

doi.org/10.29295/2311-7257-2020-103-1-255-263

УДК 697.4

Болотських О.М.¹, Болотських М.М.²

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна; orcid.org/0000-0002-1929-3013)

²Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: tgvtver@gmail.com; orcid.org/0000-0003-0756-7264)

ВИБІР СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЗАМІСЬКОГО БУДИНКУ

Описано відомі способи опалення замських будинків, подано докладний їх аналіз, наведені методики і відповідні формули для розрахунку параметрів і вибору енергозберігаючих систем опалення, надано рекомендації щодо подальшого їх застосування в практиці опалення замських будинків.

Ключові слова: замський будинок, опалення, інфрачервоні електричні обігрівачі, стельовий обігрівач, плічковий обігрівач, інтенсивність випромінювання.

Вступ. Для опалення різних будівель в світовій практиці в даний час використовуються чимало способів. Ці способи діляться на дві групи: централізовані і індивідуальні. Централізовані використовуються переважно для опалення багатоповерхових житлових будинків, розташованих в містах та селищах. Принцип роботи централізованого способу опалення, наприклад, рідинного, полягає в використанні циркуляції підігрітої рідини (найчастіше води) по трубах змонтованої в будинку єдиної системи опалення. Ця рідина нагрівається розташовані в відведених місцях радіатори.

Індивідуальні способи опалення найчастіше використовуються в малоповерхових будинках або в окремих квартирах багатоповерхових будинків. Замські будинки (котеджі, житлові приватні будинки та ін.) мають, як правило, індивідуальне опалення.

Технічний прогрес не стоїть на місці і ринок поступово наповнюється все новими і новими приладами та системами опалення, кожна з яких по-своєму унікальна. Тому вибір способу опалення замського будинку для багатьох з нас виявляється непростим завданням. При її вирішенні нами нерідко віддається перевага одному зі старих, вже випробуваних способів опалення. І це відбувається зовсім не тому, що обраний нами спосіб набагато краще за інших, а тому, що до нього ми звикли і переконані в тому, що він виправдає наші очікування. Насправді ж для умов конкретного замського будинку може бути більш вигідним і практичним інший спосіб ніж той, якому ми за звичкою віддали перевагу. Тому до вибору способу опалення замського будинку слід підходити комплексно з урахуванням багатьох факторів, найголовнішим з яких на сьогоднішній день, є економічний. Ми бачимо, що в сучасному світі все змінюється дуже швидко. Зростають ціни на електрику, газ, солярку і на ряд інших енергоносіїв. Тому при будівництві замського будинку слід приділяти більшу увагу питанням створення надійного утеплення будинку, а також використання енергозберігаючих способів його обігріву. У зв'язку з цим, вибір одного з існуючих на сьогоднішній день способів опалення для свого замського будинку повинен бути продиктований трьома складовими: доцільністю, фінансовими витратами і особистими уподобаннями. Нерідко особисті інтереси і смаки йдуть врозріз з логікою і доцільністю. При достатньому фінансовому забезпеченні це може бути і не дуже накладно. Але щоб не витрачати свої гроші даремно необхідні для обігріву свого замського будинку надійні, ефективні і економічні опалювальні системи [1].

Прийнятий спосіб опалення замського будинку повинен забезпечувати в його приміщеннях необхідний тепловий комфорт, мінімальні витрати енергоресурсів і максимальну економічність. Опалення в будинку повинно бути завжди економним.

З урахуванням цих пріоритетних вимог в цій статті дається короткий аналіз існуючих способів опалення замських будинків, приводиться методика вибору і розрахунку їх параметрів, даються рекомендації щодо застосування економічних систем опалення. Їх

реалізація в Україні дозволить підвищити енергоефективність, економічність і екологічність застосовуваних способів опалення заміських будинків.

Мета статті - зниження витрат енергоресурсів на опалення заміських будинків і підвищення теплового комфорту в їх приміщеннях.

Основний зміст. Для обігріву заміських будинків в даний час застосовуються такі способи: камінне (пічне), рідинне (газове, електричне, твердопаливне), повітряне (електричне) і інфрачервоне електричне опалення.

Камінне (пічне) опалення [1] є найдавнішим і перевіреним способом обігріву житлових приміщень. Цей варіант обігріву для міських квартир не прийнятний в силу необхідності обладнання витяжних каналів. Зате для невеликих приватних будинків, в тому числі і заміських, особливо розташованих поблизу лісових масивів, цей спосіб є досить цікавим. Живий вогонь каміна не тільки зігріває повітря в приміщенні, але і викликає позитивні емоції. Разом з тим, цей спосіб має ряд істотних недоліків: потреба в дровах, висока пожежонебезпека і низька ефективність. Якщо на сучасному газовому або електричному котлі за допомогою терморегулятора можна встановити необхідний температурний режим, який численні датчики будуть підтримувати, то камін сам по собі топити не зможе. Дрова необхідно періодично підкидати, в іншому випадку вогонь згасне. Крім того, каміни і печі обігрівають, як правило, тільки суміжні приміщення. Якщо в заміському будинку є ізольовані приміщення, то повітря в них ніколи не прогріється до потрібної температури, навіть якщо в кімнаті з каміном буде дуже жарко. Камінне опалення в основному добре використовувати в якості тимчасового.

У рідинного способу опалення [1] основним теплоносієм є циркулююча по трубах рідина (найчастіше вода). Для нагріву цієї рідини використовуються газові, електричні та твердопаливні котли. У зв'язку з цим цей вид опалення нерідко називають ще рідинним газовим, електричним і твердопаливним. Даний спосіб опалення і вид опалювальної системи є найпоширенішим і в той же час найбільш витратним. Вартість обладнання, в першу чергу газового, електричного або твердопаливного котла, вельми висока. Крім того, для його установки і експлуатації необхідно виділяти спеціальне приміщення. При використанні газових котлів для нагріву рідини необхідно мати на увазі те, що це обладнання відноситься до класу приладів високої небезпеки. Неправильний монтаж чи несумлінність виробника робіт можуть мати фатальні наслідки.

В системі рідинного опалення використовуються різні труби - від чавунних до армованих пластикових. Різноманітність радіаторів, які сьогодні використовуються в водяних системах опалення, також досить велике. Це можуть бути і важкі чавунні радіатори, і біметалеві, і алюмінієві.

Для виключення випадків замерзання води в трубах і радіаторах опалювальної системи на випадок, наприклад, відключення газу або електроенергії нерідко використовуються різні незамерзаючі рідини. При правильному виборі всіх елементів системи опалення (з урахуванням особливостей опалювальних приміщень і якісного їх монтажу) в заміському будинку рідинні системи забезпечують необхідний тепловий комфорт.

Повітряне опалення в заміських будинках здійснюється за допомогою повітряних електричних опалювальних приладів: електроконвекторів, тепловентиляторів, теплових завіс і теплових гармат [1]. Принцип роботи цих приладів простий - холодне повітря надходить в прилад знизу і, пройшовши через нагрівальний елемент, виходить назовні вже теплим. Такі прилади можуть бути як стаціонарними, так і переносними. Більшість що випускаються сьогодні конвекторів забезпечені спеціальними фільтрами, що дозволяють крім нагрівальної функції здійснювати ще й очисну - вбираючи з повітрям пил осідає на матеріалі фільтра і на виході повітря виходить вже чистішим.

Стаціонарні конвектори кріпляться на стіну таким же чином як і звичайні радіатори, хіба що декоративність корпусу і відсутність труб роблять даний вид опалення більш естетичним. Однак, з економічної точки зору стверджувати, що повітряне опалення є економічним складно. Електроконвектори вигідністю не відрізняються. Недорогі на перший погляд прилади здатні споживати значну кількість електричної енергії. Крім того, вони здатні пересушувати повітря і «ганяти» пил по приміщенню, що небезпечно для здоров'я людини. З урахуванням цих обставин такі опалювальні прилади в замських будинках використовувати в якості основних джерел тепла недоцільно. Вони можуть корисними в дуже холодну пору року в якості додаткового тимчасового джерела тепла для підтримки комфортної температури повітря в різних приміщеннях будинку.

Одними з перспективних систем опалення замських будинків в даний час є інфрачервоні електричні [2]. Головна перевага цих систем опалення в порівнянні з традиційними конвективними (рідинними і повітряними) полягає в прямій передачі тепла від нагрівача, без проміжного теплоносія, за допомогою електромагнітних хвиль до предметів і поверхонь, що знаходяться в опалювальному приміщенні. При цьому витрати енергії для забезпечення необхідного теплового режиму в приміщенні мінімальні.

Серед інфрачервоних систем опалення в даний час перевага віддається найбільш енергоефективним електричним на базі панельних [3] і плівкових [4, 5] обігрівачів. Панельні електричні обігрівачі за призначенням поділяються на: стельові, настінні і підлогові. Вони випускаються трьох типів: довгохвильові з температурою випромінюючої поверхні менше 300°C і довжиною хвилі $\lambda = 50 \div 2000$ мкм; середньохвильові з температурою випромінюючої поверхні $300 \div 600^{\circ}\text{C}$ і довжиною хвилі $\lambda = 2,5 \div 50$ мкм і короткохвильові з температурою випромінюючої поверхні більше 600°C і довжиною хвилі $\lambda = 0,74 \div 2,5$ мкм. Найбільшого поширення в практиці опалення замських будинків отримали інфрачервоні стельові довгохвильові панельні обігрівачі. На рис. 1 показано опалення приміщення за допомогою таких обігрівачів [3].

Стельові панельні інфрачервоні електричні обігрівачі випускаються переважно компаніями: БІЛЮКС (Україна), ENERGOTECH (Швеція) і ЕКОЛАЙН (Росія). Компанія БІЛЮКС, використовуючи більш ніж 50-річний досвід розробки інновацій світових виробників інфрачервоних систем опалення, створила український стельовий довгохвильовий інфрачервоний панельний обігрівач (Рис. 1, б), який нічим не поступається, а скоріше перевершує відомі аналоги. Цей обігрівач має найкращі температурні параметри. У ньому використовується низькотемпературний ТЕН з нержавіючої сталі, який надійніший в роботі, чим спіраль у закордонних аналогів. Випромінювач українського виробництва вигідно відрізняється низькою для обігрівачів такого класу вартістю [3]. Компанією БІЛЮКС освоєний випуск обігрівачів з індивідуальними номінальними потужностями від 0,5 до 4 кВт. Прилад такого типу оснащується низькотемпературним трубчастим електричним нагрівачем і тепловипромінюючою пластиною, виготовленої з високоточного анодованого алюмінієвого профілю. Разом з ізоляцією вони розміщені в прямокутному металевому корпусі, покритому жаростійкої фарбою.

Інфрачервоні електричні довгохвильові панельні обігрівачі мають ряд вельми істотних переваг, головними з яких є: можливість економії до 35-45% енергоресурсів в порівнянні з традиційними конвективними системами опалення; застосування програмованого терморегулювання з урахуванням змін температури зовнішнього повітря і необхідності підтримки в приміщенні заданої температури; мінімальний температурний градієнт; швидкий обігрів приміщення; можливість підтримки в нічний час більш низької температури; можливість забезпечення комфортного для людини мікроклімату в приміщенні; екологічність: обігрівачі не пересушують повітря, не спалюють кисень, не піднімають пил в приміщенні, створюваний ними мікроклімат благотворно впливає на здоров'я людей,

особливо він підходить тим, хто страждає від алергії або схильний до простудних захворювань; простота в монтажі та обслуговуванні; надійність і безпека в роботі; довговічність і економічність.

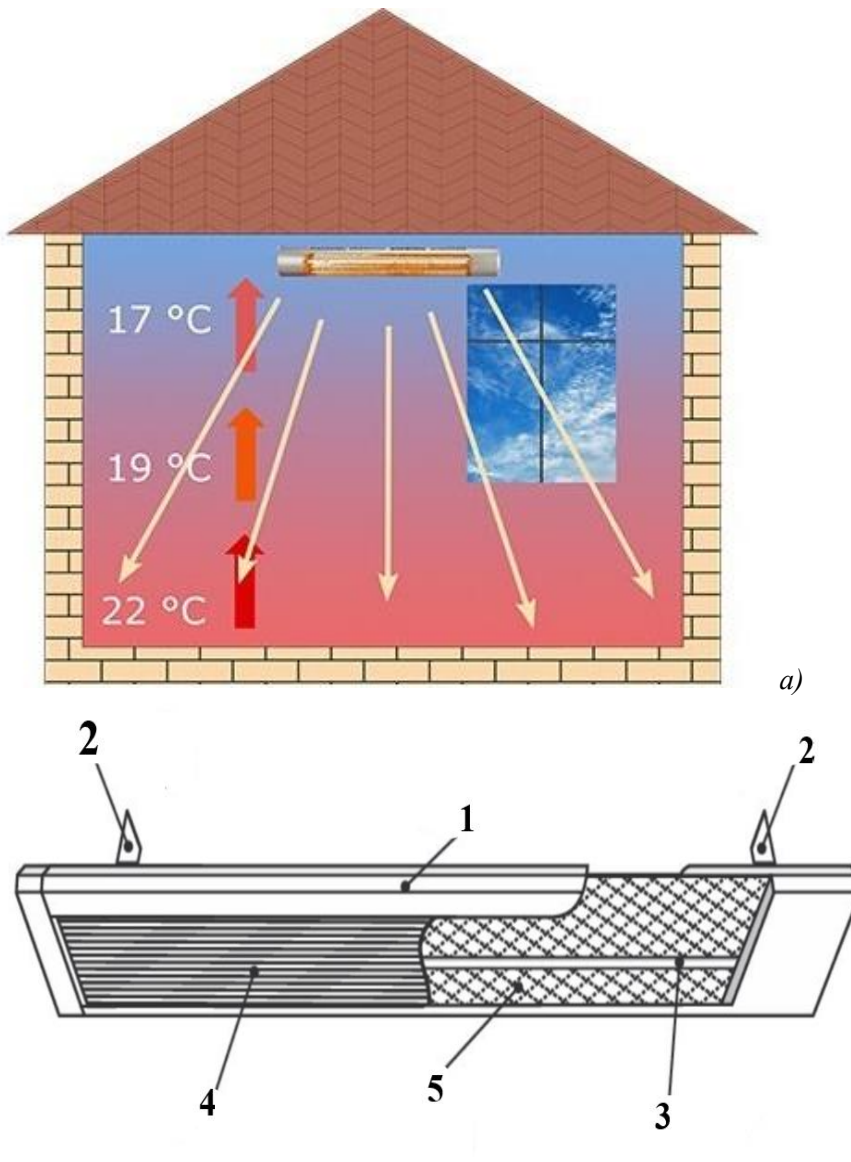


Рис. 1. Опалення приміщення за допомогою інфрачервоного електричного панельного стельового обігрівача: а) принцип роботи системи опалення; б) пристрій обігрівача; 1 - металевий корпус; 2 - елементи кріплення до стелі; 3 - низькотемпературний ТЕН; 4 - тепловипромінююча пластина; 5 - утеплювач.

Крім того, електричні панельні обігрівачі марки БІЛЮКС здатні зменшувати рівень шуму в приміщеннях [1]. Це забезпечується завдяки особливій геометрії профілю тепло-випромінюючої пластини і наявності шару теплоізоляції в їх конструкціях. Недоліком таких систем опалення є те, що стельові інфрачервоні панельні обігрівачі не завжди вдається вписати в інтер'єри приміщень класичного або історичного стилю. У них такі обігрівачі виглядають чужорідним елементом. Крім того, інфрачервоні системи опалення енергозалежні. При відсутності електроенергії система не буде функціонувати, якщо відсутнє резервне джерело електрики. В цілому ж можна стверджувати, що системи інфрачервоного опалення на базі панельних стельових електричних нагрівачів є енергоефективними, економічними та екологічними.

Для опалення заміських будинків перспективним також є застосування спеціальних інфрачервоних плівкових електричних обігрівачів. Ці обігрівачі бувають трьох типів: стельові, настінні і підлогові. Найбільш енергоефективними є стельові [6, 7, 8] і підлогові [5, 9, 10]. Випуском стельових плівкових обігрівачів займається ряд світових та вітчизняних компаній, зокрема, Heat Plus (Фінляндія), Rex Va, Heat Life (Південна Корея), РОСТ (Росія) та ін. Випускає ними обігрівачі, безумовно, мають свої відмінні риси. Однак, загальним для них є наявність спеціальної інфрачервоної плівки. На рис. 2, для прикладу, показана одна з можливих схем опалення приміщення за допомогою плівкових стельових інфрачервоних обігрівачів.

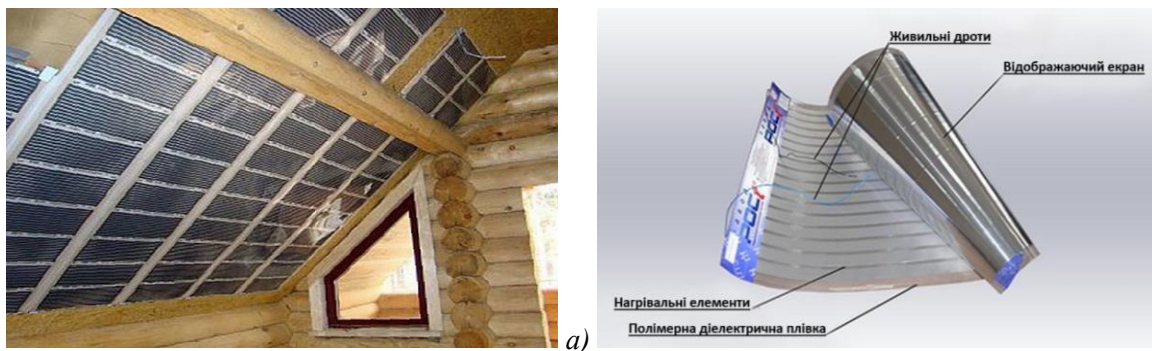


Рис. 2. Стельовий інфрачервоний плівковий обігрів приміщення: а) розміщення (монтаж) інфрачервоної плівки на стелі приміщення; б) інфрачервона нагрівальна плівка.

Наведена на рисунку обігрівальна плівка влаштована таким чином. Металева фольга є резистивним шаром. Вона запакована з двох сторін лавсановою термостійкою плівкою. На плівку зверху покладений ще один шар алюмінієвої фольги з плівкою. Усередині такого сандвіча вставлені нагрівальні елементи. Обігрівачі забезпечені датчиками температури, які відключають і включають їх згідно заданого температурного режиму. Такі обігрівальні системи також забезпечуються програмованими терморегуляторами, що дозволяють задавати режим температури повітря в приміщеннях протягом доби.

Для опалення заміських будинків також ефективно можуть застосовуватися інфрачервоні плівкові підлогові обігрівачі. Системи такого способу опалення включають в себе: випромінюючі підлогові полотна (плівки), терморегулятори і різні захисні панелі, розташовані між випромінюючим полотном і покриттям підлоги. Випромінюючі підлогові полотна укладаються під різні покриття для підлоги: ламінат, ковролін, паркетну дошку, лінолеум, всі види керамічної плитки, кам'яні і композитні матеріали. Такі інфрачервоні системи прийнято називати інфрачервоними «теплыми підлогами» [5, 11]. Випуском інфрачервоних плівок для обладнання таких теплих підлог займаються відомі світові компанії: Heat Plus (Фінляндія) і Seggi Century (Південна Корея). На рис. 3, для прикладу, показана схема опалення приміщення за допомогою інфрачервоної теплої підлоги.

Інфрачервона плівка марки Енергія ЕР - сучасна нагрівальна плівка, виготовлена зі смуг вуглецевої тканини на ПЕТ основі, які з'єднані між собою за допомогою мідних шин з срібним покриттям. Плівка випускається шириною 50, 80 і 100 см, вона має товщину 0,34 мм. Температура нагріву становить 45°C , а споживана потужність - 220 W/m^2 .

За рахунок застосування систем інфрачервоного опалення виробничих приміщень з використанням стельових і підлогових плівкових обігрівачів досягається наступний ефект: дуже швидкий прогрів поверхонь приміщення; рівномірний нагрів повітря; відсутність конвективних повітряних потоків (протягів); простий і швидкий монтаж системи опалення; можливість використання в якості основного або додаткового виду опалення; висока міцність і довговічність плівки; плівковий нагрівач при його включенні не виділяє

токсичних газів, не сушить повітря в приміщеннях, безпечний для застосування в приміщеннях, де перебувають люди похилого віку або діти; виділяє при роботі іони, які сприяють видаленню поганих запахів; безшумність роботи системи опалення; можливість економії до 30% електроенергії в порівнянні з іншими електронагрівачами і до 60% в порівнянні з паливними бойлерами; можливість повної автоматизації управління системою опалення. Основними мінусами плівкових обігрівачів є наступні: швидке охолодження після виключення; нагрівання побутової техніки, що знаходиться в приміщенні і неможливість використання стельових плівкових обігрівачів при висоті стель більше 3,5 м; небажаність розміщення важких меблів на інфрачервоній теплій підлозі у зв'язку з можливістю ушкодження гріючої плівки.

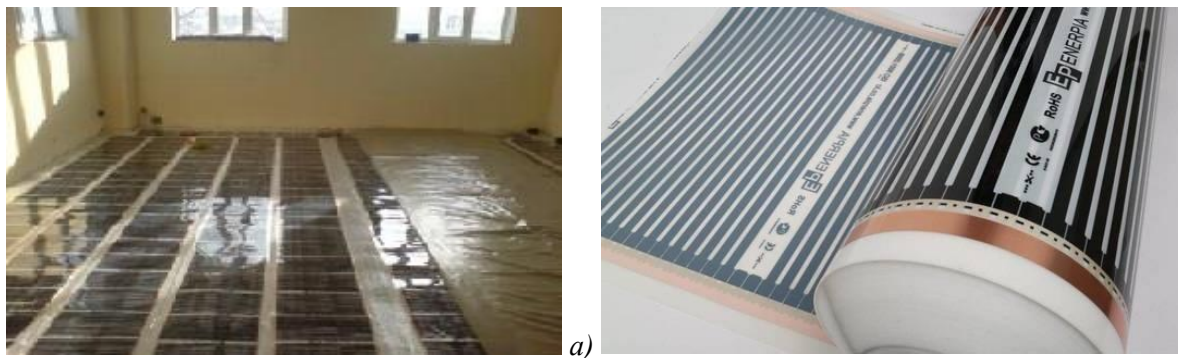


Рис. 3. Обігрів приміщення за допомогою інфрачервоної теплої підлоги: а) розміщення (монтаж) інфрачервоної плівки на підлозі приміщення; б) інфрачервона напольна гріюча плівка марки Enerpia EP [5].

Наведений вище короткий аналіз дозволяє вибрати один із способів опалення замського будинку відповідно до своїх уподобань і можливостей його господаря. Для реалізації цього способу необхідно вибрати тип, модель або марку, а також кількість обігрівачів, які дозволяють надійно забезпечити необхідний тепловий комфорт в різних приміщеннях будинку. Вихідним моментом при виборі цих основних складових системи опалення є визначення загальних тепловтрат ($P_{\text{заг}}$). Ці тепловтрати складаються найчастіше з втрат: шляхом теплопровідності (P_T) через огорожувальні конструкції (стіни, підлоги, двері і дах) і на нагрівання повітря, що надходить в приміщення будинку через вентиляцію (P_V) (рис. 4).

Втрати тепла шляхом теплопровідності можуть бути обчислені за формулою

$$P_T = F \cdot k(t_{\text{кімн}} - t_{\text{мін}}) \quad (1)$$

де F – площа огорожувальної поверхні, м^2 ; k – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/\text{м}^2$; $t_{\text{кімн}}$ – розрахункова температура повітря в приміщенні (кімнаті), $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{мін}}$ – мінімальна розрахункова зовнішня температура повітря в даній місцевості, $^{\circ}\text{C}$.

Розрахункова температура повітря $t_{\text{кімн}}$ приймається відповідно до встановлених санітарних норм. Розрахункова зовнішня температура повітря ($t_{\text{мін}}$) приймається з урахуванням найгірших температурних умов в місці розташування замського будинку. Для вибору $t_{\text{мін}}$ можна використовувати сезонні діаграми енергоспоживання (рис. 5), побудовані для даної місцевості, або кліматичні таблиці, складені по областях України [3].

Втрати тепла при вентиляції визначаються за формулою

$$P_V = q \cdot c \cdot \rho(t_{\text{кімн}} - t_{\text{мін}}) \quad (2)$$

де q – розрахунковий зовнішній повітряний потік, $\text{м}^3/\text{с}$; c – питома теплоємність повітря, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$; ρ – щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$.

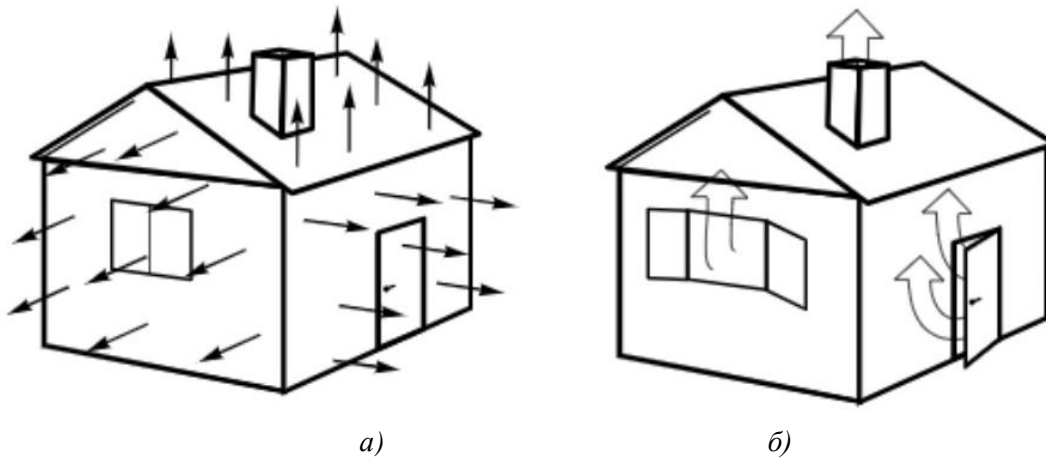


Рис. 4. Теплові втрати в будинку: а) шляхом теплопровідності; б) при вентиляції приміщень.

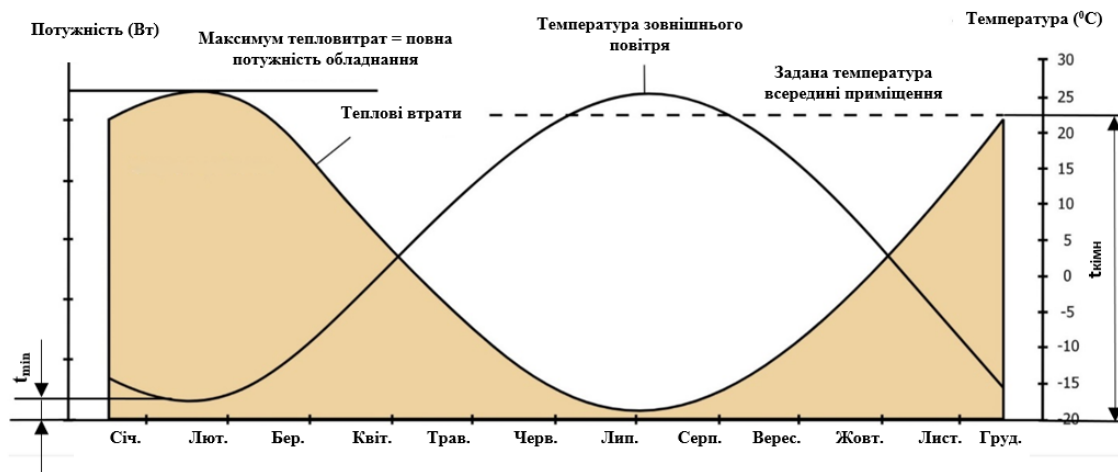


Рис. 5. Сезонна діаграма енергоспоживання.

Загальні теплові втрати при цьому визначаються за формулою

$$P_{\text{заг}} = P_T + P_V. \quad (3)$$

Потужність обігрівального обладнання ($N_{\text{заг}}$) повинна бути не менше величини загальних теплових втрат ($P_{\text{заг}}$), тобто

$$N_{\text{заг}} = P_{\text{заг}}. \quad (4)$$

Відповідно з підрахованою загальною потрібною тепловою потужністю системи обігріву в залежності від характеристики приміщень (площ, висоти стель, стану огорожувальних конструкцій, призначення і т.д.), а також наявних енергетичних, фінансових та інших можливостей, вибираються типи, моделі або марки обігрівального обладнання, а також уточнюється їх кількість і розташування в різних приміщеннях заміського будинку.

При використанні для цілей опалення інфрачервоних електричних панельних обігрівачів, особливо середньо- і короткохвильових, необхідно проводити перевірку дотримання допустимих норм теплового опромінення людей, що знаходяться в приміщенні. У діючих в Україні в даний час санітарних нормах ДСН 3.3.6.042-99 [12] вказані допустимі значення інтенсивності теплового опромінення людей, що знаходяться в зоні обігріву в залежності від величини опромінюваної поверхні їх тіла (не більше 25%, від 25 до 50% і 50% і більше). Інтенсивність теплового опромінення (поверхнева щільність променистого теплового потоку) представляє собою

$$q = \frac{Q_{\text{л}}}{F_{\text{л}}}, \quad (5)$$

де $Q_{\text{л}}$ - кількість тепла, переданого випромінюванням від нагрітої поверхні інфрачервоного обігрівача на опромінювану поверхню людини, Вт; $F_{\text{л}}$ - площа опромінюваної поверхні тіла людини, м^2 .

Підрахована за цієї формулою інтенсивність теплового опромінення повинна бути рівною або меншою допустимої, тобто

$$q \leq [q], \quad (6)$$

де $[q]$ - допустиме значення інтенсивності теплового опромінення людини, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Така норма викликана тим, що при інфрачервоному способі обігріву при високих значеннях (понад допустимих) інтенсивності опромінення можлива поява випадків несприятливого впливу теплового опромінення на організм людини [13]. Це пояснюється тим, що інфрачервоні обігрівачі випромінюють теплові промені як і в випадку з сонячним світлом. Тривале перебування під яскравим сонцем також може викликати різні негативні реакції в організмі людини. Тому використання інфрачервоних приладів для цілей опалення при інтенсивностях опромінення нижче допустимих абсолютно безпечно і нешкідливо для людини, навпаки, корисно.

Слід мати на увазі те, що інфрачервоні електричні плівкові обігрівачі мають малі значення температур випромінюючих поверхонь ($40 \div 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) і, відповідно, інтенсивностей опромінення. Тому для таких систем інфрачервоного обігріву вести перевірочні розрахунки з використанням формули $q \leq [q]$ не має ніякого сенсу.

При розрахунках і експлуатації різних систем опалення заміських будинків необхідно прагнути до того, щоб в приміщеннях створювався і завжди підтримувався необхідний тепловий комфорт. Для систем інфрачервоного опалення в ХНУБА розроблена спеціальна методика розрахунку [14], яка забезпечує отримання на практиці такого комфорту при мінімальних витратах енергоресурсів.

Висновки. Для опалення заміських будинків найбільш широке поширення в Україні отримало рідинне (водяне) опалення з використанням газових, електричних і твердопаливних котлів, які забезпечують в приміщеннях необхідний тепловий режим. Однак, такий спосіб опалення заміських будинків є найбільш витратним.

Найбільш перспективним і ефективним видом опалення заміських будинків є інфрачервоний спосіб за допомогою панельних або плівкових обігрівачів.

панельні стельові системи дозволяють економити до 35 - 45% енергоресурсів в порівнянні з традиційними конвективними і повітряними системами опалення, економічні та екологічні.

Інфрачервоні плівкові стельові і підлогові обігрівачі швидко і рівномірно нагрівають повітря в опалювальних приміщеннях, прості в монтажі та експлуатації, мають високу міцність і довговічність, безпечні і екологічні, здатні забезпечувати економію до 30% електроенергії в порівнянні з іншими електричними нагрівачами і до 60 % в порівнянні з паливними бойлерами.

При розрахунках і проектуванні інфрачервоної системи опалення заміського будинку у всіх випадках необхідно прагнути до забезпечення оптимального теплового комфорту в його приміщеннях при мінімальних витратах енергоресурсів і строгому дотриманні встановлених в країні санітарно-гігієнічних норм. Виконання цієї вимоги можливо при використанні розробленої в ХНУБА спеціальної методики [14].

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Инфракрасная система отопления дома*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/infrakrasnoe-otoplenie/infrakrasnaya-sistema-otopleniya-doma.html>.
2. Болотских Н.Н. Основы выбора и расчета систем инфракрасного обогрева помещений. *Науковий вісник будівництва*, Харків: ХНУБА, ХОТБ АБУ, 2018. Т. 92, № 2. с. 251-258.
3. *Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей*. БИЛЮКС – отопление суперэкономичное. URL: <http://bilux.ua>.
4. *Инфракрасная пленка для отопления*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/infrakrasnoe-otoplenie/infrakrasnaya-plenka.dlya-otopleniya-cena>.
5. *Инфракрасная нагревательная пленка. Тепло-стиль*. URL: <https://tepliy-pol.com.ua/infrakrasnaya-nagrevatel'naya-plionka>.
6. ЗЕБРА – нагреватель пленочный потолочный. URL: <http://greemvas.ru/page/princip-deystviya-plenochnyh-obogrevateley-zebra>.
7. *Пленочный потолочный обогрев*. URL: <http://klimat-v.in.ua/greyuchhaya-plenka/>.
8. *Потолочный ПЛЕН. Основное отопление*. URL: <http://miass-rost.ru/produkt/potolochnyi-plen/>.
9. *Отопление и ремонт. Инфракрасное отопление*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/stati/infrakrasnoe-potolochnoe-otoplenie-zagorodnogo.html>.
10. *Отопление теплиц с подогревом почвы*. Украина: «Теплодарець, віддам тепло в добрі руки». URL: <http://teplodarets.com.ua>.
11. Савйовский В.В., Болотских О.Н. *Ремонт и реконструкция гражданских зданий*. Харьков: И.Д. «ВАТЕРПАС», 1999. 288 с.
12. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Постанова Державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р. № 42. 11 с.
13. Гвозденко Л.А. Обоснование допустимых нормативов облученности инфракрасным излучением в зависимости от его спектрального состава. *Медицина труда и промышленная экология*, Киев: Институт медицины труда АМН Украины, 1999. № 12. с. 13-18.
14. Болотських М.М., Болотських М.С. Створення теплового комфорту в робочих зонах приміщень з інфрачервоним обігрівом. *Науковий вісник будівництва*, Харків: ХНУБА, ХОТБ АБУ, 2020. Т. 101. № 3. с. 166-176.

REFERENCES:

1. *Infrakrasnaya sistema otopleniya doma*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/infrakrasnoe-otoplenie/infrakrasnaya-sistema-otopleniya-doma.html>.
2. Bolotskih N.N. Osnovy vybora i rascheta sistem infrakrasnogo obogreva pomeshchnij. *Naukovij visnik budivnictva*, Harkiv: HNUBA, HOTB ABU, 2018. T. 92. №. 2. s. 251-258.
3. *Sistema potolochnogo otopleniya na baze elektricheskikh dlinnovolnovykh obogrevateley*. BILYKS – otoplenie superekonomichnoe. URL: <http://bilux.ua>.
4. *Infrakrasnaya plenka dlya otopleniya*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/infrakrasnoe-otoplenie/infrakrasnaya-plenka.dlya-otopleniya-cena>.
5. *Infrakrasnaya nagrevatel'naya plenka. Teplostil*. URL: <https://tepliy-pol.com.ua/infrakrasnaya-nagrevatel'naya-plionka>.
6. ZEBRA – nagrevatel plenochnyj potolochnyi. URL: <http://greemvas.ru/page/princip-deystviya-plenochnyh-obogrevateley-zebra>.
7. *Plenochnyi potolochnyj obogrev*. URL: <http://klimat-v.in.ua/greyuchhaya-plenka/>.
8. *Potolochnyj PLEN. Osnovnoe otoplenie*. URL: <http://miass-rost.ru/produkt/potolochnyi-plen/>.
9. *Otoplenie i remont. Infrakrasnoe otoplenie*. URL: <https://sistema-otopleniya.ru/stati/infrakrasnoe-potolochnoe-otoplenie-zagorodnogo.html>.
10. *Otoplenie teplic s podogrevom pochvy*. Ukraine: “Teplodarec, viddam teplo v dobri ruki”. URL: <http://teplodarets.com.ua>.
11. Savjovskij V.V., Bolotskih O.N. *Remont i rekonstrukciya grazhdanskikh zdaniy*. Harkov: I.D. “VATERPAS”, 1999. 288 s.
12. DSN 3.3.6.042-99. “Sanitarni normi mikroklimatu virobnichih primishchen” Postanova Derzhavnogo sanitarnogo likarya Ukrainy vid 1 grudnya 1999 r., № 42. 11 s.
13. Gvozdenko L.A. Obosnovanie dopustimyh normativov obluchennosti infrakrasnym izlucheniem v zavisimosti ot ego spektralnogo sostava. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*, Kiev: Institut mediciny truda AMN Ukrainy, 1999. № 12. s. 13-18.
14. Bolotskih M.M. Bolotskih M.S. Stvorenniya teplovogo komfortu v robochukh zonakh prymishchen z infrakrasnym obigrivom. *Naukovij visnik budivnictva*, Kharkiv: HNUBA, HOTV ABU, 2020. T. 101. № 3. s. 166-176.

Bolotskykh O.N., Bolotskykh N.N. CHOOSING A COUNTRY HOUSE HEATING SYSTEM. Known ways of heating country houses are described, detailed analysis of them, methods and appropriate formulas for calculating parameters and selection of energy-saving heating systems are given, recommendations are given on their further application in the practice of heating country houses.

Ключові слова: country house, heating, infrared electric heaters, ceiling heater, film heater, radiation intensity.