

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

**ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬ**  
**Якісне виявлення теплових відмов**  
**в огороджувальних конструкціях**  
**Інфрачервоний метод**  
**(EN 13187:1998, IDT)**

**ДСТУ Б EN 13187:2011**

**Київ**  
**Мінрегіон України**  
**2012**

## ПЕРЕДМОВА

- 1 ВНЕСЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК)  
ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Г. Фаренюк**, д-р техн. наук (науковий керівник); **Г. Венжего**; **Д. Мінакова**; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук (Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК)); **Т. Гріщенко**, д-р техн. наук; **О. Декуша** (Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України).
- 2 НАДАНО ЧИННОСТІ: накази Мінрегіону України від 30.12.2011 р. № 458 та від 12.06.2012 № 300, чинний з 2013-01-01
- 3 Національний стандарт відповідає EN 13187:1998 Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (Теплова ефективність будинків. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод)  
Ступінь відповідності - ідентичний (IDT)  
Переклад з англійської (en)  
Цей стандарт видано з дозволу CEN
- 4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

**ЗМІСТ**

	с.		page
Національний вступ .....	IV	Introduction .....	1
Вступ .....	1	1 Scope .....	2
1 Сфера застосування .....	2	2 Normative references .....	3
2 Нормативні посилання .....	3	3 Definitions .....	4
3 Визначення понять .....	4	4 Principle .....	5
4 Принцип роботи .....	5	5 Infrared radiation sensing system .....	6
5 Система для сприйняття інфрачервоного випромінення .....	6	6 Thermographic examination .....	8
6 Тепловізійне обстеження .....	8	7 Thermographic report .....	15
7 Тепловізійний звіт .....	15	Annex A	
Додаток А		Reference thermograms .....	19
Довідкові термограми .....	19	Annex B	
Додаток В		Examples of thermograms recorded on a stud wall 'with no defects' .....	23
Приклади отриманих термограм стін каркасного типу без дефектів	23	Annex C	
Додаток С		Examples of thermograms recorded on a stud wall containing deliberate defects .....	25
Приклади отриманих термограм стін каркасного типу, що мають дефекти .....	25	Annex D	
Додаток D		Example of a set of test requirements .....	27
Приклад встановлення вимог до випробувань .....	27		
Додаток НА			
Перелік міжнародних і європейських нормативних документів, на які є посилання у тексті цього стандарту, впроваджених в Україні як національні стандарти .....	29		
Додаток НБ			
Приклад оформлення звіту за результатами випробувань .....	30		

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 13187:1998 Thermal performance of buildings -Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (Теплова ефективність будинків. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод). Підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 89 "Thermal performance of buildings and buildings components" (Теплові характеристики будівель і будівельних конструкцій), секретаріатом якого керує SIS (Шведський інститут стандартів).

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ Б EN 13187:2011 (EN 13187:1998, IDT), викладена українською мовою.

Згідно з ДБН А.1.1-1-2009 "Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення" цей стандарт відноситься до комплексу нормативних документів у галузі будівництва В.2.6 "Конструкції будинків і споруд".

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

З наданням чинності ДСТУ EN 13187:201X втрачає чинність ГОСТ 26629-85 "Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций".

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, - ТК 302 "Енергоефективність будівель і споруд".

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова "цей міжнародний стандарт" замінено на "цей стандарт";
- структурні елементи стандарту - "Обкладинка", "Передмова", "Національний вступ", "Визначення понять" та "Бібліографічні дані" - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- до розділів 1, 2 долучено "Національні примітки", виділені в тексті рамкою;
- замінено за текстом розмірність перепаду температури, яка надана у °С, на розмірність у К (див. додатки В, С, D ).
- з "Передмови до EN 13187:1998" у цей "Національний вступ" взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN, наведено в додатку НА.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ****ТЕПЛОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДИНКІВ****Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях****Інфрачервоний метод****ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ****Качественное выявление тепловых нарушений в ограждающих конструкциях****Инфракрасный метод****THERMAL PERFORMANCE OF BUILDINGS****Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes****Infrared method****Чинний від 2013-01-01****ВСТУП**

Неоднаковість теплових властивостей елементів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі призводить до зміни температури на поверхні конструкції. На температуру поверхні також впливає потік повітря в будівлі та/або крізь огорожу будівлі. За характером розподілу температури поверхні можна виявляти теплові відмови внаслідок, наприклад, дефектів ізоляції, вмісту вологи та/або фільтрації повітря в елементах зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку.

Термографія будівлі - метод, що відображає та представляє температурний розподіл на ділянці поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції будинку. У контексті цього стандарту термографія здійснюється за допомогою системи для сприйняття інфрачервоного випромінювання, яка створює зображення на основі радіаційної температури випромінювання поверхні, що є метою вимірювань. Теплове випромінювання (густина потоку інфрачервоного випромінювання) з поверхні, що розглядається, перетворюється системою для сприйняття інфрачервоного випромінювання для створення теплового зображення, яке представляє відносну інтенсивність теплового випромінювання з різних ділянок поверхні. Яскравість

**INTRODUCTION**

Irregularities in the thermal properties of the components constituting the external envelope of a building result in temperature variations over the surfaces of the structure. The surface temperature is also influenced by air flow within and/or through the envelope of the building. The surface temperature distribution can thus be used to detect thermal irregularities due, for example, to insulation defects, moisture content and/or air leakage, in the components constituting the external envelope of the building.

Building thermography is a method of indicating and representing the temperature distribution over a part of the surface of a building envelope. In the context of this standard, thermography is carried out by means of an infrared radiation sensing system which produces an image based on the apparent radiance temperature of the measured target area. The thermal radiation (infrared radiation density) from the target area is converted by the infrared radiation sensing system to produce a thermal image representing the relative intensity of thermal radiation from different parts of the surface. The intensity of the image is a function of the surface temperature, the characteristics of the surface, the ambient conditions and the sensor itself. The measurement pro-

зображення залежить від температури поверхні, характеристик поверхні, умов навколишнього середовища та самого перетворювача. Процедура вимірювань також включає пояснення теплових зображень (термограм).

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює якісний метод виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях будинків шляхом тепловізійного обстеження. Цим методом користуються для встановлення значних відхилів у теплових властивостях, включаючи ступінь герметичності елементів, що складають зовнішні огорожувальні конструкції будинків.

У цьому стандарті представлено дві форми термографії:

*Випробування за допомогою інфрачервоної камери* передусім призначено для дослідження загальної характеристики нових будинків або результату після проведення реконструкції.

*Спрощене випробування за допомогою інфрачервоної камери* доцільне у разі проведення зовнішньої перевірки, наприклад, на місці реконструкції або у разі контролю продукції, або інших поточних перевірок.

Ці два методи відрізняються, головним чином, звітом та описом результатів.

Результати, отримані за прийнятим методом, треба тлумачити та оцінювати за допомогою фахівців, які пройшли для цього спеціальне навчання.

### НАЦІОНАЛЬНА ПРИМІТКА 1

Вимоги до фахівців встановлено у ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

cedure also involves interpretation of the thermal images (thermograms).

## 1 SCOPE

This standard specifies a qualitative method, by thermographic examination, for detecting thermal irregularities in building envelopes. The method is used initially to identify wide variations in the thermal properties, including air tightness, of the components constituting the external envelopes of buildings.

In this standard two forms of thermography are specified:

Testing with an IR camera is primarily intended for the inspection of the overall performance of new buildings or the result after a rebuilding operation.

Simplified testing with an IR camera is suitable when carrying out audits, e.g. at the site of a rebuilding project or at production control or other routine inspections.

These two adaptations differ mainly with regard to the reporting and the presentation of results.

The results obtained by means of this method have to be interpreted and assessed by persons who are specially trained for this purpose.

Цей стандарт застосовують для виявлення місць розташування ділянок з тепловими відмовами та розташування ділянок фільтрації повітря крізь огорожувальні конструкції. Цей стандарт не застосовують для визначення рівня якості теплової ізоляції та повітронепроникності конструкції. Для такого визначення необхідно проводити обстеження іншими методами.

## НАЦІОНАЛЬНА ПРИМІТКА 2

Методи для визначення рівня якості теплової ізоляції встановлені у таких стандартах: ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій; ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності в натурних умовах

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Цей стандарт містить датовані і недатовані посилання, нормативні положення з інших публікацій.

Ці нормативні посилання наведено у відповідних місцях у тексті, а перелік їх публікацій наведено нижче. У разі датованих посилань наступні зміни або переглянуті версії будь-якої з цих публікацій застосовують у цьому стандарті лише тоді, коли їх введено в стандарт як зміну чи як переглянуту версію. У разі недатованих посилань застосовують останнє видання, публікації, на які є посилання (разом зі змінами).

EN ISO 7345 Thermal Insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)  
EN ISO 9288:1996 Thermal insulation - Heat transfer by radiation - Physical quantities and definitions (ISO 9288:1989)

This standard applies to the determination of the location of thermal irregularities and to the location of air leakage paths through the enclosure. This standard does not apply to the determination of the degree of thermal insulation and air tightness of a structure. For such determinations, examinations by other methods are required.

## 2 NORMATIVE REFERENCES

This standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications.

These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

## **НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ**

EN ISO 7345 Теплоізоляція - Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987)

EN ISO 9288:1996 Теплоізоляція - Радіаційний теплообмін - Фізичні величини та визначення понять (ISO 9288:1989)

## **НАЦІОНАЛЬНА ПРИМІТКА 3**

На даний час в Україні чинними є національні стандарти, згармонізовані з ISO 7345:1987 і ISO 9288:1989, а саме:

ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987, IDT);

ДСТУ ISO 9288:2005 Теплоізоляція. Радіаційний теплообмін. Фізичні величини та визначення понять (ISO 9288:1989, IDT)

### **3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті вжиті поняття згідно з EN ISO 7345 і EN ISO 9288, а також визначення таких понять:

#### **3.1 термографія**

Визначення та представлення розподілу поверхневої температури шляхом вимірювання густини потоку інфрачервоного випромінювання від поверхні, включаючи інтерпретацію випадкових механізмів, що створюють викривлення в теплових зображеннях

#### **3.2 теплове зображення**

Зображення, що створене за допомогою системи для сприйняття інфрачервоного випромінювання, яке представляє розподіл дійсної радіаційної температури поверхні

#### **3.3 термограма**

Теплове зображення, задокументоване фотографією дисплею камери, записане на відео, дискету чи у файл на жорсткий диск

#### **3.4 інтегральна направлена енергетична яскравість**

Відношення потоку енергії теплового випромінювання до тілесного кута вздовж напрямку та площі проекції ділянки поверхні, нормальної до цього напрямку [EN ISO 9288:1996].

### **3 DEFINITIONS**

For the purposes of this standard, the definitions in EN ISO 7345 and EN ISO 9288 the following definitions apply:

#### **3.1 thermography**

Determination and representation of surface temperature distribution by measuring the infrared radiant density from a surface, including interpretation of casual mechanisms producing the irregularities in the thermal images.

#### **3.2 thermal image**

Image which is produced by an infrared radiation sensing system and which represents the apparent radiance temperature distribution over a surface.

#### **3.3 thermogram**

A thermal image, documented by a photograph of the camera display, by a recording on a video tape or a digital data diskette or as a file on a computer or hard disk drive.

#### **3.4 total radiance**

Radiant heat flow rate divided by the solid angle around the direction and the projected area normal to this direction. [EN ISO 9288:1996].



**Примітка.** Випромінення включає власне теплове випромінення поверхні, відбите та випромінення, що пройшло крізь огорожувальну конструкцію

### **3.5 дійсна радіаційна температура**

Температура, яку визначають при вимірюванні інтегральної направленої енергетичної яскравості.

**Примітка.** Ця температура є еквівалентною температурі абсолютно чорного тіла, що створює таке саме загальне випромінення

### **3.6 ізотермічне зображення**

Теплове зображення з ізотермами

### **3.7 ізотерма**

Область на тепловому зображенні, що складається з сукупності точок, ліній чи ділянок, які мають однакову густину інфрачервоного випромінення

**NOTE:** Radiance includes emitted radiation from a surface as well as reflected and transmitted radiation.

### **3.5 apparent radiance temperature**

Temperature determined from the measured total radiance.

**NOTE:** This temperature is the equivalent black body temperature which would produce the same total radiance.

### **3.6 isotherm image**

Thermal image with isotherms.

### **3.7 isotherm**

A region on the display consisting of points, lines or areas having the same infrared radiation density.

## **НАЦІОНАЛЬНА ПРИМІТКА 4**

В Україні в науково-технічній літературі під терміном "ізотерма" розуміється сукупність точок, ліній чи ділянок, які мають однакове значення температури

### **3.8 IR камера**

Система для сприйняття інфрачервоного випромінення, що створює теплові зображення на базі дійсної радіаційної температури

### **3.8 IR camera**

An infrared radiation sensing system which produces a thermal image based on the apparent radiance temperature.

## **4 ПРИНЦИП РОБОТИ**

Тепловізійне обстеження ділянок будинків охоплює:

а) визначення розподілу температури по поверхні ділянки огорожувальної конструкції будинку за розподілом дійсної радіаційної температури, яка отримана за допомогою системи для сприйняття інфрачервоного випромінення;

б) визначення, чи є розподіл температури поверхні аномальним, тобто спричиненим, наприклад, дефектами ізоляції, вмістом вологи та/або фільтрації повітря;

## **4 PRINCIPLE**

Thermographic examination of parts of buildings comprises:

a) determination of the surface temperature distribution over a part of a building envelope, from the apparent radiance temperature distribution obtained by means of an infrared radiation sensing system;

b) ascertaining whether this surface temperature distribution is 'abnormal', i.e. if it is due, for example, to insulation defects, moisture content and/or air leakage;

с) якщо так, то необхідне оцінювання типу та ступеня дефектів.

Для визначення аномальності теплоізоляційних властивостей за поміченими відхилами на отриманих термограмах їх порівнюють з очікуваним розподілом температури по поверхні, визначеним за запроєктованими характеристиками огорожувальної конструкції в умовах навколишнього середовища, що спростерігалися під час проведення обстеження. Очікуваний розподіл температури може бути визначений за допомогою "еталонних" термограм (див. 5.3 та додатки А, В та С), розрахунків або інших досліджень. Це визначення базується на кресленнях та інших документах, які характеризують зовнішні огорожувальні конструкції та системи опалення та вентиляції будинку, що обстежується.

Загальна процедура оцінювання теплових зображень схематично наведена на рисунку 1.

## **5 СИСТЕМА ДЛЯ СПРИЙНЯТТЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ**

Система для сприйняття інфрачервоного випромінення повинна мати:

а) перетворювач (сенсор) інфрачервоного випромінення, що працює у діапазоні довжини хвиль між 2 мкм та 12 мкм та може сприймати дійсну радіаційну температуру випромінення, яка аналізується, з достатньою роздільністю <sup>1)</sup>;

б) пристрій, який відтворює візуально та передає на дисплей у вигляді теплового зображення дійсну радіа-

c) if so, assessment of the type and the extent of defects.

In order to determine whether the observed variations in the thermal insulation properties are abnormal, the thermograms obtained are compared with the anticipated temperature distribution over the surface, determined by the design characteristics of the building envelope and by the environment at the time of examination. The anticipated temperature distributions can be determined by means of 'reference thermograms' (see 5.3 and annexes A, B and C), calculations or other investigations. This determination is based on drawings and other documents relating to the external envelope and to the heating and ventilation system of the building under investigation.

The general procedure for the interpretation of thermal images is represented schematically in figure 1.

## **5 INFRARED RADIATION SENSING SYSTEM**

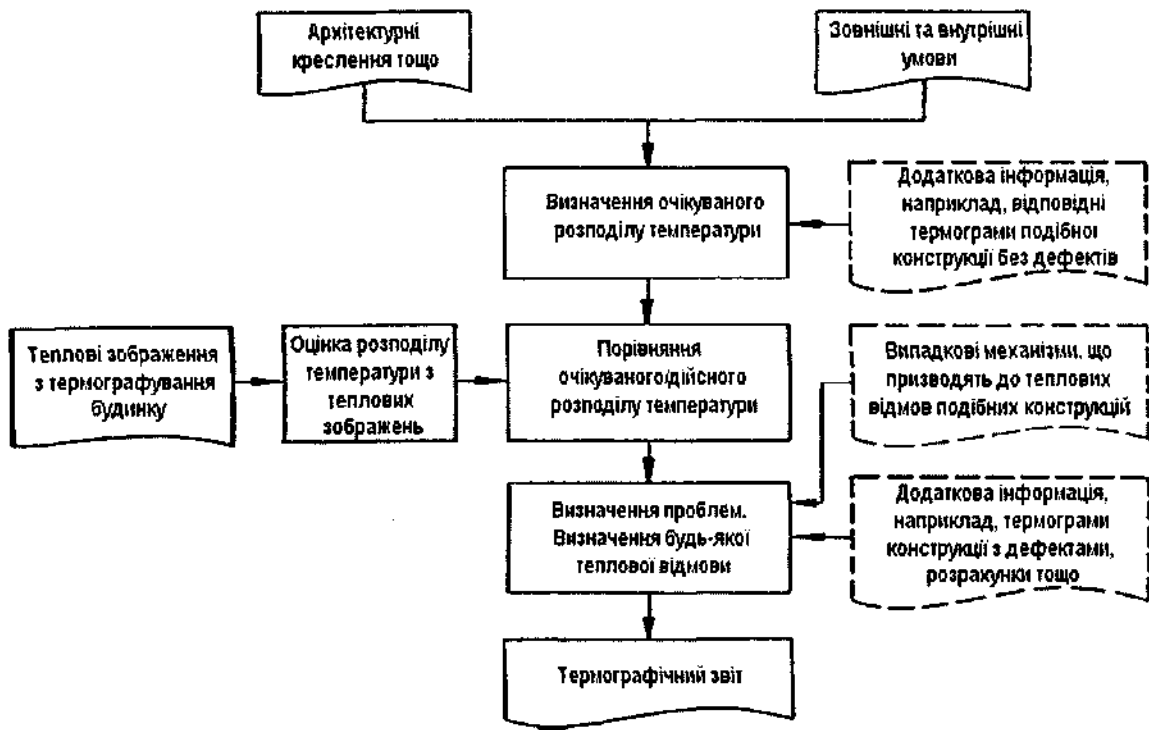
The infrared radiation sensing system shall comprise

a) an infrared radiation sensor, operating at a wavelength between 2 and 12  $\mu\text{m}$ , which can sense apparent radiance temperatures of interest with sufficient resolution <sup>1)</sup>;

b) a device which renders visible and displays, in the form of a thermal image, the apparent radiance temperature over the surface being examined;

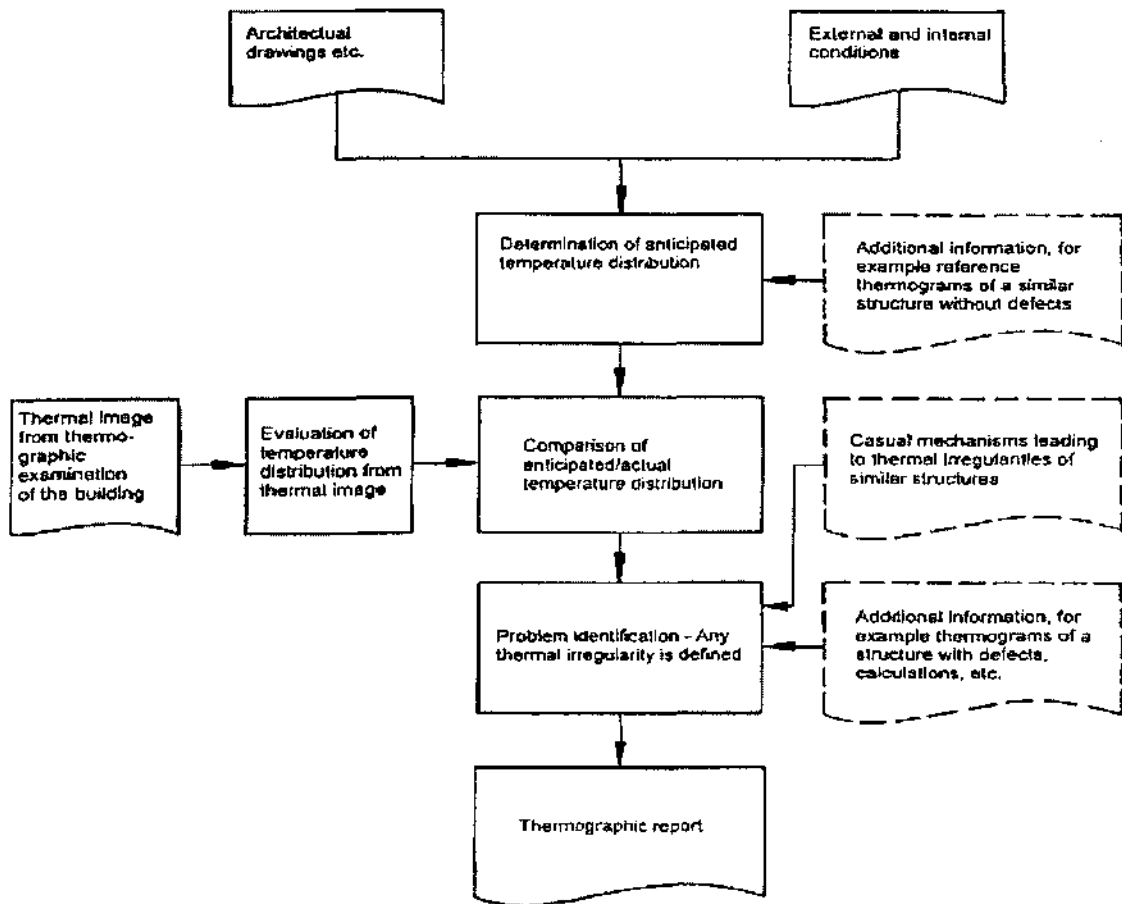
<sup>1)</sup> За досвідом проведення вимірювань у натурних умовах встановлено, що мінімальна допустима температурна розбіжність 0,3 К на поверхні з температурою 20 °С та при просторовій частоті 0,052 циклів/мм може бути задовільною для цілей цього стандарту.

<sup>1)</sup> Experience in field tests has shown that a minimum resolvable temperature difference of 0,3 °C at a surface temperature of 20 °C and at a spatial frequency of 0,052 cycle/mm would be sufficient for the purposes of this standard



У штрихованих блоках запропоновано використання додаткової інформації.

Рисунок 1 – Загальна процедура оцінювання теплових зображень при тепловізійних обстеженнях



Dotted boxes indicate suggested use of additional information.

Figure 1 – General procedure for the interpretation of thermal images in thermographic examinations

ційну температуру випромінення поверхні ділянки, яка обстежується;

с) пристрій, який дає можливість записувати теплове зображення та, за потреби, виміряні цифрові дані;

д) засоби для встановлення рівня температури на поверхні при обстеженні.

Під час випробувань не повинно бути ніякого дрейфу у системі для сприйняття інфрачервоного випромінення.

## **6 ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ**

### **6.1 Загальні вимоги до випробування**

Для визначення програми проведення вимірювань, особливо вибору поверхні огорожувальної конструкції (зовнішню чи внутрішню), відносно якої здійснюється тепловізійне обстеження, беруться до уваги такі чинники:

а) технічні параметри та характеристики тепловізійного обладнання;

б) характеристики огорожувальної конструкції будинку, відповідні типи, місцезнаходження систем опалення, конструктивні елементи та шари ізоляції;

с) випромінювальні властивості поверхні, наприклад, матеріалу опорядження;

д) кліматичні умови;

е) доступність для легкого обстеження;

ф) вплив навколишнього середовища;

г) інші важливі чинники.

Різниця значень температури по різні боки огорожувальної конструкції повинна бути достатньою для виявлення теплових відмов. Для зручності тлумачення тепловізійне обстеження краще проводити за сталої різниці

с) a device which makes it possible to record the thermal image and, if relevant, measured digital data;

д) a means of establishing temperature levels on the surface under examination.

During the test period, no significant drift in the infrared radiation sensing system shall occur.

## **6 THERMOGRAPHIC EXAMINATION**

### **6.1 General test requirements**

In order to define the actual test requirements, and in particular the side of the building envelope (outdoors or indoors) from which the thermographic examination is to be performed, the following factors need to be considered:

а) the specifications and capabilities of the thermographic equipment;

б) the characteristics of the building envelope, i.e. the respective types and locations of heating systems, structural elements and insulating layers;

с) the radiative properties of the surface, e.g. the cladding materials;

д) climatic factors;

е) accessibility for easy inspection;

ф) influences of the environment;

г) other factors of importance.

The temperature difference across the envelope shall be sufficiently large to permit the detection of thermal irregularities. For ease of interpretation, the thermographic examination should preferably be carried out with constant tempera-

значень температури та тиску по обидва боки огорожувальної конструкції. (Розшифрування термограм, отриманих за змінних умов, вимагає вищого рівня експертного оцінювання та знань у будівельній фізиці). Звідси впливає, окрім всього іншого, що випробування нетреба проводити, коли зовнішня або внутрішня температура повітря схильна до значного змінювання, або коли споруда піддається впливу прямого сонячного опромінення, або коли помітно змінюється вітер.

Ці загальні вимоги треба розглядати при виконанні тепловізійного обстеження. Фактичні вимоги можуть змінюватись відповідно до теплових властивостей конструкції будівлі, що обстежується, і характеристик застосованої системи для сприйняття інфрачервоного випромінення. Вимоги також можуть змінюватись, враховуючи місцевий клімат. Умови треба враховувати при виконанні обстеження і при оцінюванні термограм, і потрібно уважно записувати у тепловізійний звіт (див. пункт 7).

**Примітка.** Приклад групи дійсних вимог до випробувань, що відповідають умовам Скандинавії, представлені в додатку D. Специфічні національні умови можуть обґрунтовувати встановлення інших вимог до випробувань для забезпечення умов, наближених до усталеного режиму.

## 6.2 Методика обстеження

У разі можливості, розглядаються креслення та інші документи, що стосуються конструкції обстежуваної будівлі. Випромінювальну здатність поверхні матеріалів потрібно визначати з відповідних довідкових джерел.

Слід фіксувати інформацію, що стосується температури зовнішнього повітря, хмарності, кількості опадів та вологості з зовнішнього боку будівлі,

and pressure differences across the envelope. (The interpretation of thermograms taken under non-steady state conditions requires a higher degree of expertise and knowledge of building physics.) This implies, among other things, that the test shall not be carried out when the outside or inside air temperature is liable to vary considerably, or when the structure is exposed to direct solar radiation, or when the wind varies markedly.

These general requirements shall be considered when a thermographic examination is carried out. The actual requirements may be varied according to the thermal properties of the building envelope under examination and the characteristics of the infrared radiation sensing system used. They may also be varied to take account of the local climate. The conditions shall be taken into account when carrying out the examination and when evaluating the thermograms, and shall be carefully recorded in the thermographic report (see clause 7).

**NOTE:** An example of an actual set of test requirements, applicable to Scandinavian conditions, is given in annex D. Special national conditions may justify other sets of test requirements to ensure approximate steady state conditions.

## 6.2 Procedure

When available, drawings and other documents relating to the building envelope to be examined shall be consulted. The emissivity of the surface materials shall be estimated from appropriate tables.

Information concerning outside air temperature, cloudiness, precipitation and any moisture on the outside of the building, together with wind conditions,

разом із параметрами вітру. Також слід фіксувати орієнтацію будівлі за сторонами світу.

Якщо фільтрація повітря може впливати на результати обстеження, потрібно створювати різницю тиску по обидва боки огорожувальної конструкції, або обстеження проводити в умовах, коли існує різниця тиску. Якщо головною метою тепловізійного обстеження є визначення фільтрації повітря, тоді різниця тисків повинна бути не менше 5 Па на місці перевірки. Тепловізійне обстеження треба виконувати з боку меншого тиску.

Потрібно визначати вплив вентилятованих повітряних прошарків, наприклад, у стінах або джерел теплоти (якщо наявні), встановлених у будівлю (вбудовані труби, димоходи тощо), які впливають на температуру конструкції, що обстежується. За можливості, джерела теплоти, що впливають на результати обстеження, мають бути відключені до початку обстеження. Меблі, картини та інше, що можуть впливати на результат, мають бути усунені, щоб обстежувані ділянки були вільними. Потрібні зміни мають бути проведені так, щоб уникнути тимчасових впливів.

Безпосередньо перед початком обстеження потрібно визначити температуру внутрішнього та зовнішнього повітря з абсолютною похибкою  $\pm 1$  К. Коли різниця тиску з обох боків конструкції підлягає визначенню, рекомендується виміряти її з похибкою  $\pm 2$  Па з підвітряного та навітряного боків кожного поверху. Розглянуті значення мають бути занотовані. Особливо важливо визначити напрям різниці тиску крізь ділянку будівельної конструкції і розташування нейтральної площини, якщо така є.

shall be recorded. The orientation of the building with respect to the points of the compass shall also be recorded.

If air leakages are relevant to the examination, a pressure difference shall be produced across the building envelope, or the examination shall be carried out at an appropriate time such that a pressure difference exists. If the main purpose of the thermographic examination is to locate air leakages, the pressure difference shall be at least 5 Pa at the location of the inspection. The thermographic examination shall be carried out from the low pressure side.

The effects produced by ventilated air layers, for example in walls or by heat sources (if any) installed in the building (embedded pipes, smoke ducts, etc.), on the temperature of the envelope under examination shall be estimated. If possible, heat sources that might interfere with the examination shall be shut off before the start of the examination. Furniture, pictures, etc., that might influence the result, shall be removed so that the test areas are unobstructed. The changes required shall be made in a way that avoids transient effects.

Immediately before the start of the examination, the inside and outside air temperatures shall be determined to an accuracy of  $\pm 1$  °C. When the pressure difference across the envelope is to be determined, it is recommended that this be measured to an accuracy of  $\pm 2$  Pa over the leeward and windward side for each storey. The observed values shall be recorded. It is especially important to identify the direction of the pressure difference across the section of the building envelope and the position of the neutral plane, if any.

Очікуваний температурний розподіл для обстежуваної конструкції має бути вибраний з урахуванням умов обстеження.

Система для сприйняття інфрачервоного випромінення має бути встановлена і відрегульована згідно з інструкціями із застосування. Вибір необхідної точності вимірювань, температурного діапазону та об'єктива потрібно здійснювати так, щоб перекрити передбачуваний діапазон температури поверхні, що обстежується.

Зміни дійсної радіаційної температури вздовж теплового зображення поверхні огорожувальної конструкції будівлі потрібно вимірювати з похибкою  $\pm 10\%$  або  $\pm 0,5$  К залежно від того, що є більшим. При вимірюванні температури "еталонної" поверхні рекомендується визначати її з похибкою  $\pm 0,5$  К.

Обстеження потрібно розпочинати з проведення попереднього випробування поверхні конструкції. Ділянки поверхонь, що представляють особливу зацікавленість або мають явні відхилення від норми, потрібно вивчати докладно. Термограми потрібно отримувати з ділянок обстежуваної конструкції, які не мають дефектів, і ділянок, в яких можливі дефекти конструкцій.

Для визначення, чи є зміна у випроміненні від поверхні наслідком відбивання теплової енергії від іншої поверхні, треба проводити вимірювання з різних положень через те, що відбивання буде змінюватись із зміною положення.

Розташування ділянок, представлених на термограмах, потрібно відобразити на плані або ескізі будівлі.

Значення дійсної радіаційної температури випромінення потрібно обчислювати відповідно до інструкції застосування системи для сприйняття

Anticipated temperature distributions for the envelope under investigation shall be selected, taking into consideration the conditions for the examination.

The infrared radiation sensing system shall be set and adjusted in accordance with the directions for its use. The sensitivity, the range and the aperture, as appropriate, shall be set to cover the temperature range of the surface being studied.

The variations in apparent radiance temperature within the thermal image on the surface of the building envelope shall be measured with an accuracy of  $\pm 10\%$  or  $\pm 0,5$  °C, whichever is the greater. When a reference surface temperature is needed, it is recommended that it be determined to an accuracy of  $\pm 0,5$  °C.

The examination shall be started by performing a preliminary test over the surface of the envelope. Parts of the surface of special interest, or parts exhibiting anomalies, shall be studied in detail. Thermograms shall be taken of selected parts of the envelope under investigation (parts which are free from defects as well as parts where it is suspected that construction defects are present).

In order to decide whether a variation in radiation from the surface concerned is due to reflection from another surface, it is best to study the surface from different positions because, in general, the reflection will change with position.

The positions of the parts represented on the thermograms shall be indicated on a plan or sketch of the building.

The apparent radiance temperature pattern shall be calculated according to

ДСТУ Б EN 13187:2011  
the directions for use of the infrared radi-  
ation sensing system. In particular, it is



інфрачервоного випромінення. Зокрема, важливим є те, що впливи від випромінення і відбивання повинні бути враховані або компенсовані для тих випадків, коли їх значення потрібно використовувати для обчислення дійсних температурних змін поверхні.

Якщо термограми показують фільтрацію повітря, це повинно підтверджуватись за допомогою вимірювань швидкості повітря, якщо можливо.

За потреби слід оцінити чинники, які впливають на коефіцієнт теплообміну внутрішньої поверхні конструкції (фільтрація повітря, теплове випромінення, конденсація вологи).

### 6.3 Аналізування термограм

Очікуваний розподіл температури обстежуваних ділянок конструкцій потрібно визначати на підставі креслень та інших документів, що стосуються обстежуваної конструкції та систем опалення та вентиляції будівлі. Для цього використовують розрахунки, лабораторні випробування або еталонні термограми конструкцій будівлі, що не мають дефектів.

**Примітка 1.** Еталонні термограми отримують в лабораторії або за результатами натурних випробувань, зроблених на реальних будинках. Еталонні термограми вибирають так, щоб еталонний об'єкт, який характеризується відповідною термограмою і відповідними умовами її отримання, був достатньо наближеним до об'єкта обстежень і умов навколишнього середовища під час обстеження. Див. додатки А, В і С.

Температурний розподіл потрібно визначати з термограм. Якщо цей температурний розподіл відрізняється від очікуваного, це повинно бути вказано. Якщо різницю неможливо пояснити згідно з проектом конструкції, кресленнями або наслідками впливу дже-

essential that emissivity and reflection effects be considered or compensated for when these patterns are used to calculate actual surface temperature variations.

If the thermograms indicate air leakage, this shall be verified by measurements of the air velocity, if possible. If required, the factors which influence the coefficient of heat transfer at the inside surface of the envelope (air flow, thermal radiation, moisture condensation) shall be estimated.

### 6.3 Evaluation of thermograms

The anticipated temperature distribution for inspected parts shall be determined using drawings and other documents relating to the building envelope and to the heating and ventilation system of the building under examination. For this purpose, calculations, experience, laboratory tests or reference thermograms of building envelopes without defects may be used.

**NOTE 1:** The reference thermograms may either be produced in a laboratory, or may be obtained from field tests made on actual buildings. Reference thermograms should be selected so as to ensure that the structure represented by the reference thermogram and the corresponding conditions of examination are as similar as possible to the structure under examination and to the environment at the time of examination. See annexes A, B and C.

The temperature distribution shall be evaluated from the thermograms. If this temperature distribution differs from that expected, this shall be noted. If the irregularities cannot be explained on the basis of the design of the envelope in accordance with the drawings, or effects of

рел теплоти, або зміною випромінення, коефіцієнта теплообміну, тоді невідповідності визнають як дефекти.

**Примітка 2.** Дефекти теплоізоляції, герметичності та структура будівлі будуть обумовлювати неоднакові значення температури поверхні. Конкретні типи дефектів мають характерні форми на тепловому зображенні. В термограмах, що оцінюються, потрібно розглядати наступні типові характеристики:

a) рівномірність дійсної радіаційної температури ділянок поверхонь рівномірної структури, де відсутні містки холоду;

b) наявність та кількість більш холодних або теплих елементів, наприклад, колон та кутів;

c) місце розташування та розміри зон кутів та більш теплих або холодних поверхонь;

d) виміряна різниця між "нормальною" температурою поверхні конструкції і температурою вибраної холодної або більш теплої ділянок.

Наявність викривлень на термограмі часто вказує на дефект в огорожувальній конструкції будівлі. Вигляд термограми конструкції у разі наявності дефекту може значно змінюватись.

#### **6.4 Приклади характерних відмов**

a) фільтрація повітря (у місцях з'єднання, вузлах) в огорожувальній конструкції зазвичай є характерною причиною наявності температурних зон непевної форми з нерівними межами і значними змінами температури;

b) відсутність ізоляції обумовлює зони певної і чітко визначеної форми, яка не пов'язана з формами конструкції будівлі. Місце дефекту може мати відносну зміну температури;

heat sources, or cannot be attributed to variations in emissivity or to the value of the coefficient of heat transfer, then the irregularity shall be stated as a defect.

**NOTE 2:** Irregularities in the thermal insulation, the air tightness and the building structure will produce various surface temperature patterns. Certain types of defects have a characteristic shape in a thermal image. In evaluating thermograms, the following pattern characteristics should be considered:

a) uniformity of apparent radiance temperature relating to sections of the surfaces of similar structures where there are no thermal bridges;

b) the regularity and incidence of colder or warmer sections, for instance over studs and corners;

c) the location of the contours and characteristic shape of the colder or warmer sections;

d) the measured difference between the 'normal' surface temperature of the construction and the temperature of the selected colder or warmer sections.

Irregularities in the appearance of a thermogram often indicate a defect in the building envelope. The appearance of a thermogram relating to a construction with a defect may vary considerably.

#### **6.4 Examples of pattern characteristics**

a) Air leakage (often at joints and junctions) in the building envelope often produces irregular shapes with uneven boundaries and large temperature variations;

b) Missing insulation produces regular and well defined shapes not associated with features of the building structure. The defect area has a relatively even temperature variation;

с) вологість у конструкції, як правило, спричиняє строкатість та розмитість зображення. Зміни температури у межах зображення не є суттєвими.

Потрібно встановити тип дефекту конструкції. Це можна зробити за розрахунками, іншими дослідженнями, з практики або за порівнянням отриманих термограм з еталонними термограмами для об'єктів з відомими дефектами теплової ізоляції та фільтрації повітря різних видів. Такі визначення повинні бути повністю відображені в тепловізійному звіті.

Для тих елементів будівельної конструкції, де були виявлені дефекти теплової ізоляції та фільтрації повітря, тип і розмір кожного дефекту повинні бути проаналізовані.

**Примітка.** Результати випробувань можуть перевірятись за допомогою аналізування потенційно пошкоджених ділянок конструкції будівлі і виконання візуального обстеження. Інші додаткові дослідження можуть включати вимірювання теплового потоку і випробування тиску.

## 7 ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ ЗВІТ

### 7.1 Звіт про випробування з застосуванням інфрачервоної камери

У звіті повинно бути:

а) опис випробувань згідно з цим стандартом і підтвердженням, що випробування було проведено з застосуванням інфрачервоної камери, ім'я замовника та повна адреса об'єкта;

б) короткий опис конструкції будівлі (Ця інформація повинна бути складена на основі креслень або інших наявних документів);

с) тип(и) матеріалу(лів) поверхні(хонь), що використані в конструкції і оцінені значення випромінювальної здатності цього(цих) матеріалу(ів);

с) Moisture present in the structure normally produces a mottled and diffuse pattern. Temperature variations are not extreme within the pattern.

The type of defect shall be determined. This may be done by calculation, by other investigations, from experience or by comparing the actual thermograms with reference thermograms for structures with known thermal insulation defects and air leakages of various kinds. Such determinations shall be thoroughly substantiated in the thermographic report.

For those parts of the building envelope in which the presence of thermal insulation defects and air leakages have been detected, the type and the extent of each defect shall be subject to a brief analysis.

**NOTE:** The results of the test can be checked by disassembling the part of the building envelope suspected to be defective, and by subjecting it to visual examination. Other supplementary investigations may include heat flow measurements and pressurization tests.

## 7 THERMOGRAPHIC REPORT

### 7.1 Report on testing with an IR camera

The report shall include:

a) a description of the test with reference to this standard and a statement, that testing with an IR camera has been performed, name of the client and full address of the object;

b) brief description of the construction of the building (This information shall be based on drawings or other available documentation);

c) type(s) of surface material(s) used in the structure and the estimated value(s) of emissivity of this (these) material(s);

d) орієнтація будинку за сторонами світу, що зазначено на плані, та опис місцевості (будинки, рослинність, ландшафт тощо);

e) специфікація обладнання, що застосоване, включаючи марку, модель, серійний номер;

f) дата і час проведення випробувань;

g) значення зовнішньої температури повітря. Зазначити щонайменше мінімальне і максимальне значення зі спостережених:

i) протягом 24 год до початку обстеження;

ii) під час обстеження;

h) загальна інформація про умови сонячного випромінення, що спостерігалось протягом 12 год до початку обстеження і під час обстеження;

j) кількість опадів, напрям і швидкість вітру під час обстеження;

k) значення температури внутрішнього повітря і різниця температури повітря по обидва боки конструкції під час обстеження;

l) різниця тиску повітря з підвітряного і навітряного боків за потреби для кожного поверху;

m) інші важливі чинники, що впливають на результати, наприклад, швидке змінення по-годних умов;

n) перелік будь-яких відхилів від встановлених вимог до випробувань;

o) ескізи і(або) фотографії будинку, що показують координати термограм;

p) термограми з зазначенням рівнів температури, отриманих з випробувань, що показують ділянки будинку, де були виявлені дефекти з вказівками відповідних координат і координат інфрачервоної камери по відношенню до цілі вимірювань, та коментарями стосовно вигляду теплових

d) orientation of the building with respect to the points of the compass shown in a plan, and description of the surroundings (buildings, vegetation, landscape, etc.);

e) specification of the equipment used, including make, model and serial number;

f) date and hour of test;

g) outside air temperature. Give at least the minimum and maximum values observed,

i) during the 24 h prior to the start of the examination and,

ii) during the examination;

h) general information about solar radiation conditions, observed during the 12 h prior to the start of the examination and during the examination;

j) precipitation, direction of the wind, and velocity of the wind during the examination;

k) inside air temperature and air temperature difference across the envelope during the examination;

l) difference in air pressure over the leeward and windward side, whenever necessary for each storey;

m) other important factors influencing the results, for example rapid variations in weather conditions;

n) statement of any deviations from relevant test requirements;

o) sketches and/or photographs of the building showing the positions of the thermograms;

p) thermograms indicating temperature levels obtained from the test, showing parts of the building where defects have been detected, with indications of their respective positions, and the position of the IR camera with respect to the measurement target, and with comments on the appearance of the thermal images;

зображень; якщо можливо, слід поси-  
латися на ділянки будівельної кон-  
струкції з задовільними характе-  
ристиками;

q) зазначення обстежених ділянок  
будівлі;

r) результати аналізування, що  
стосуються типу і ступеня кожного  
дефекту обстежуваної конструкції <sup>2)</sup>.  
Відносний ступінь дефекту шляхом  
порівняння дефектної частини кон-  
струкції з подібними ділянками будівлі;

s) результати додаткових вимірю-  
вань і досліджень;

t) дата і підпис.

## **7.2 Звіт спрощеного випробу- вання з застосуванням інфрачерво- ної камери**

У звіті повинно бути:

a) опис випробувань згідно з цим  
стандартом і підтвердженням, що ви-  
пробування було проведено з засто-  
суванням інфрачервоної камери, ім'я за-  
мовника та повна адреса об'єкта;

b) короткий опис конструкції бу-  
дівлі (Інформація повинна бути скла-  
дена на основі креслень або інших на-  
явних документів);

c) -

d) -

e) -

f) дата і час проведення випробу-  
вань;

g) -

h) -

j) -

k) значення температури внутрі-  
шнього повітря і різниці температури  
повітря по обидва боки конструкції  
під час обстеження;

if possible with reference to parts of the  
building envelope with acceptable per-  
formance;

q) identification of the parts of the  
building examined;

r) results of the analysis dealing  
with the type and the extent of each con-  
struction defect which has been  
observed<sup>2)</sup>. Relative extent of the defect  
by a comparison of the defective part of  
the envelope to similar parts throughout  
the building;

s) results of supplementary mea-  
surements and investigations;

t) date and signature.

## **7.2 Report on simplified testing with an IR camera**

The report shall include:

a) a description of the test with ref-  
erence to this standard and a statement,  
that simplified testing with an IR camera  
has been performed, name of the client  
and full address of the object;

b) brief description of the construc-  
tion of the building. (This information  
shall be based on drawings or other  
available documentation.);

c) -

d) -

e) -

f) date and hour of test;

g) -

h) -

j) -

k) inside air temperature and air  
temperature difference across the  
envelope during the examination;

<sup>2)</sup> Згідно з 5.4.3 EN 45001:1989 цей ана-  
ліз не повинен містити будь-якої відомості  
щодо потреби у заходах до таких дефектів  
або щодо їх прийняття. Такі відомості мо-  
жуть надаватись окремо.

<sup>2)</sup> According to 5.4.3 of EN 45001:1989, this  
analysis shall not include any statement of  
whether these defects require measures to be  
taken, or whether they can be accepted. Such  
statements may be given in a separate letter.

l) різниця тиску повітря з підвітряного і навітряного боків, у разі необхідності для кожного поверху;

m) інші важливі чинники, що впливають на результати, наприклад, швидке змінення по-годних умов;

n) перелік будь-яких відхилів від встановлених вимог до випробувань;

o) -

p) -

q) зазначення обстежених ділянок будівлі;

r) тип, ступінь і розташування кожного розглянутого дефекту <sup>3)</sup>;

s) результати додаткових вимірювань і досліджень;

t) дата і підпис.

l) difference in air pressure over the leeward and windward side, whenever necessary for each storey;

m) other important factors influencing the results, for example rapid variations in weather conditions;

n) statement of any deviations from relevant test requirements',

o) -

p) -

q) identification of the parts of the building examined;

r) type, extent and position of each observed defect <sup>3)</sup>;

s) results of supplementary measurements and investigations;

t) date and signature.

---

<sup>3)</sup> Згідно з 5.4.3 EN 45001:1989 цей аналіз не повинен містити будь-якої відомості щодо потреби у заходах до таких дефектів або щодо їх прийняття. Такі відомості можуть надаватись окремо.

---

<sup>3)</sup> According to 5.4.3 of EN 45001:1989, this analysis shall not include any statement of whether these defects require measures to be taken, or whether they can be accepted. Such statements may be given in a separate letter.

**ДОДАТОК А**

(довідковий)

**ДОВІДКОВІ ТЕРМОГРАМИ****А.1 Довідкові термограми, що отримані при вимірюваннях на існуючих будинках**

Термограми, зроблені в умовах експлуатації існуючих будинків, можна застосовувати як довідкові термограми за умови, що характеристики розглянутих будівель, якість роботи та умови випробування під час обстеження є добре відомими та задокументованими.

**А.2 Довідкові термограми, що отримані в лабораторіях**

Довідкові термограми можна отримувати в умовах кліматичної установки, де елемент огорожувальної конструкції може бути встановлений між неопалюваним і опалюваним відсіками. В обох приміщеннях потрібно контролювати температуру та тиск повітря. Температура поверхні та випромінювальна здатність поверхонь стін опалюваного приміщення повинні мати значення, які зазвичай зустрічаються в практиці.

Для отримання довідкових термограм потрібно застосовувати значну кількість типових огорожувальних конструкцій будівлі.

Для відображення вигляду конструкції, що не має дефектів, повинна бути побудована типова огорожувальна конструкція без дефектів.

Типові огорожувальні конструкції з оговореними дефектами повинні мати дефекти теплової ізоляції та фільтрації повітря, які зустрічаються на практиці. Тип і розмір дефектів повинні бути ретельно занотовані.

**ANNEX A**

(informative)

**REFERENCE THERMOGRAMS****A.1 Reference thermograms obtained from field measurements on actual buildings**

Thermograms produced by field measurements on actual buildings can be used as reference thermograms, provided that the characteristics of the buildings under examination, the workmanship, and the test conditions at the time of examination are well known and documented.

**A.2 Reference thermograms produced in a laboratory**

Reference thermograms can be produced in an air-conditioned installation where a building envelope component can be constructed between a cold space and a warm space. The air temperature and the air pressure should be controlled in both these spaces. The surface temperature and the emissivity of the walls of the warm space should have values which are normally encountered in practice.

A number of typical building envelopes should be used for the production of reference thermograms.

A typical envelope 'with no defects' should be constructed to represent a design and construction free from defects.

Typical envelopes 'with deliberate defects' should be provided with thermal insulation and air leakage defects which are encountered in practice. The type and the extent of the defects should be carefully recorded.

Типова огорожувальна конструкція повинна включати характерну ділянку огорожувальної конструкції, що обстежується, включаючи прилеглі до неї ділянки.

Для отримання типових термограм кількість комбінацій різниці температури та тиску по обидва боки типової огорожувальної конструкції треба вибирати так, щоб вони відповідали значенням, які зустрічаються на практиці. Різниця температури може становити 10 К і 25 К. Температура в опалюваному приміщенні має становити близько 20 °С. Різниця тиску може складати мінус 10 Па, 0 Па та 10 Па.

### **A.3 Відображення довідкових термограм**

Довідкові термограми можна фіксувати та відображати двома шляхами:

а) як нормальне теплове зображення;

б) як одне або декілька ізотермічних зображень, що чітко показують температурний розподіл, який є характерним для дефектів при обстеженні.

Приклади довідкових термограм стандартної огорожувальної конструкції без дефектів (рисунок А.1) показано в додатку В.

Приклади довідкових термограм стандартної огорожувальної конструкції (рисунок А.1) з зазначеними дефектами показано в додатку С.

Розподіл типової конструкції на блоки показано на рисунку А.2 і розміщення навмисних дефектів показано на рисунку А.3. (Типи дефектів детально не описані.)

The typical envelope should comprise a representative part of the envelope under consideration, including adjacent parts.

To obtain typical thermograms, a number of combinations of temperature and pressure differences across the typical envelope should be selected so as to correspond to the values which are encountered in practice. The temperature differences may include 10 °C and 25 °C. The temperature in the warm space should be about 20 °C. The pressure differences may include -10 Pa, 0 Pa and +10 Pa.

### **A.3 Presentation of reference thermograms**

Reference thermograms should be recorded and presented in two forms, i.e.

a) as a normal thermal image; and

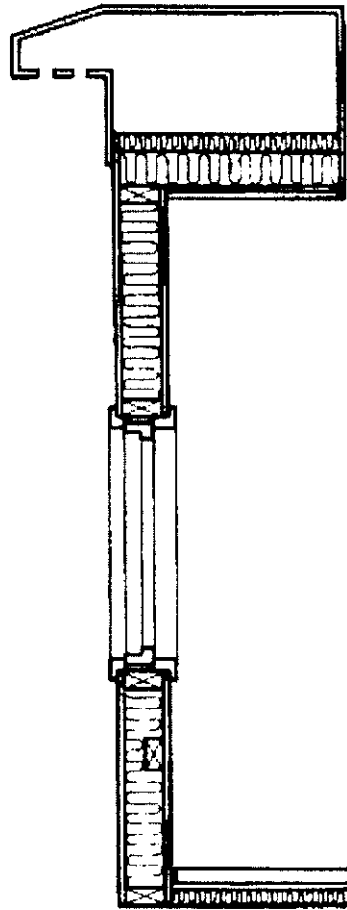
b) as one or several isotherm images which clearly exhibit the temperature distribution that is characteristic of the defect under examination.

Examples of reference thermograms of a typical envelope with no defects (see figure A.1) are shown in annex B.

Examples of reference thermograms of a typical envelope (see figure A.1) with deliberate defects are shown in annex C.

The division of the typical envelope into frames is shown in figure A.2 and the positions of the deliberate defects are shown in figure A.3. (The types of defects are not described in detail.)





**Рисунок А.1** – Частина типової огороджувальної конструкції, для якої приклади відповідних довідкових термограм наведені в додатках В і С

**Figure A.1** – Section of a typical envelope of the type used in the examples of reference thermograms shown in annexes B and C

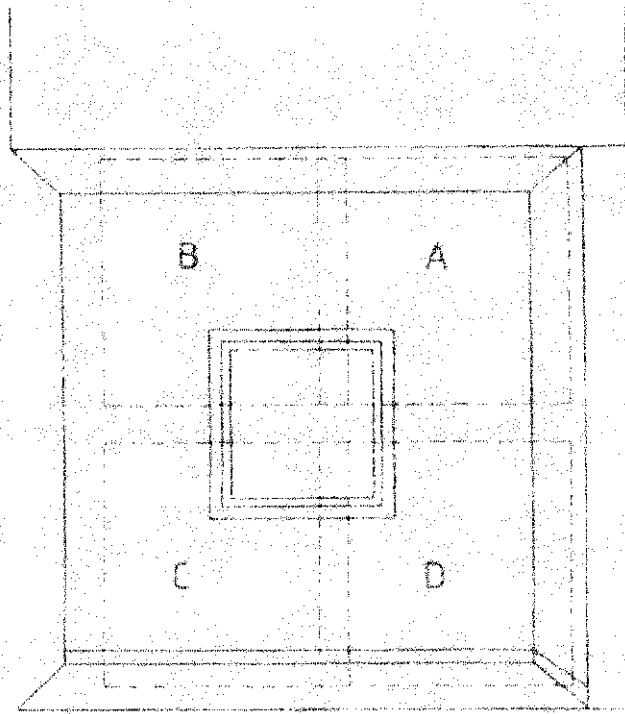


Рисунок А.2 – Розподіл типової огорожувальної конструкції на блоки, як показано у додатках В і С  
Figure A.2 – Division of the typical envelope into frames as shown in annexes B and C



Рисунок А.3 – Розміщення каліброваних дефектів, показаних на термограмі в додатку С  
Figure A.3 - Positions of calibrated defects shown on the thermograms in annex C

**ДОДАТОК В**

(довідковий)

**ПРИКЛАДИ ОТРИМАНИХ ТЕРМОГРАМ СТІН КАРКАСНОГО ТИПУ БЕЗ ДЕФЕКТІВ**

Мінеральна вата завтовшки 120 мм. Різниця температури (внутрішня-зовнішня)  $\theta_i - \theta_e = 26$  К. Різниця тиску (внутрішній-зовнішній)  $p_i - p_e = -50$  Па.

Стрілки (рисунок В.1) вказують ізотерми, що відповідають температурі, яка показана на шкалі відносної температури на кожному прикладі. Під кожним ізотермічним зображенням різницю значень температури  $\Delta\theta$  між ізотермами вказано в Кельвінах.

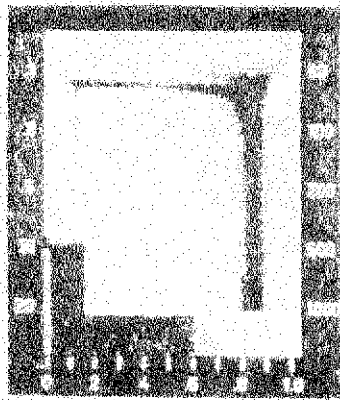
**ANNEX B**

(informative)

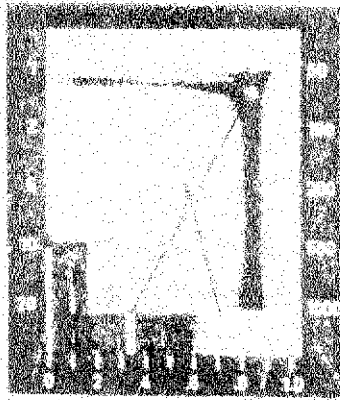
**EXAMPLES OF THERMOGRAMS RECORDED ON A STUD WALL 'WITH NO DEFECTS'**

Mineral wool, 120 mm thick. Temperature difference (inside-outside),  $\theta_i - \theta_e = 26$  °C. Pressure difference (inside-outside),  $p_i - p_e = -50$  Pa.

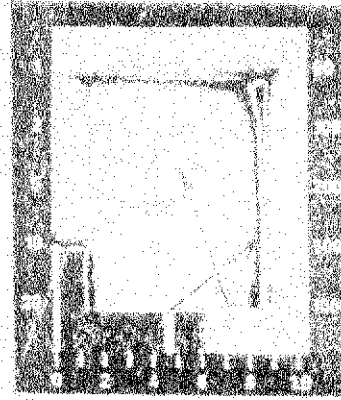
The arrows indicate the isotherms corresponding to the temperatures which are shown on the relative temperature scale in each image. Under each isotherm image, the difference in temperature ( $\Delta\theta$ ) between the isotherms is stated in degrees Celsius.



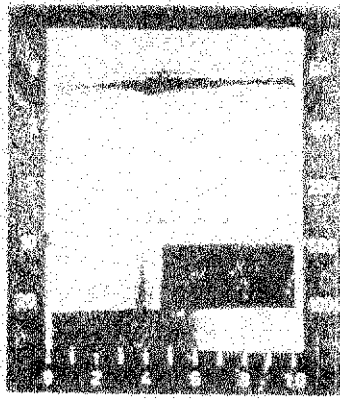
A1



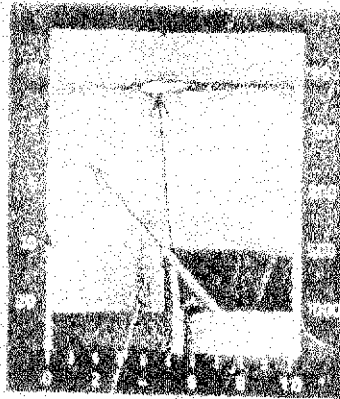
A2  $\Delta\theta = 0,2 \text{ К}$



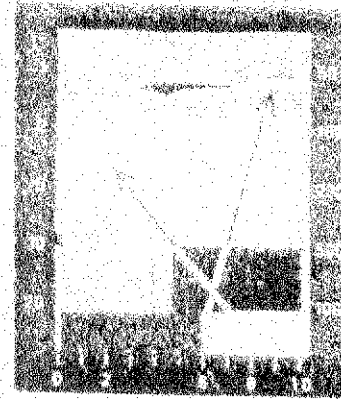
A3  $\Delta\theta = 3,8 \text{ К}$



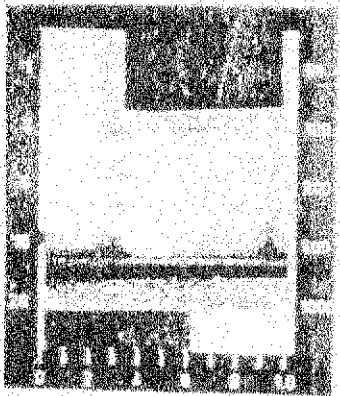
B1



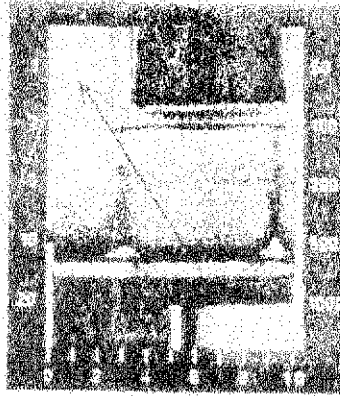
B2  $\Delta\theta = 2,7 \text{ К}$



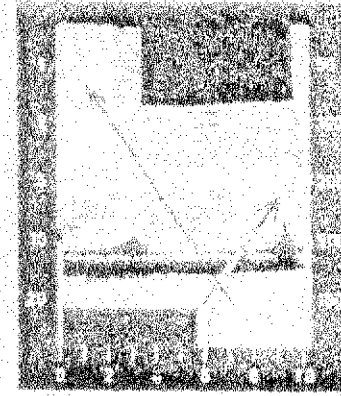
B3  $\Delta\theta = 1,5 \text{ К}$



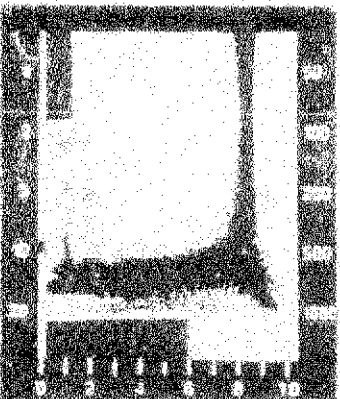
C1



C2  $\Delta\theta = 0,1 \text{ К}$



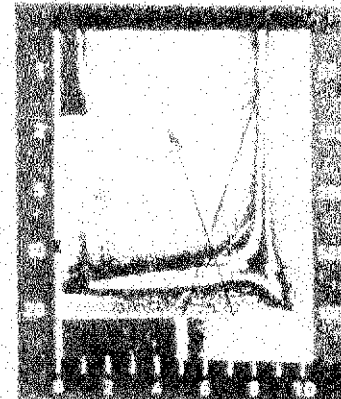
C3  $\Delta\theta = 1,8 \text{ К}$



D1



D2  $\Delta\theta = 0,1 \text{ К}$



D3  $\Delta\theta = 2,9 \text{ К}$

Рисунок В.1 – Приклади зафіксованих терміграм стін хворяського типу без дзеркала

**ДОДАТОК С**

(довідковий)

**ПРИКЛАДИ ОТРИМАНИХ ТЕРМОГРАМ СТІН КАРКАСНОГО ТИПУ, ЩО МАЮТЬ ДЕФЕКТИ**

Мінеральна вата завтовшки 120 мм. Різниця температури (внутрішня-зовнішня)  $\theta_i - \theta_e = 26$  К. Різниця тисків (внутрішній-зовнішній)  $p_i - p_e = -50$  Па.

Стрілки (рисунок С.1) вказують ізотерми, що відповідають температурам, які показані на шкалі відносних температур на кожному прикладі. Під кожним ізотермічним зображенням різницю температури  $\Delta\theta$  між ізотермами вказано в Кельвінах

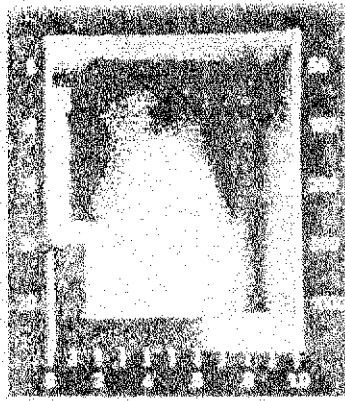
**ANNEX C**

(informative)

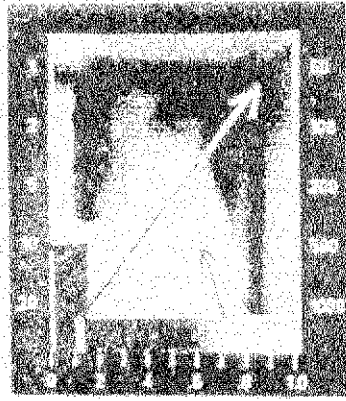
**EXAMPLES OF THERMOGRAMS RECORDED ON A STUD WALL CONTAINING DELIBERATE DEFECTS**

Mineral wool, 120 mm thick. Temperature difference (inside-outside),  $\theta_i - \theta_e = 26$  °C. Pressure difference (inside-outside),  $p_i - p_e = -50$  Pa.

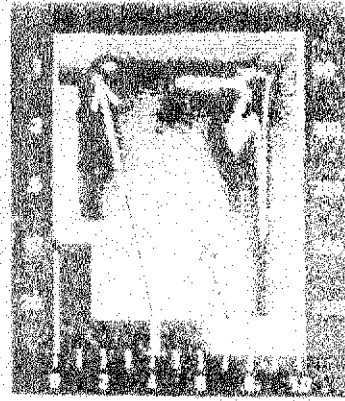
The arrows indicate the isotherms corresponding to the temperatures which are shown on the relative temperature scale in each image. Under each isotherm image, the difference in temperature ( $\Delta\theta$ ) between the isotherms is stated in degrees Celsius.



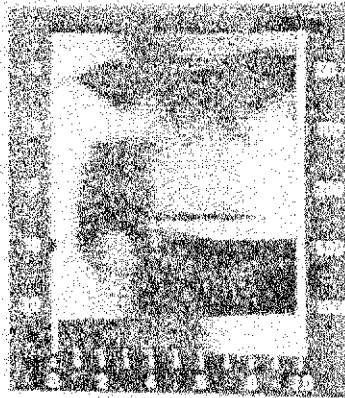
A1



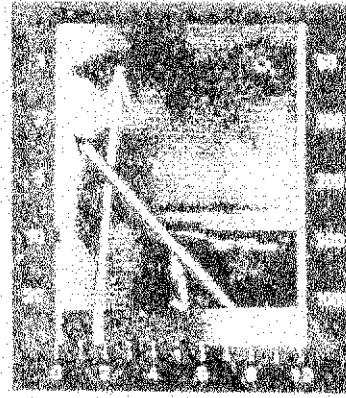
A2  $\Delta\theta = 10,8 \text{ K}$



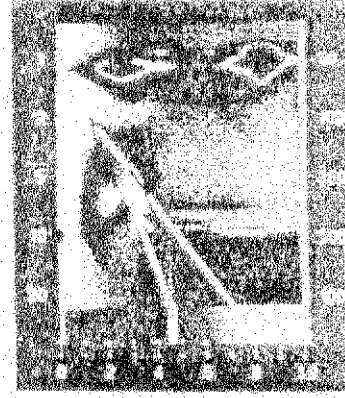
A3  $\Delta\theta = 5,0 \text{ K}$



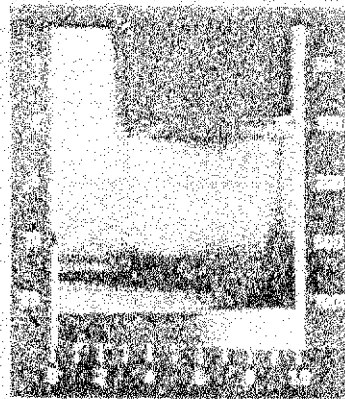
B1



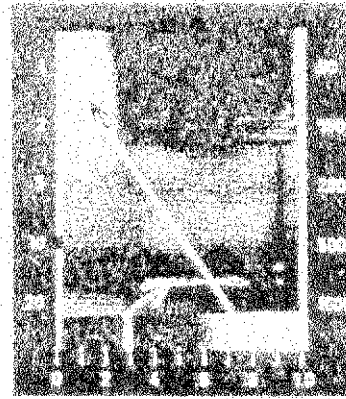
B2  $\Delta\theta = 9,6 \text{ K}$



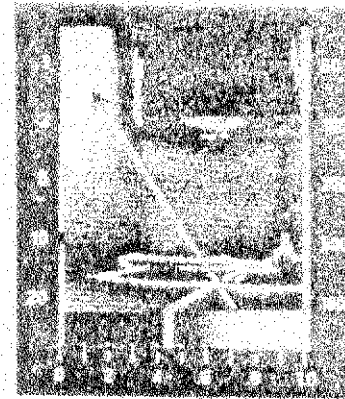
B3  $\Delta\theta = 4,1 \text{ K}$



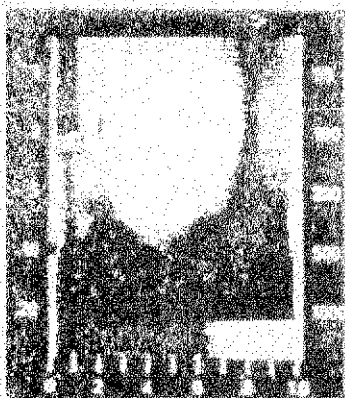
C1



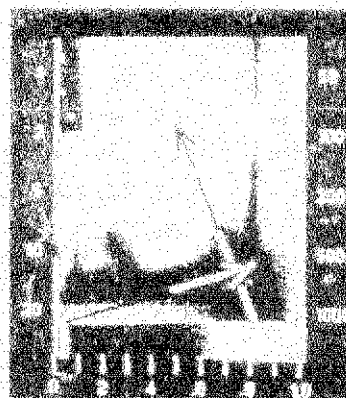
C2  $\Delta\theta = 7,3 \text{ K}$



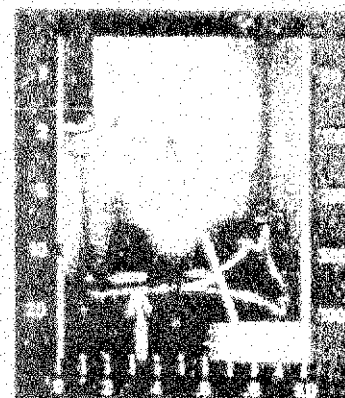
C3  $\Delta\theta = 4,3 \text{ K}$



D1



D2  $\Delta\theta = 14,8 \text{ K}$



D3  $\Delta\theta = 6,4 \text{ K}$

Рисунок С 1 – Приклади зафіксованих термограм стін парканого ділу, що містить дефект

**ДОДАТОК D**

(довідковий)

**ПРИКЛАД ВСТАНОВЛЕННЯ ВИМОГ ДО ВИПРОБУВАНЬ**

Вимоги до випробувань у цьому додатку стосуються специфічних кліматичних умов і будівельної технології Скандинавії. Специфічні національні умови можуть мотивувати встановлення інших вимог до випробувань в інших регіонах.

Для умов Скандинавії наступні вимоги до випробувань досить добре забезпечують режим, близький до усталеного для легких будівельних конструкцій<sup>4)</sup> коли тепловізійне обстеження здійснюють зсередини.

а) Щонайменше 24 год перед початком контролю зовнішня температура повітря не повинна змінюватись на значення, більше ніж  $\pm 10$  К від температури на початку контролю.

Для важких конструкцій з високою теплоємністю особлива увага повинна приділятися можливості акумулювання теплової енергії.

б) Щонайменше протягом 24 год перед початком обстеження і під час обстеження різниця температури повітря з зовнішнього і внутрішнього боків конструкції не повинна бути меншою за числове значення  $3/U$ , де  $U$  є теоретичне значення коефіцієнта теплопередавання, Вт/(м<sup>2</sup>·К), але не менше ніж 5 К.

<sup>4)</sup> Час досягнення приблизно усталеного стану змінюється в залежності від характеристик зовнішньої конструкції будівлі. Для важкої цегляної структури цей час може становити декілька днів. Крім того, може бути вигідно проведення зйомки під час нестационарних умов.

**ANNEX D**

(informative)

**EXAMPLE OF A SET OF TEST REQUIREMENTS**

The test requirements in this annex are adapted to meet the specific climatic conditions and building technology of Scandinavia. Special national conditions may justify other sets of test requirements in other regions.

For Scandinavian conditions, the following test requirements are likely to ensure approximate steady state conditions for a lightweight building structure<sup>4)</sup>, when the thermographic examination is to be carried out from the inside.

a) For at least 24 h before the start of the examination, the external air temperature shall not vary by more than  $\pm 10$  °C from the temperature at the start of the examination.

For heavy structures with a large thermal mass, special consideration has to be given to the effects of heat storage.

c) For at least 24 h before the start of the examination, and during the examination, the air temperature difference across the building envelope shall not be less than the numerical value of  $3/U$ , where  $U$  is the theoretical value of the thermal transmittance of the building element in W/(m<sup>2</sup>·K), but never less than 5 °C.

<sup>4)</sup> The time to reach nearly steady state conditions varies with the characteristics of the external envelope of the building. For a heavy masonry structure, this time may be several days. Alternatively, it may be advantageous to perform the survey under non-steady conditions.

с) Щонайменше протягом 12 год перед початком обстеження і під час обстеження поверхні конструкції, що знаходяться під контролем, не повинні бути піддані впливу прямого сонячного випромінення.

д) Під час обстеження температура зовнішнього повітря не повинна змінюватись більше ніж на  $\pm 5$  К і температура внутрішнього повітря не більше ніж на  $\pm 2$  К від їх відповідного значення на початку обстеження. Результати змінення температури під час обстеження можна звіряти порівнянням кінцевого зображення з початковим.

Якщо зміна менша за 1 К або 2 К, тоді вимоги до випробувань вважаються задовільними.

Якщо сенсорна система інфрачервоного випромінення має дискретність 0,3 К, ці групи вимог до випробувань могли б припускати наступне. Для внутрішньої поверхні з опором  $R_{si} = 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  може виявлятись зміна в значенні  $U$  на 50 %, а з опором внутрішньої поверхні  $R_{si} = 0,20 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  може виявлятись зміна в значенні  $U$  на 25 %.

Якщо обстеження проводиться незважаючи на відхилення від цих вимог до випробувань, це повинно бути враховано при обстеженні та оцінюванні результатів і зазначено у тепловізійному звіті.

c) For at least 12 h before the start of the examination, and during the examination, the surfaces of the envelope under examination should not be exposed to direct solar radiation.

d) During the examination, the external air temperature shall not vary more than  $\pm 5$  °C and the internal air temperature not more than  $\pm 2$  °C from their respective values at the start of the examination. The effects of variations in temperature during the examination may be checked by overlapping the final scan with the initial scan.

If there is less than 1 or 2 °C change, then the test requirements should be considered fulfilled.

If the infrared radiation sensing system has a minimum resolution of 0,3 °C, this set of test requirements would imply the following. At an internal surface resistance  $R_{si} = 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$ , a change in the  $U$ -value of 50 % can be detected and with an internal surface resistance  $R_{si} = 0,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$ , a change in the  $U$ -value of 25 % can be detected.

If the examination is carried out despite of deviations from these test requirements, this should be borne in mind at the examination and evaluation of the results and should be pointed out in the thermographic report.



**ДОДАТОК НА****(довідковий)****ПЕРЕЛІК МІЖНАРОДНИХ І ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ У ТЕКСТІ ЦЬОГО СТАНДАРТУ, ВПРОВАДЖЕНИХ В УКРАЇНІ ЯК НАЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ**

Міжнародні та європейські документи, на які є посилання у тексті стандарту, а саме EN ISO 7345:1995, EN ISO 9288:1996 впроваджені в Україні як національні стандарти

Номер і назва міжнародного європейського стандарту	Номер і назва відповідного національного стандарту
EN ISO 7345 Thermal Insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)	ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізопація. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987, IDT)
EN ISO 9288:1996 Thermal insulation - Heat transfer by radiation - Physical quantities and definitions (ISO 9288:1989)	ДСТУ ISO 9288:2005 Теплоізоляція. Радіаційний теплообмін. Фізичні величини та визначення понять (ISO 9288:1989, IDT)

## ДОДАТОК НБ

(довідковий)

### ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ

**НБ.1 Приклад звіту за результатами проведених випробувань із застосуванням інфрачервоної камери на ділянці стіни будинку без дефектів**

Призначення: житловий будинок

Кількість поверхів: 5

Розміри будинку (в метрах): ВхДхШ – 15,2х60,2х12,5

Перекрыття – залізобетонні плити завтовшки 220 мм

Система опалення – централізована

Стіни (пошарово): великі бетонні блоки завтовшки 400 мм, покриті шаром ППУ завтовшки 30 мм

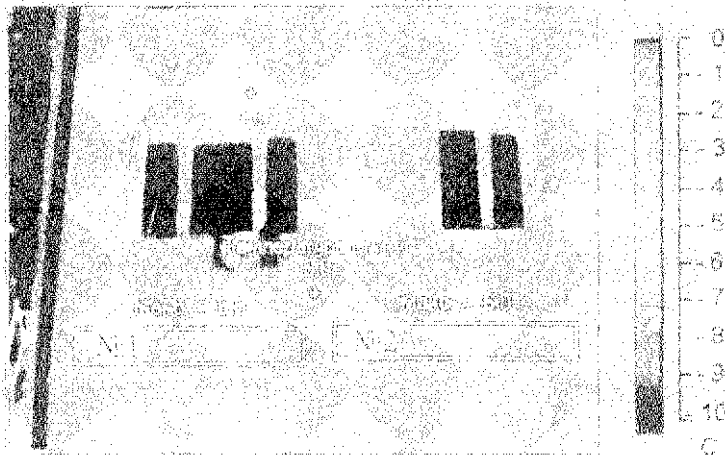


Рисунок НБ.1 – Термограма фрагмента обстежуваної конструкції



Рисунок НБ.2 – Фото фрагмента обстежуваної конструкції

*Інформація за отриманою термограмою:*

Коефіцієнт випромінювання	0,95
Температура фону	-1,6 °С
Середня температура	-8,4 °С
Діапазон калібрування	від -20,0 °С до 350,0 °С
Модель камери	Ti50FT
Серійний номер камери	Ti50FT-0612014
Діапазон зображення	від -10,0 °С до 0 °С
Дата та час зйомки зображення	.....
Опис об'єктива	20mm/F0.8
Серійний номер об'єктива	40948-4261
Фірма-виробник	Fluke, USA
Версія програмного забезпечення	3.0.6.12
Версія DSP	4.5.0.0

**Таблиця НБ.1** – Опис маркерів термограми

Маркер	Позначка на термограмі	Температура, °С	Коефіцієнт випромінювання	Температура фону, °С
Температура стіни		-8,0	0,95	-1,6
Характерна зона 1	№1	-6,0	0,95	-1,6
Характерна зона 2	№2	-6,0	0,95	-1,6

**НБ.2 Приклад звіту за результатами проведених випробувань із застосуванням інфрачервоної камери на ділянці стіни будинку з дефектами**

Призначення: житловий будинок

Кількість поверхів: 5

Розміри будинку (в метрах): ВхДхШ – 15,2х60,2х12,5

Перекрыття – залізобетонні плити завтовшки 220 мм

Система опалення – централізована

Стіни (пошарово): великі бетонні блоки завтовшки 400 мм

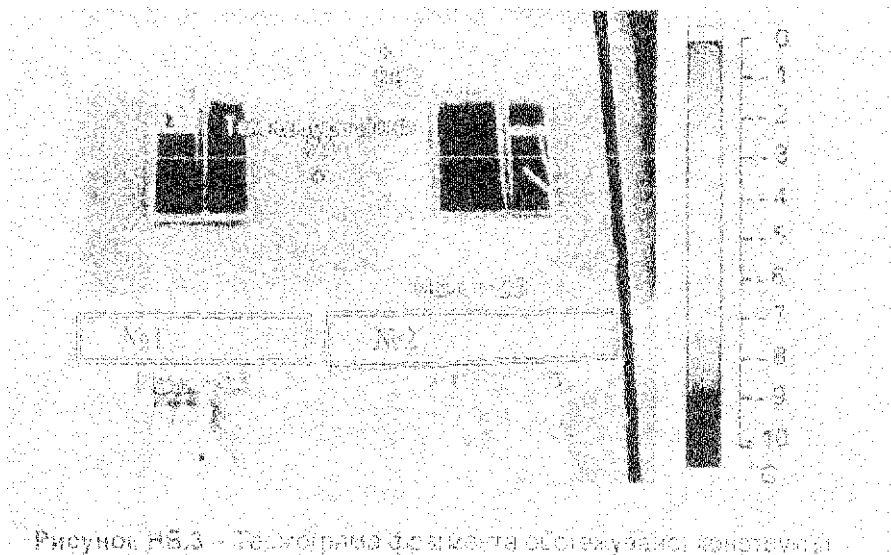


Рисунок НБ.3 – Термограма ділянки об'єкту з даної конструкції

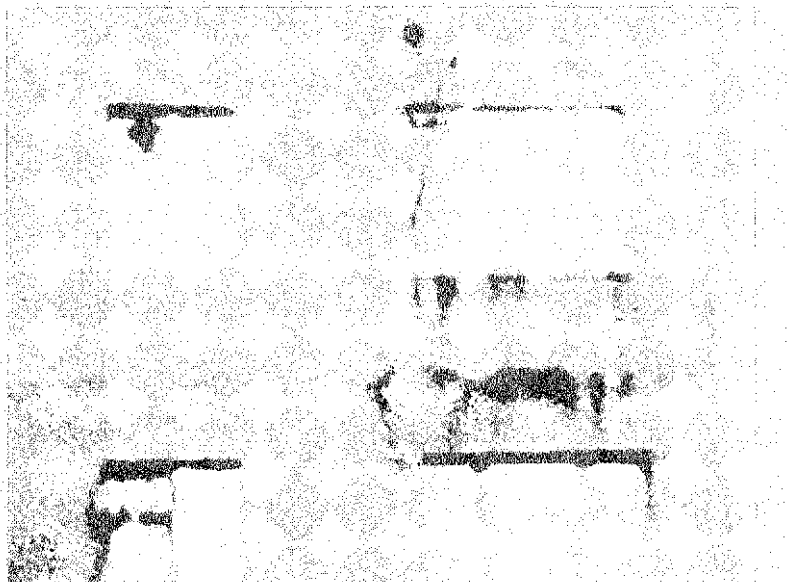


Рисунок НБ.1 – Фото фрагмента обстежуваної конструкції

*Інформація за отриманою термограмою:*

Коефіцієнт випромінювання	0,95
Температура фону	-1,6 °C
Середня температура	-6,3 °C
Діапазон калібрування	від -20,0 °C до 350,0 °C
Модель камери	Ti50FT
Серійний номер камери	Ti50FT-0612014
Діапазон зображення	від -10,0 °C до 0 °C
Дата та час зйомки зображення	.....
Опис об'єктива	20mm/F0.8
Серійний номер об'єктива	40948-4261
Фірма-виробник	Fluke, USA
Версія програмного забезпечення	3.0.6.12
Версія DSP	4.5.0.0

**Таблиця НБ.2 – Описання маркера термограми**

Маркер	Позначка на термограмі	Температура, °C	Коефіцієнт випромінювання	Температура фону, °C
Температура стіни		-7,4	0,95	-1,6
Характерна зона 1	№1	-2,3	0,95	-1,6
Характерна зона 2	№2	-2,0	0,95	-1,6

Код УКНД: 91.120.10

**Ключові слова:** теплова ефективність будинків, теплові відмови, інфрачервоний метод, тепловізійне обстеження, сенсорна система інфрачервоного випромінювання.