеоданих Рівненського обласного центру з гідрометеорології за період з 1945 по 2007 рр. показав, що розраховані за останні 32 роки основні параметри опалювального періоду порівняно з базовим періодом (1945 – 1975 рр.) змінилися. Це, своєю чергою, спричинило зниження для Рівненського регіону зумовлених погодно-кліматичними умовами середньорічних потреб теплоти на опалення на 5–6 %, а також зниження розрахункових значень

потужності системи опалення та теплозахисних характеристик будівель на 3–4 %. Для періоду 1985 – 2007 рр., зумовлені погодно-кліматичними умовами, середньорічні потреби на опалення знизились порівняно з базою майже на 8 %.

1. Богословский В. Н. *Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляция и кондиционирование воздуха): Учебник для вузов.* – М.: Высш. школа, 1970. – 376 с. 2. Табуничиков Ю. А. Бродач М. М. *Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий.* – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с. 3. Малявина Е. Г. *Теплопотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина.* – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с. 4. СНиП 2.01.01-82 . *Строительная климатология и геофизика.* – М.: Стройиздат, 1983. 5. ДБН В.2.6-31:2006. *Теплова ізоляція будівель.* – К.: Мінбуд України, 2006. 6. Анапольская Л. Е., Гандин Л. С. *Метеорологические факторы теплового режима зданий.* – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 239 с. 7. Пекер Я. Д. Мардер Е. Я. *Повышение эффективности теплоизоляции зданий.* – К.: Будивельник, 1973. – 150 с. 8. Русин Н. П. *Прикладная актинометрия.* – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 232 с. 9. Безносова Д. С. *Прогнозирование динамики тепло- и энергопотребления под влиянием климатических изменений и оценка выбросов парниковых газов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.01.* – М., 2005. – 20 с.

УДК 628.3:628.349.08

В.М. Рогов, А.Я. Регуш*, О.В. Вербовський**

Європейський університет, м. Рівне

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,

**Національний університет “Львівська політехніка”

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБОРОТНИХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

© Рогов В.М., Регуш А.Я., Вербовський О.В., 2013

Наведена технологія очищення продувних вод оборотних систем водопостачання гальванічних виробництв від іонів важких металів з доведенням якості очищених продувних вод до рівня вимог скидання у міську каналізацію та водні об'єкти.

Ключові слова: продувні води, іони важких металів, природний кліноптилоліт, адсорбційна технологія.

In the articles present of technologies of purification of purging waters of the recyclable water supply systems of galvanic shops from ions of heavy metals, leading the purified purging waters' quality to the requirements level as to the discharging into a municipal sewerage and water objects.

Key words: purging waters, ions of heavy metals, natural clinoptilolite, adsorption technology.

Вступ

Сьогодні проблема забруднення довкілля набуває особливо важливого значення. Інтеграція України в європейське співтовариство не можлива без вживання природоохоронних заходів, одним з яких є захист водних ресурсів від забруднення отруйними речовинами, найнебезпечнішими з яких є іони важких металів (ІВМ). Нарощування промислового виробництва та ігнорування впровадження водоочисних технологій в останнє десятиліття спричинило різке погіршення санітарного стану