

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВІЗОРІВ

Актуальність. Виходячи з реалій сьогодення застосування енергозберігаючих технологій є актуальним не тільки в Україні але і в більшості країн світу, особливо в країнах з холодними кліматичними умовами. Сучасний світ потребує прогресивних інноваційних технологій. Ритм життя вимагає чергових нововведень, здатних зробити життя простіше, якісніше і безпечніше. Інновації в вимірювальній техніці дуже важливі, адже від точності розрахунків багато залежать, і всі технології, які здатні зменшити похибки у вимірах, є одними з найбільш затребуваних. Так, одним з таких інноваційних приладів може бути тепловізор - пристрій для спостереження за температурним фоном навколишнього середовища. Унікальність даного пристрою полягає в його незамінності при визначенні тепловтрат в проблемних ділянках будівель і споруд.

Мета дослідження. Проведення порівняльного аналізу методів діагностики будівель і споруд за допомогою тепловізорів та побудови топології методичних рішень енергоаудиту.

Енергоаудит - це перевірка приміщень, яка дозволяє визначити чи правильно функціонують теплові системи. Результат проведення енергоаудиту - термограма. Термограма, яка знята в інфрачервоному спектрі дозволяє відстежити розподіл температурних полів. Наукове визначення цього процесу - «термографія».

Головна мета проведення енергоаудиту – це вчасно виявити:

1. Загальні і часткові тепловтрати
2. Приховані дефекти - місця протікання повітря і води
3. Погіршення рівня опору теплопередачі - відсутність теплоізоляції, дефекти в будівництві

4. Дефекти огорожувальних конструкцій - порушення в товщині і установці утеплювача, осідання утеплювача, і інше

Теплоаудит це найважливіша складова енергоаудиту. Він проводиться за допомогою тепловізора - який дозволяє відстежити розподіл теплових потоків на досліджуваних конструкціях.

Теплоаудит візуалізує проблемні місця в приміщенні, які потребують ремонту. Своєчасний ремонт дозволяє зберегти здоров'я людей, адже для проблемних ділянок характерні утворення конденсату або осідання вологи, що призводить до утворення цвілі.

Тепловізор - це оптоелектронна камера, яка перетворює випромінювання інфрачервоного діапазону електромагнітного спектра (900-14000 нанометров) у видиму область спектра. Прилад дозволяє бачити теплове випромінювання навколишніх об'єктів незалежно від освітленості, вимірювати температуру в будь-якій точці об'єкта з точністю 0,06 °С. Інфрачервоне (далі-ІК) - випромінювання випускається будь-якими об'єктами, що мають температуру вище -273 °С. Людське око не може виявляти ІК-випромінювання, а тепловізори дозволяють це робити. Вони забезпечують отримання зображень об'єктів, які вказують на кількість тепла, випромінюваного об'єктами. Такі зображення в кольорі показують поверхневу температуру об'єкта (рис. 1). Найхолоднішим ділянкам відповідає чорний і фіолетовий колір, найтеплішим - жовтий і білий.

Класифікація тепловізорів

Сучасні тепловізійні пристрої використовують в якості датчика фокально розташованої матриці. Серед приладів даного типу розрізняють моделі з охолоджуваних і не охолоджуваних сенсором.

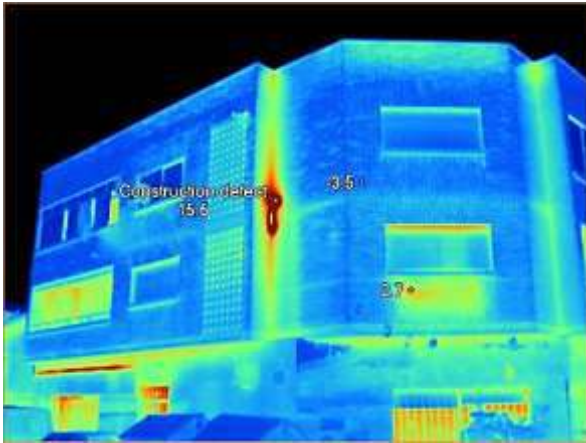


Рис. 1. Тепловізійне зображення житлового будинку, що показує будівельний дефект (гаряча область). У різних частинах будівлі можна побачити області з втратами тепла, наприклад, під вікнами, ексфільтрація повітря, містки тепла і дефекти теплоізоляції.

Охолоджуваний сенсор забезпечує найвищу чутливість і дальність дії, однак великі габарити роблять такі прилади стаціонарними. Використовувати даний тип тепловізора можна на будмайданчику або в лабораторних умовах.

Не охолоджуваний мікроболометр повсюдно використовується практично у всіх переносних тепловізорах завдяки компактності і високій точності.

Для використання при вирішенні різних завдань виробники умовно поділяють види тепловізорів по вимірювального діапазону:

- Будівельні (до +350 °C) - використовуються при проведенні енергоаудиту будівель, перевірці якості теплоізоляції, пошуку витоків тепла, протікання дахів і трубопроводів, та ін.

- Промислові (понад +350 °C) - застосовуються в ході діагностики електричних і механічних агрегатів, при перевірці електрообладнання, промислових і комерційних систем, і т.д.

- Високотемпературні (понад 1000 °C) - служать для вирішення специфічних завдань: контролю високотемпературних технологічних процесів, діагностики промислового та іншого обладнання з високим ступенем нагрівання окремих вузлів.

Застосування тепловізора в будівництві:

Використання тепловізорів в будівництві і експлуатації будівель дозволяє здійснювати контроль якості ізоляції і герметичності будівлі, виявити наявність прихованих дефектів будівництва - тріщини, ділянки підвищеного вмісту вологи і провести випробування огорожувальних конструкцій будівель: зовнішніх стін, покриттів, горіщних покриттів, перекриттів над проїздами, холодних підпіллів і підвалів, воріт і дверей в зовнішніх стінах, а також віконних і балконних дверних блоків і інших огорожувальних конструкцій, що розділяють приміщення з різними температурно-вологісними умовами (рис. 2). Тепловізійний контроль якості теплозахисту будівель зарекомендував себе як один з основних способів контролю стану огорожувальних конструкцій з урахуванням зручності, оперативності та наочності методик тепловізійного обстеження. Обстеження може проводитись як в зимовий період при включеному опаленні будинку, так і в літній. Зони більш низької температури стін і перекриттів житлових і промислових будівель - це області витоку тепла і можливого випадання конденсату. В осінньо-зимовий період наявність таких областей призводить до зниження середньої температури всередині будівель і, як наслідок, до збільшення витрат енергоносіїв, необхідних для підтримки комфортної внутрішньої температури. Випадання сконденсованої вологи на стіни або перекриття будівель призводить до утворення цвілі, поступового руйнування конструкції матеріалу будівель, погіршення обробки і зовнішнього вигляду.

Порядок проведення енергоаудиту будинку за допомогою тепловізора:

Виконання робіт по внутрішній зйомки - один з основних етапів виконання енергоаудиту, так як за допомогою нього визначається понад 90% всіх дефектів пов'язаних з порушенням технології зведення будинку. Зйомка обов'язково виконується повністю і ретельно кожного елемента приміщення (рис.3). Обстеження на предмет витоку тепла таких систем, як:

- системи вентиляції;

- системи кондиціонування;
- системи опалення;
- системи водопостачання.

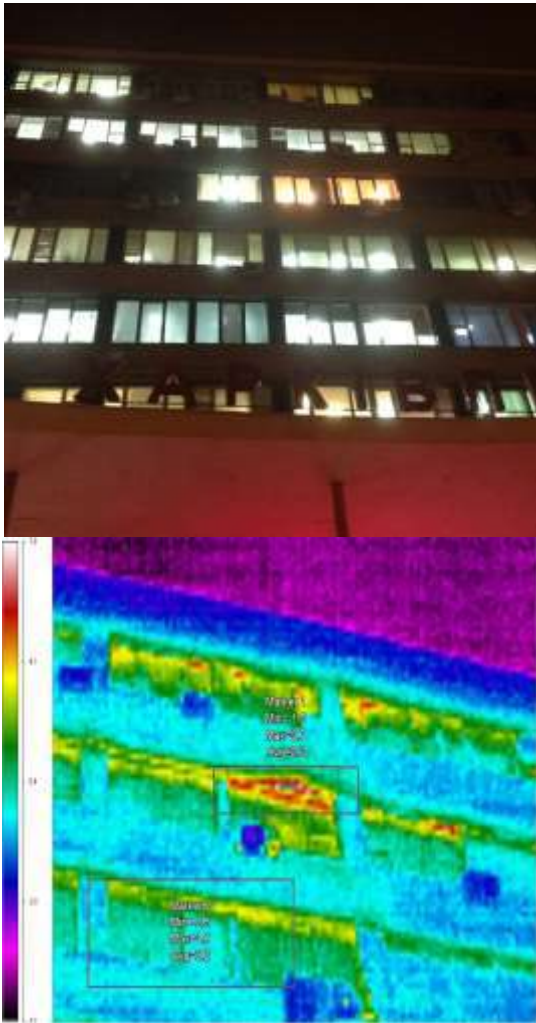


Рис. 2. Тепловізійне зображення громадської будівлі в м. Харкові, що показує характерні дефекти будівельних конструкцій (на приклад: втрати тепла через вікна)

Камера визначатиме і детальне обстеження локальних місць витоків в таких можливих зонах, як:

- стіни;
- фундамент;
- покрівля;
- вікна та двері;
- стеля;
- перекриття;
- цоколь.

Також визначається наявність протягів і причин їх появи (рис. 4).

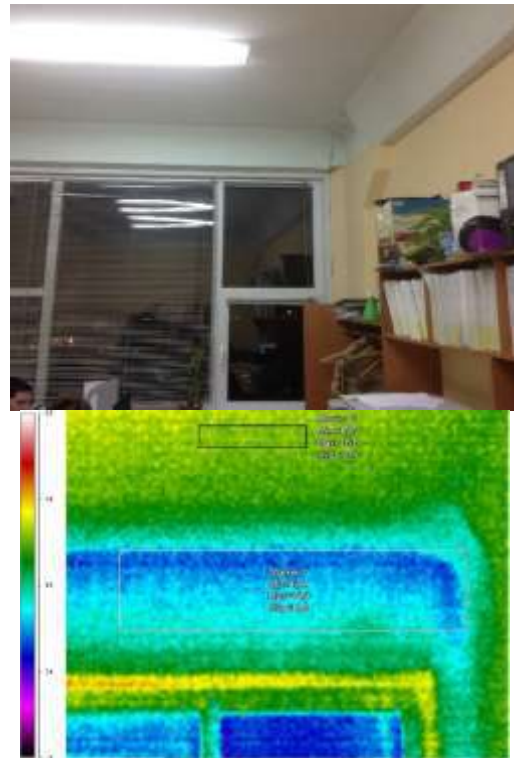


Рис. 3. Темні області на тепловізійному зображенні праворуч вказують на ділянки містків холоду, що неможливо побачити неозброєним оком.

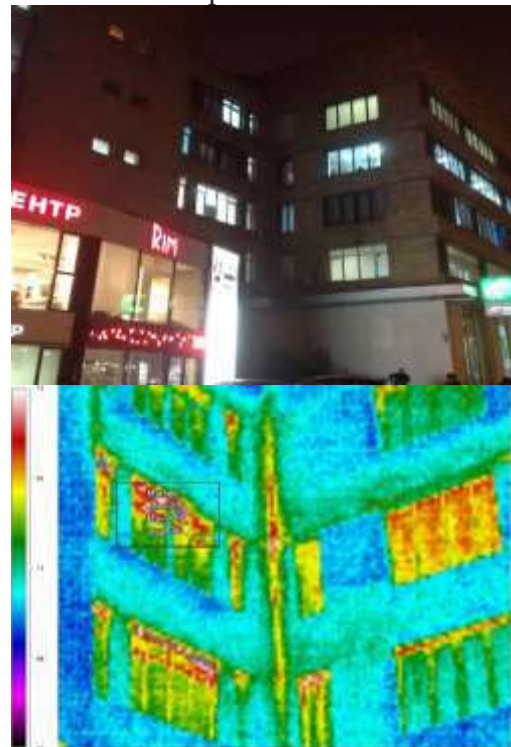


Рис. 4. Тепловізійне зображення громадської будівлі в м. Харкові, що показує характерні дефекти будівельних конструкцій. У різних частинах будівлі можна побачити області з втратами тепла (через вікна, ексфільтрація повітря, містки холоду).

Виконання робіт по зовнішній зйомці. За допомогою зйомки можна виявити дефекти фасадів і утепленої покрівлі.

Обробка результатів і збір даних про енергоспоживання будівлі в самих різних умовах експлуатації. Збір даних про загальну якість будинку, в тому числі інформація про властивості і типах будівельних матеріалів, які використовувалися для будівництва (рис. 5).

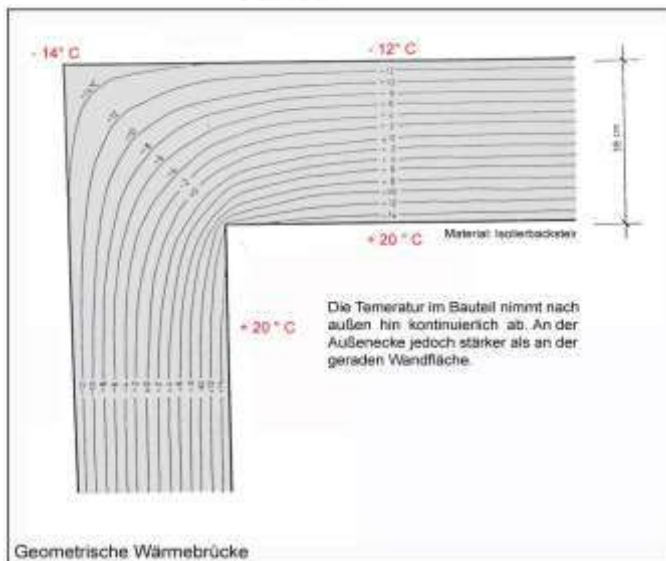


Рис.5. Загальний вигляд тепловізора і криві температурних полів ділянки стіни будівлі

В процесі проведення обстежень будівель, були виявлені найбільш загальні

пошкодження зовнішніх огорожувальних будівельних конструкцій. Більш наочно це демонструється за допомогою термографії, отриманих авторами даної статті, за допомогою тепловізора. Окремі термографії представлені на ілюстраціях рис. 2-4. Обстеження зазначених будівель проводилося в холодну пору року, при різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря, що перевищує більш ніж 20⁰С. Найбільш яскраві плями свідчать про найбільших температурах і відповідно тепловтратах зовнішніх огорожувальних конструкцій різних будівель. Аналіз термограми свідчить про істотні тепловтратах будівель, як старої забудови, так і дефектах влаштованої теплоізоляції новозбудованих в останні роки. Причинами протікання тепла можуть бути найрізноманітніші чинники. Найчастіше це слабкі теплозахисні властивості огорожувальної конструкції, недостатня якість виконаної теплоізоляції через дефекти застосовуваних матеріалів або через порушення технології виконання робіт та інше.

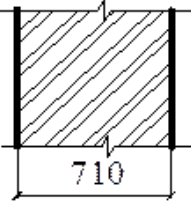
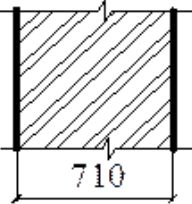
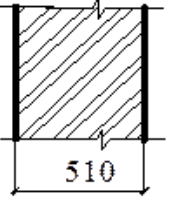
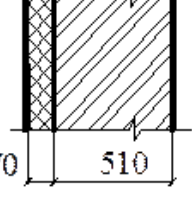
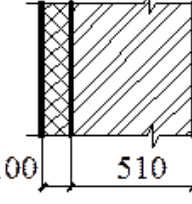
На підставі детального обстеження визначається якість виконаних робіт з будівництва, обробці і влаштуванню всіх комунікацій. На цьому етапі на підставі всіх отриманих даних готуються графіки розподілу енергії і теплоенергетичний баланс будинку.

Складений звіт це нормативний документ - паспорт споживача паливних і енергетичних ресурсів, де вказується кількість і місцезнаходження дефектів, їх причину виникнення, і обов'язково наводяться рекомендації щодо усунення цих дефектів.

Однією з причин масового невідповідності в нашій країні фактичного технічного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій існуючих будівель вимогам норм щодо опору теплопередачі - є раніше діючі норми.

У табл. 1 показана еволюція нормативних вимог, що пред'являються до зовнішніх стін будинків.

Таблиця 1 - Норми проектування. Зміна конструкцій зовнішніх стін з цегли відповідно до нормативних вимог періоду забудови.

Період історії і назва нормативного документа				
До 1850-1900 року «Статут будівельний»	До 1928 року «Ілюстроване урочне положення ...»	1930-1993 роки СНиП II-3-79 «Будівельна теплотехніка»	З 1993 року зміни до СНиП II-3-79, відповідно до Указу Мінбудархітектури України № 247 від 27.12.1993 року	З 2007 року ДБН В.2.6-31: 2006 із змінами. «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»
				
Фактичне опір теплопередачі $R = 1,0 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ «Всі зовнішні і межові стіни житлових приміщень кам'яних будівель, повинні бути завтовшки не менше 15 вершк.» (1 вершок = 4,45 см.)	Фактичне опір теплопередачі $R = 0,72 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ «У місцевостях, де температура знижується до -250-300 по R, стіни повинні робитися не менше 0.69-0.70 м, тобто = 2,1 / 2 цеглин ...»	Фактичне опір теплопередачі $R = 0,72 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$	Фактичне опір теплопередачі $R = 2,2 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ (I - а температурна зона) * ефективний утеплювач, $\lambda = 0,05 \text{ Вт} / (\text{м}^\circ\text{C})$	Фактичне опір теплопередачі $R = 2,8 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ (I - а температурна зона) * ефективний утеплювач, $\lambda = 0,05 \text{ Вт} / (\text{м}^\circ\text{C})$

Зазначені проблеми теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій вимагають виконання комплексу робіт з енергоаудиту та на його основі термічної модернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель.

Висновки. Проведений аналіз методів діагностики із застосуванням тепловізорів в житлових і промислового будівлях, не обмежується тільки енергоаудитом. Безліч звичайних завдань можна вирішувати цілий рік, а значить, їх застосування не обмежується тільки холодною порою року: виявлення вологи, пошук течі в дахах, системах теплих підлог, обстеження систем кондиціонування і вентиляції.

В цілому, ефективність роботи з енергоаудиту та термомодернізації будівель може бути досягнута впровадженням наступних заходів:

- популяризацією енергоаудиту та термомодернізації, як засобу істотного зниження енергетичних витрат з утримання будинків. Для цього можуть бути залучені фахівці вузівської науки, науково-дослідних, проектних організацій та виробничих підприємств;

- розробка нормативних документів, що регламентують порядок проведення зазначених робіт та залучення до цієї роботи, як державних органів, підприємств, організацій так і громадян, які здійснюють експлуатацію будинків;

- інтенсифікація розробки нормативно-технічних документів на пристрій різних типів теплоізоляції, впровадження сучасних технологій і матеріалів;

- підвищення рівня контролю якості виконання теплоізоляційних робіт, з відображенням фактичних даних у виконавчій будівельній документації;

- поліпшенням підготовки фахівців для роботи в даній сфері. Це робота повинна проводитися на всіх рівнях підготовки робітників та інженерно-технічних кадрів в навчальних закладах професійно-технічної, спеціальної технічної і вищої школи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Савйовский В.В. и др. Энергоаудит и термомодернизация зданий / В.В.Савйовский, М.Н. Джалалов, А.В. Савйовский, А.Н. Муляр // Будівництво України. – К., 2010. – № 6 – С. 3–7.
2. Соловей О.І. Енергетичний аудит: Навч. посіб. / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега, О.О. Ситник, А.В. Чернявський. – Черкаси: ЧДТУ, 2005. – 299 с.
3. Шевельов В.Б. Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі: Зб. наук. пр. / Ред.: В.Б. Шевельов; Укр. зон. наук.-дослід. і проект. ін-т по цивіл. буд-ву (ВАТ «КиївЗНДІЕП») – К.: ВАТ «КиївЗНДІЕП», 2004. – 168 с.

4. Закон України «Про енергозбереження».
5. Державний стандарт України ДСТУ 4065-2001«Енергоаудит. Загальні положення»/ Держстандарт України, Київ. - 2001.
6. Энергосовет. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.energosovet.ru/stat731.html>.
7. Энергоаудит дома при помощи тепловизора: как проводится, преимущества, тонкости работы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://gidproekt.com/energo-audit-doma-pri-pomoshhi-teplovizora-kak-provoditsya-preimushhestva-tonkosti-raboty.html>.
8. Причины для выбора технологии Reoxthene. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mapei.com/public/UA/linedocument/Reoxthene.pdf>.
9. Энергоаудит, тепловизионное обследование. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gidroterm.com.ua/uslugi/energoaudit-teplovizionnoe-obsledovanie>.

УДК 624.012.45, 692.5

Литвиняк О.Я., Демчина Б.Г., Цогла А.О.
Національний університет «Львівська політехніка»

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ОПАЛУБНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

Вступ. Розвиток будівельної галузі базується на скороченні термінів будівництва, зменшенні матеріалоемності та собівартості продукції. Цих критеріїв можна досягнути, використовуючи незнімну опалубку при спорудженні перекриттів, яка дозволяє скоротити витрати на перекриття, оскільки не потрібно використовувати будівельні механізми великої вантажопідйомності та спеціальну багаторазового вжитку опалубку. Застосування незнімної опалубки є доцільним при зведенні енергоефективних перекриттів (наприклад, комплексних плит перекриття з використанням безавтоклавного пінобетону), що дозволяє виконати високі вимоги сьогодення щодо енергозбереження та екологічності.

В Україні широкого використання та значної популярності енергоефективні перекриття ще не здобули. Зазвичай у будівництві застосовують монолітні або збірні залізобетонні перекриття, які вимагають улаштування додаткових тепло- та звукоізоляційних шарів. Незважаючи на це, незнімну опалубку, як елемент конструкції перекриття, в Україні використовують здебільшого у перекриттях типу TERIVA [1], перекриттях системи PLASTBAU (більше відома як система termohouse) [2], у збірно-монолітних перекриттях, як незнімну опалубку з пінополістиролу [3] та у залізобетонних перекриттях як робоче армування [4]. Однак, дослідження залізобетонних опалубних плит, як незнімної опалубки, для подальшого бетонування їх