

Враховуючи, що питомі тепловтрати за опалювальний період визначаються за формулою:

$$q = 0,024 \cdot S / R_0^{np}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

економію енергії $\Delta q_{озр}$ можна отримати за формулою:

$$\Delta q_{озр} = 0,024 \cdot S \cdot \left[\frac{A}{R_{ок}^{np}} \left(1 - \frac{R_{ок}^{np}}{R_{озр}^э} \right) + B \left(\frac{1}{R_{ст}^{np}} - \frac{1}{R_{ст}^э} \right) \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

Беручи як еталон віконний блок, виконаний за ГОСТ 11214-86 «Вікна та балконні двері дерев'яні з подвійним склінням для житлових і громадських будівель», приведений опір теплопередачі якого складає $R_{ок}^э = 0,4 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, а загальний коефіцієнт світлопропускання $\tau_0 = 0,61$ та рівні теплозахисту стін порівнюваних варіантів $R_{ст}^{*э} = R_{ст}^{npэ} \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, отримаємо:

$$\Delta q_{озр} = 0,024 \cdot S \cdot \frac{F_{ок}}{F_{озр}} \left(\frac{1}{R_{ок}^{np}} - \frac{1}{R_{озр}^э} \right), \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

$$\text{де } R_{озр}^{*э} = \frac{1}{(1 - 1,64 \cdot \tau_0) R_{ст}^{np} + 4,1 \cdot \tau_0}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Таким чином, знаючи загальний коефіцієнт світлопропускання вікон і теплозахисні властивості зовнішнього огороження, можна швидко і точно за формулою визначити найбільш оптимальну конструкцію зовнішнього огороження, яка при експлуатації будівлі буде мати мінімальні енергетичні витрати.

4.5. Метод теплового неруйнівного контролю

Метод теплового неруйнівного контролю заснований на дистанційному вимірюванні тепловізором температурних полів поверхонь огорожуючих конструкцій, між внутрішніми і зовнішніми поверхнями яких створено перепад температур. В якості показників теплозахисних властивостей, приймають обчислені опори теплопередачі ділянок конструкції. Температурні поля поверхонь огорожувальних конструкцій отримують на екрані тепловізора у вигляді чорно-білого або кольорового зображення, градація яскравості або кольору якого відповідають різним температурам. Тепловізори обладнані пристроєм для висвічування на екрані ізотермічних поверхонь та вимірювання вихідного сигналу, значення якого функціонально пов'язано з вимірюваною температурою поверхні [82].

Методика дає можливість:

- Оперативно протягом декількох годин провести разові натурні обстеження об'єкта, що виключає тривалі (до 2-х місяців зимового часу) натурні спостереження з установкою в конструкції різних датчиків з подальшою обробкою їх свідчень.

- Організувати при необхідності періодичний чи систематичний контроль якості зовнішніх огорожувальних конструкцій в експлуатаційних умовах.

- Змінити рішення по теплозахисту та повітропроникності запроектованих стиків та дати рекомендації по заміні або додатковому застосуванню теплоізоляційних і теплопровідних матеріалів при плановому, аварійному ремонті або при скаргах осіб (організацій), які експлуатують будівлю (споруду).

Завдяки тепловому випромінюванню можливо виявити:

- якість ізолюючих і герметизуючих матеріалів (визначаються ділянки з підвищеним виходом тепла) неправильність функціонування опалювальних систем, систем охолодження, обігріву та кондиціонування повітря;

- часткові та загальні тепловтрати;

- приховані дефекти будівництва – місця протікання повітря та води, відшарування плівки мастики від бетонної поверхні, дефекти віконних блоків і прорізів, неякісне ущільнення, наскрізні щілини;

- погіршення опору теплопередачі — відсутність теплоізоляції, неякісна цегляна кладка, некоректні архітектурні та будівельні рішення тощо;

- дефектні панелі огорожувальних конструкцій — порушення товщини і розстановки утеплювача, осідання утеплювача тощо;

При теплотехнічних обстеженнях зовнішніх стін з тепловізором здійснюють:

- Дослідження температурно-вологісного і повітряного режиму приміщень будівлі;

- Вимірювання температур і термографування заздалегідь визначених ділянок зовнішньої і внутрішньої поверхонь стіни;

- Розшифровку термограмм, отриманих за допомогою тепловізора, і в поданні їх у вигляді ізотерм, тобто лінії однакових радіаційних температур поверхонь;

- Виявлення можливих теплотехнічних неоднорідностей стіновий панелі, заповнень стиків і віконних блоків (скління віконних і дверних блоків допускається тільки обстежити тепловізорами, працюючими в діапазоні електромагнітних хвиль понад 7 мікрон);

- Розрахунку максимальних, мінімальних і середніх температур окремих ділянок внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції і на підставі їх коефіцієнтів теплотехнічної однорідності (при необхідності), локальних або наведених опорів теплопередачі.

Проведення обстежень зовнішніх огорожувальних конструкцій методом ТНК може здійснюватися за одним із способів:

- пасивному або активному;
- одно- або двосторонньому, комбінованому методу.

До пасивного способу відноситься метод, що дозволяє визначати розподіл температури на поверхні виробу без застосування спеціальних джерел теплової енергії (тобто здійснюється контроль якості виробу без спотворення теплових характеристик виробу).

Односторонній спосіб являє собою реєстрацію температурних полів на одній з поверхонь (внутрішній чи зовнішній) захисної конструкції і може застосовуватися в залежності від мети проведеного обстеження. Так, наприклад, зйомка зовні може бути рекомендована при обстеженні протяжних (багатоповерхових) будівель з метою пошуку конструктивних аномальних ділянок та визначення величини приведенного опору теплопередачі.

Двосторонній спосіб застосовується при детальнішому обстеженні та реєструє розподіл температурних полів з обох сторін огорожі.

Комбінований метод теплового неруйнівного контролю – метод заснований на одночасному застосуванні одностороннього і двостороннього методів теплового неруйнівного контролю.

При проведенні обстежень з застосуванням інфрачервоної камери можна виділити 2 основних етапи:

1. Підготовка та проведення тепловізійної зйомки зі збором всієї необхідної інформації;
2. Обробка результатів: якісний і кількісний аналіз.

Перший етап полягає в реєстрації температурно-вологісних показників оточуючих конструкцію середовищ та інших умов проведення обстеження.

Важливу роль на даному етапі відіграє визначення тривалості (в добах) збору інформації, необхідної для проведення подальших аналізів та отримання об'єктивних результатів обстеження. Слід відзначити той факт, що в ряді випадків даними показником нехтують, створюючи тим самим похибку в визначенні приведенного опору теплопередачі від 50 до 300%.

Другий етап включає проведення двох послідовних стадій: якісного і кількісного аналізу. Якісний (попередній) аналіз термограм полягає в аналізі температурних аномалій і розробці попереднього висновку про стан контрольованого об'єкта або його частини. Кількісний аналіз полягає у комп'ютерній обробці термограм і рішенні зворотної задачі нестационарної теплопередачі в багатошаровій тривимірній області з відповідними граничними і початковими умовами з подальшим визначенням приведенного опору теплопередачі обстежуваного об'єкта та його окремих елементів. В результаті кількісного аналізу також виробляється фіксування дефектних зон зовнішньої оболонки будівлі.

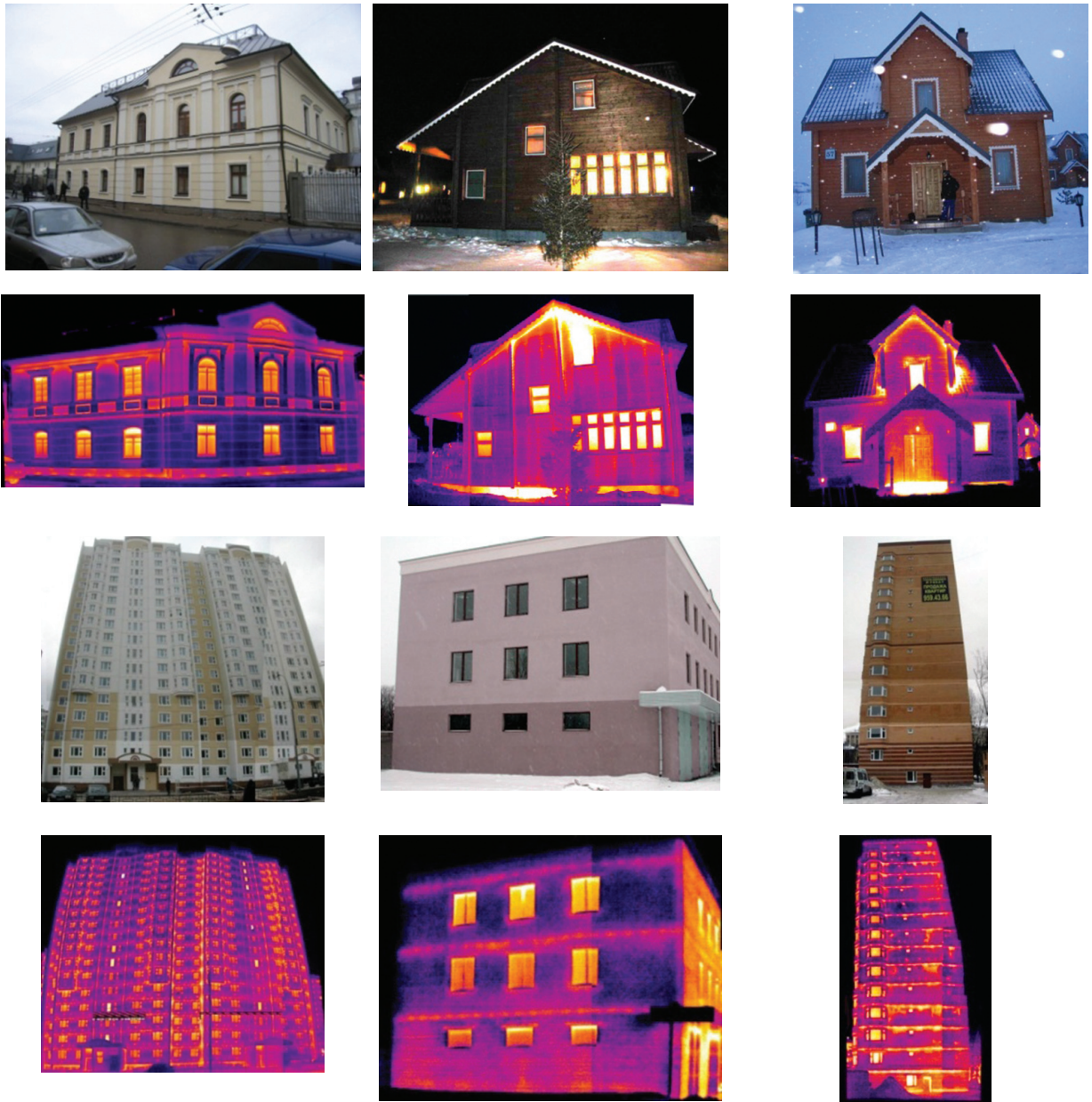
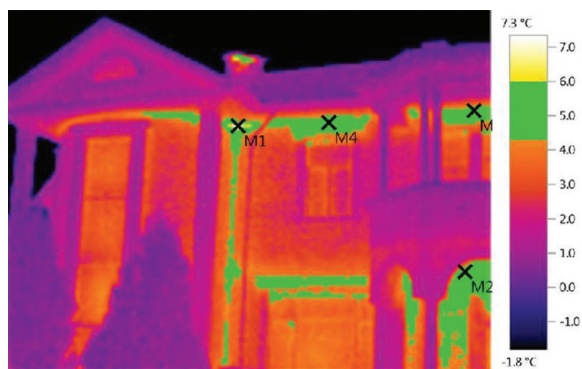


Рис. 4.5. Термограми і фотографії фасадів будівель, отримані при тепловізійному обстеженні

На рис. 4.5. приведені термограми і фотографії фасадів будівель, отримані при тепловізійному обстеженні, на яких градаціями кольору (світло-жовтий і білий) показані ділянки підвищених витрат тепла через конструктивні елементи будівель.

Приклад термографічного обстеження житлового будинку

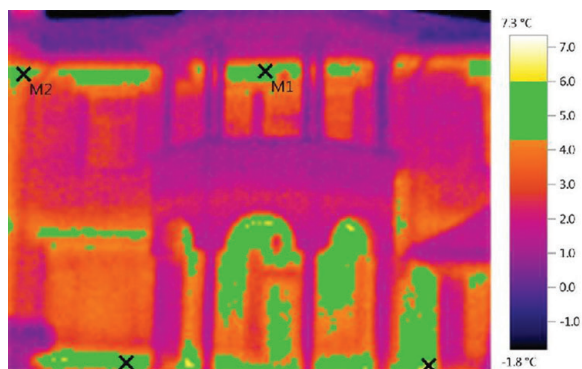
Метод термографічного обстеження житлового будинку розглянемо на прикладі житлового будинку. Розглянутий об'єкт розташований у м. Одеса, Фонтанська дорога, 149а . Випробування було проведено відповідно до EN 13187: 1999 «Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method»



Параметри зображення:
 Коефіцієнт випромінювання: 0.93
 Відображення. темп. [$^{\circ}$ C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [$^{\circ}$ C]	Випромінювання	Відобр. темп., [$^{\circ}$ C]	Примітки
Точка вимірювання 1	7.3	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.6	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 4	5.4	0.93	4.2	-



Параметри зображення:
 Коефіцієнт випромінювання: 0.93
 Відображення. темп. [$^{\circ}$ C]: 4.2