

Державне підприємство  
«Український науково-дослідний і проектно-  
конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів  
«НДІБМВ»

**ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ**

04080, Київ-80, вул. Костянтинівська, 68



№ 2Т204  
ДСТУ ISO/IEC  
17025:2006

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Керівник Випробувального центру  
будівельних матеріалів та виробів  
ДП «НДІБМВ»

Т.М.Волошина

« » 2016р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Заступник директора з наукової роботи  
ДП «НДІБМВ»  
доктор технічних наук

С.Д. Лаповська

« » 2016р.

## ПРОТОКОЛ № 42 – 16/20

визначення терміну ефективної експлуатації  
та теплофізичних характеристик в розрахункових умовах експлуатації  
плит мінераловатних теплоізоляційних марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ»  
виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

ВИКОНАВЕЦЬ: Випробувальний Центр ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ». Атестат акредитації №2Т204 від 23.01.2015р. виданий Національним агенством з акредитації України

ЗАМОВНИК: ТОВ "Завод теплоізоляційних матеріалів "ТЕХНО", 18018,  
м. Черкаси, вул. Різдва, 300, згідно з Договором № 3/1.2016  
від 05.01.2016 р.



1. Акт відбору зразків для випробувань: 28.12.2015 р.
2. Дата одержання зразків: 04.01.2016 р.  
Плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНО» марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ» у кількості 10 шт. для випробувань надані ТОВ "Завод теплоізоляційних матеріалів "ТЕХНО".
3. Дата проведення випробувань: 05.01. – 07.06.2016 р.
4. Характеристика виробів: на випробування надійшли плити мінераловатні теплоізоляційні марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ» з однорідною структурою по всьому об'єму, рівномірно розподіленим в мінераловатному килимі зв'язуючим, без сторонніх включень, порожнин, розривів, розшарувань, тріщин, прямокутної форми з рівними кромками.
5. Випробування проводились згідно з ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»; ДСТУ Б В.2.7-38-95 (ГОСТ 17177-94) «Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Методи випробувань»; ДСТУ Б В.2.7-182:2009 «Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах»; ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99) «Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі»; ДСТУ ГОСТ 8.207:2008 «ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения» на відповідність продукції ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель».
6. Призначення матеріалу, що підлягає випробуванням: теплоізоляція стінових та покрівельних конструкцій житлових, громадських та промислових будівель, що експлуатуються у I – II температурних зонах України (згідно з ДБН В.2.6-31:2006).
7. Назва та основні характеристики випробувального обладнання (ВО) та засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Випробувальне обладнання (ВО) та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ)

Назва ВО та ЗВТ, тип, марка	Зав.№ або інв.№	Основні характеристики, точність	Відомості про атестацію
1	2	3	4
<b>А. Випробувальне обладнання</b>			
Вимірювач теплопровідності ИТТМ	Зав.№300	Діапазон вимірювання 20-10 <sup>3</sup> Вт/м <sup>2</sup> Похибка ±5%	Свідоцтво Укрметртестстандарту № 24-2/1565 від 03.06.2015
Камера тепла за ГОСТ 25051.2-82	№ 114	Габаритні розміри: 1280мм x 1900мм x 910мм, об'єм 0,76м <sup>3</sup> , максимальна температура в камері до 100 °С	Виготовлена згідно з вимогами ГОСТ 25051.2-82
Термостат цифровий ENDA ET 1411	б/н	Розміри: 34мм x 77мм. Діапазон вимірювання: - 60°С + 150°С, точність ±1°С	Тавро 2016
Шафа сушильна	Зав. № 219	Розміри робочої камери: діаметр 257мм, довжина 200мм. Автоматичне регулювання температури в межах від + 15 до 200 °С Похибка ±2°С	Повіряється термометр
Кліматична камера ШМ – 0,36	Зав. № 48	Габаритні розміри 645x705x1800мм Робочий об'єм морозильної камери не менше 0,3м <sup>3</sup>	Атестат Укрметртестстандарту № 24-2/2551 від 17.07.2015
<b>Б. Засоби вимірювальної техніки</b>			
Ваги лабораторні електронні LC 62013-00MS	№ 50707516	Діапазон зважувань від 5,0г до 6,2кг Похибка ±0,1г Клас 4 дп «НДЦЕМВ»	Свідоцтво Укрметртестстандарту № 35-02/2475353 від 16.06.2015

Випробувальний центр  
Клас 4 дп «НДЦЕМВ»  
Протокол № 42-16/20



Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
Психрометр аспіраційний типу МВ-4М	Зав. №5065	Діапазон вимірювань від (0...+50)°С, похибка ± 1°С Діапазон визначення відносної вологості-10-100% Похибка ± 3%	Штамп 2015
Барометр-анероїд	№10640	Точність ±0,1МПа	Тавро 2016
Лінійка вимірювальна за ДСТУ ГОСТ 427	Зав.№02	Діапазон вимірювань 0-500мм Поділка 1мм Похибка ± 0,5мм	Штамп 2016
Міра теплопровідності з органічного скла	№3	Діапазон вимірювань: 0,143-1,200 Вт/(м • К) Похибка ±4%	Свідоцтво Укрметртестстандарту № 24-2/1566 від 03.06.2015
Товщиномір голчастий Т-005	Зав.№87	Діаметр диску (200±0,5)мм Загальна маса деталей, яка створює питоме навантаження 0,005 кгс/см <sup>2</sup> – (1,57±0,016)кг Межа вимірювань 0-150мм Похибка ± 0,5мм	Атестат Укрметртестстандарту №23-0273 від 14.02.2014
Термометр ртутний лабораторний	№121	Діапазон вимірювань (0...+150)°С Похибка ± 1°С	Штамп 2016

### Визначення терміну ефективної експлуатації плит мінераловатних

Умови проведення випробувань (стандартні умови):

- середня температура зразків ( $T_c$ ), °С (10±0,3)
- вологість зразків ( $W$ ), % за масою 0,5 – 1,0

Умови проведення випробувань (розрахункові умови):

- середня температура зразків ( $T_c$ ), °С (10±0,3)
- температурний перепад при проведенні випробувань ( $\Delta_t$ ), °С 10
- вологість зразків ( $W_A, W_B$ ), % 0,5 – 1,0

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182:2009 для визначення терміну ефективної експлуатації зразки, що зволожені до вологості  $[(W_B+4)\pm 2]\%$  та запаяні в поліетиленові пакети, піддавались циклічним випробуванням за схемою:

- заморожування – відтавання – нагрівання.

$$T_3 = -22^{\circ}\text{C}; \tau_3 = 3 \text{ год.};$$

$$T_B = (18-22)^{\circ}\text{C}; \tau_B = 4 \text{ год.};$$

$$T_H = (60\pm 1)^{\circ}\text{C}; \tau_H = 6 \text{ год.};$$

де  $T_3, T_B, T_H$  - температури заморожування, відтавання та нагрівання відповідно;

$\tau_3, \tau_B, \tau_H$  - тривалість заморожування, відтавання та нагрівання відповідно.

Один цикл випробувань складається із заморожування – відтавання – нагрівання. Загальна кількість циклів випробувань – 100.

Під час циклічних температурних впливів відтавання та нагрівання відносна вологість повітря в робочому об'ємі камери тепла підтримувалась постійною на рівні  $\phi = (95\pm 5)\%$ .

Після завершення кожних 10 циклів проводився відбір зразків з подальшим визначенням їх теплопровідності в стандартних умовах та фіксувався характер змін зовнішнього вигляду зразків.

Результати визначення теплопровідності виробів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Цикли	Густина $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Середня теплопровідність $\lambda$ , Вт/(м·К)	Середня теплопровідність після проведення випробувань
0	171,5	0,0372	0,0374
10	171,2	0,0372	
20	171,6	0,0373	
30	171,5	0,0373	
40	171,5	0,0374	
50	171,7	0,0373	
60	171,7	0,0375	
70	171,6	0,0374	
80	171,5	0,0377	
90	171,2	0,0376	
100	171,6	0,0374	
Сер.	171,5	Сер. 0,0374	

Зовнішній вигляд зразків після випробувань не змінився.

Результат визначення теплопровідності плит мінераловатних теплоізоляційних «ТЕХНО» марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ» середньої густини 171,5 кг/м<sup>3</sup> становить  $\lambda = 0,0374$  Вт/(м · К) при температурі  $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ .

За результатами випробувань побудовано графік залежності теплопровідності від кількості циклів випробувань –  $\lambda(z)$  (рис.1).

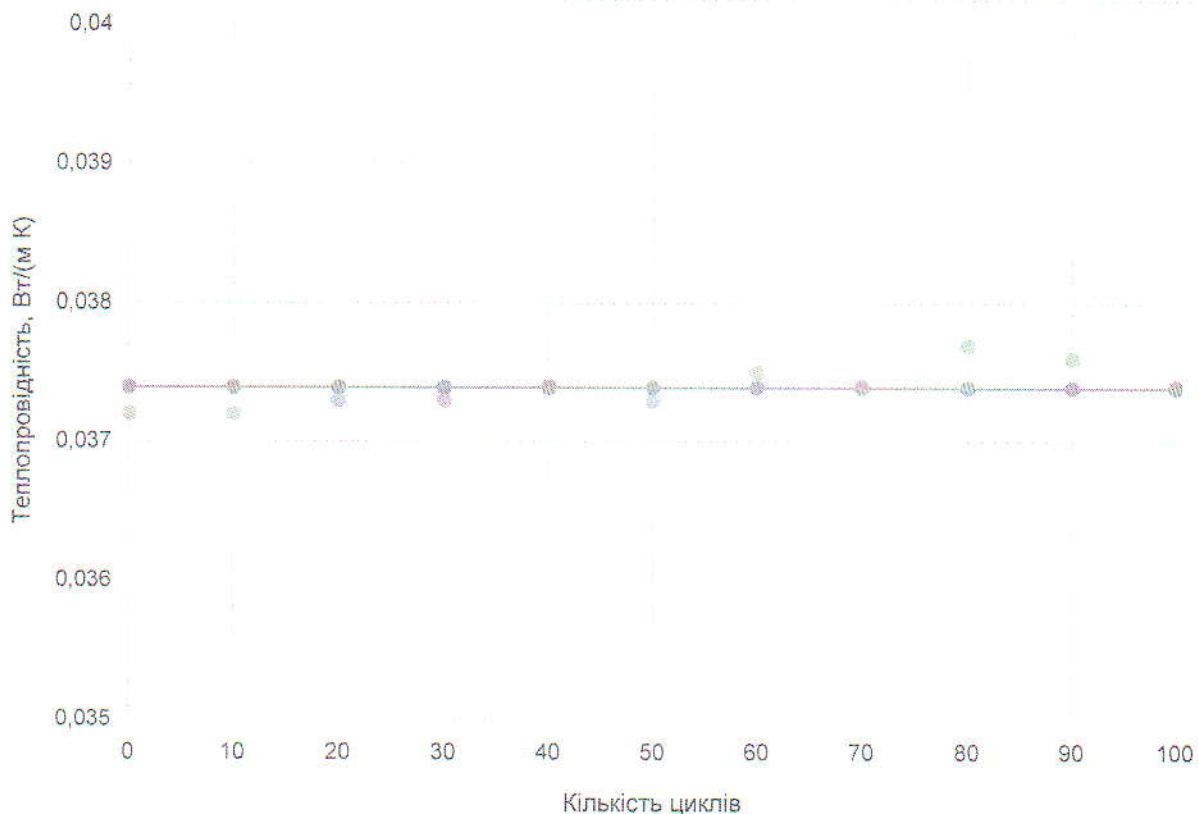


Рис.1 - Графік залежності теплопровідності матеріалу від кількості циклів



Значення показника ресурсу обчислюється за формулою:

$$r = bx^* + \varepsilon,$$

де:  $x^*$  – найбільша кількість циклів, що відповідає лінійній ділянці графіку зміни теплопровідності;

$b$  – тангенс кута нахилу графіку залежності  $\lambda(z)$ ;

$\varepsilon$  – довірча межа випадкової похибки результатів вимірювань для рівня забезпеченості 95% (0,95).

Термін ефективної експлуатації приймається, як такий, що дорівнює 50 рокам при виконанні наступних умов:

$$\frac{\varepsilon}{\lambda_0} \cdot K_z \leq 0,2$$

де:  $K_z$  – масштабний коефіцієнт, що, враховує відповідність експериментальних циклів тепловологісним умовам експлуатації матеріалу в конструкції;

$K_z = 5$  для конструкцій фасадної теплоізоляції згідно з вимогами ДБН В.2.6-33-2008 та конструкцій з захисним опоряджувальним шаром, що розташовані між теплоізоляційним шаром із виробів з волокна та зовнішнім повітрям з  $D < 1$ ;

$\lambda_0$  – теплопровідність в стандартних умовах у початковому стані, Вт/(м·К), при  $T_c = (10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ ;

Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалу в процесі експлуатації на його теплопровідність визначається рівнянням:

$$K_K = 1 + \frac{r}{\lambda_0} \cdot K_z$$

#### А. Визначення $S(\bar{y})$

$$S(\bar{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (y_i - 0,0374)^2}{10 \times (10-1)}}$$

де:  $S(\bar{y})$  – оцінка середньоквадратичного відхилення результату вимірювання;

$y_i$  –  $i$ -тий результат спостереження;

$\bar{y}$  – середньоарифметичне значення параметра за результатами випробувань;

$n$  – число результатів спостережень

$$S(\bar{y}) = 0,0000140$$

#### Б. Визначення $\varepsilon$

$$\varepsilon = S(\bar{y}) \cdot t,$$

де:  $t$  – коефіцієнт для випадкової величини  $y$ , яка має розподілення Стюдента з  $n-1$  ступенями свободи;

За ДСТУ ГОСТ 8.207:2008 для  $p = 0,95$  (95%-вий рівень забезпеченості) та  $n = 10$  (число вимірювань)  $t = 2,228$

$$\varepsilon = 0,0000140 \cdot 2,228 = 0,0000312$$

Довірча межа випадкової похибки результатів визначення теплопровідності становить

$$\varepsilon = 0,0000312$$

**В. Визначення показника ресурсу  $r$**

$$r = bx^* + \varepsilon,$$

де:  $b = 0$ , оскільки на графіку залежності теплопровідності від числа циклів випробувань крива (пряма) паралельна осі  $X$ .

$$r = \varepsilon = 0,0000312$$

$$\frac{r}{\lambda} \cdot K_z = \frac{0,0000312}{0,0374} \cdot 5 = 0,00417, \text{ що складає менше } 0,2.$$

**ВИСНОВОК:**

таким чином, плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНО» марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ» мають термін ефективної експлуатації не менше 50 років.

**Визначення розрахункових значень теплопровідності плит в умовах експлуатації в стані А і Б**

Розрахункові значення теплопровідності матеріалів визначаються за формулами:

$$\lambda_A = \lambda_{10}(W_A) \cdot K_k \cdot K_m + \sigma \quad (1)$$

$$\lambda_B = \lambda_{10}(W_B) \cdot K_k \cdot K_m + \sigma \quad (2)$$

де:  $\lambda_A$  – теплопровідність матеріалу в розрахункових умовах А, Вт/(м • К);

$\lambda_{10}(W_A)$  – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі  $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ , та при вологості  $W_A$ , Вт/(м • К);

$\lambda_B$  - теплопровідність матеріалу в розрахункових умовах Б, Вт/(м • К);

$\lambda_{10}(W_B)$  – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі  $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ , та при вологості  $W_B$ , Вт/(м • К);

$K_k$  – коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів в процесі експлуатації;

$K_m$  – коефіцієнт урахування впливу якості будівельно-монтажних робіт на зміну теплопровідності матеріалу дорівнює 1.

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення експериментальних значень.

Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації здійснювалась на зразках розмірами  $(300 \times 300 \times 50)$  мм.

Визначення теплопровідності здійснювалося у сухому стані за температури  $(25 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  та  $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ .

Результати випробувань теплопровідності зразків наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування показника	Фактичні значення для плит марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ»	Похибка вимірювань
Теплопровідність, Вт/(м • К), за температури $(25 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ в сухому стані	0,0389	±5%
Теплопровідність, Вт/(м • К), за температури $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ в сухому стані	0,0374	



**Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації.**

Визначення теплопровідності здійснювалося у зволоженому стані при температурі  $(10 \pm 0,3)^{\circ}\text{C}$ .

За результатами випробувань встановлюється  $\lambda_{10}(W_A)$ ,  $\lambda_{10}(W_B)$  та відповідні похибки вимірювань. Для марки «ТЕХНОРУФ ПРОФ» в результаті визначення сорбційної вологості отримані такі показники :

$W_A = 0,5 \%$ , встановлено -  $\lambda_{10}(W_A) = 0,0420 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ,  $\sigma = 0,0003 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$W_B = 1,0 \%$ , встановлено -  $\lambda_{10}(W_B) = 0,0450 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ,  $\sigma = 0,0003 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

З урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу та якості будівельно-монтажних робіт ( $K_M$  на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність в умовах експлуатації А і В).

$\lambda_{10}(W_A) \cdot K_K \cdot K_M + \sigma = 0,0420 \cdot 1 \cdot 1 + 0,0003 = 0,0420 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\lambda_{10}(W_B) \cdot K_K \cdot K_M + \sigma = 0,0450 \cdot 1 \cdot 1 + 0,0003 = 0,0450 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Марка	Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	Теплопровідність в умовах експлуатації $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	
		А	Б
«ТЕХНОРУФ ПРОФ»	171,6	0,0420	0,0450

Дата складання протоколу: 07.06.2016 р.

В.о. завідуючого лабораторією полімерних покривельних і теплоізоляційних матеріалів



С.Ю.Націєвський

Відповідальний виконавець Ст. наук. співробітник



Л.В.Желуденко

Примітки:

1. Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
2. Повне або часткове передрукування протоколу без дозволу ВЦ ДП "НДІБМВ" не допускається.