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 № 44 – 16/20

визначення терміну ефективної експлуатації
та теплофізичних характеристик в розрахункових умовах експлуатації
плит мінераловатних теплоізоляційних марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА»
(«ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН»)
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. Різдвяна, 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 В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН») у кількості 10 шт. для випробувань надані ТОВ "Завод теплоізоляційних матеріалів "ТЕХНО".

3. Дата проведення випробувань: 12.10.2015р.– 12.03.2016р.

4. Характеристика виробів: на випробування надійшли плити мінераловатні теплоізоляційні марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН») 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
А. Випробувальне обладнання			
Вимірювач теплопровідності ИТТМ	Зав.№300	Діапазон вимірювання 20-10^3 Вт/м^2 Похибка ±5%	Свідоцтво Укрметртестстандарту № 24-2/1565 від 03.06.2015
Камера тепла за ГОСТ 25051.2-82	№ 114	Габаритні розміри: 1280мм х 1900мм х 910мм, об'єм 0,76м^3, максимальна температура в камері до 100 ^{0}С	Виготовлена згідно з вимогами ГОСТ 25051.2-82
. Термостат цифровий ENDA ET 1411	б\н	Розміри: 34мм х 77мм. Діапазон вимірювання: - 60^{0}С + 150^{0}С, точність ±1^{0}С	Тавро 2016
Шафа сушильна	Зав. № 219	Розміри робочої камери: діаметр 257мм, довжина 200мм. Автоматичне регулювання температури в межах від + 15 до 200 ^{0}С Похибка ±2^{0}С	Повіряється термометр
Кліматична камера ШМ – 0,36	Зав. № 48	Габаритні розміри 645х705х1800мм Робочий об'єм морозильної камери не менше 0,3м^3	Атестат Укрметртестстандарту № 24-2/2551 від 17.07.2015
Б. Засоби вимірювальної техніки			
Ваги лабораторні електронні LC 62013-00MS	№ 50707516	Діапазон зважувань від 5,0г до 6,2кг Похибка ± 0,1г Клас 4	Свідоцтво Укрметртестстандарту № 35-02/2475353 від 16.06.2015

Випробувальний центр ДП «НДІБМВ» Протокол № 44-16/20

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 2016
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^2 – (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 (Δ_t), °С 10
- вологість зразків (W_A, $W_Б$), % 0,5 – 1,0

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

- заморожування – відтавання – нагрівання.

$T_З$ = - 22^{0}С ; $\tau_З$ = 3 год.;

$T_В$= (18-22) ^{0}С; $\tau_В$ = 4 год.;

$T_Н$ = (60±1) ^{0}С; $\tau_Н$ = 6 год.;

де $T_З$, $T_В$, $T_Н$ - температури заморожування, відтавання та нагрівання відповідно;

$\tau_З$, $\tau_В$, $\tau_Н$ - 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 φ = (95±5)%.

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

Випробувальний центр
ДП «НДІБМВ»
Протокол № 44-16/20

Результати визначення теплопровідності виробів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Цикли	Густина γ, кг/м^3	Середня теплопровідність λ, Вт/(м•К)	Середня теплопровідність після проведення випробувань
0	190,7	0,0392	0,0392
10	190,5	0,0394	
20	190,6	0,0393	
30	191,0	0,0390	
40	190,9	0,0395	
50	190,7	0,0394	
60	190,5	0,0391	
70	191,0	0,0392	
80	190,6	0,0392	
90	190,9	0,0390	
100	190,5	0,0393	
Сер.	190,7	Сер. 0,0392	

Зовнішній вигляд зразків після випробувань не змінився.

Результат визначення теплопровідності плит мінераловатних теплоізоляційних «ТЕХНО» марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН») середньої густини 190,7 кг/м^3 становить λ = 0,0392 Вт/(м • К) при температурі (10±0,3)^{0}С.

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

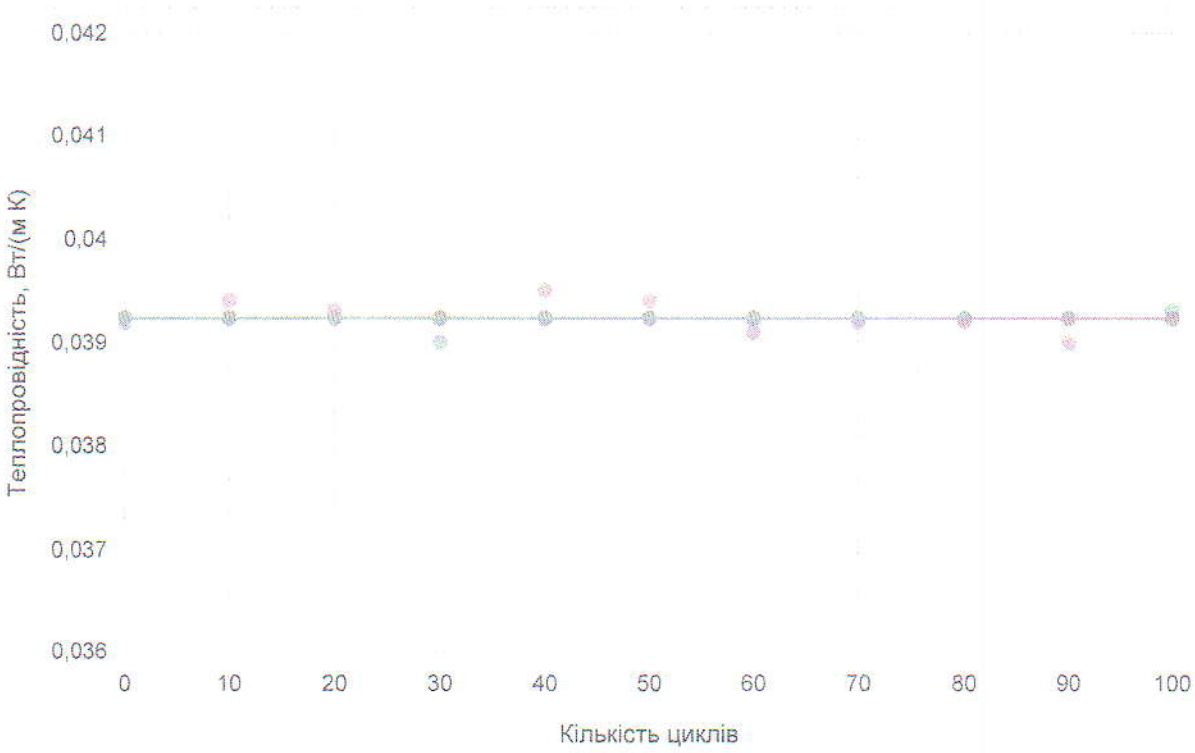

Рис.1 - Графік залежності теплопровідності матеріалу від кількості циклів.

Випробувальний центр
ДП «НДІБМВ»
Протокол № 44-16/20

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 $\lambda(z)$;

ε – 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 $D < 1$;

λ_0 – теплопровідність в стандартних умовах у початковому стані, Вт/(м•К), при $T_C = (10 \pm 0,3)^0$C;

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

$$K_K = 1 + \frac{r}{\lambda_O} \cdot K_Z$$

А. Визначення $S(\bar{y})$

$$S(\bar{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}(y_i - 0,0392)^2}{10 \times (10-1)}},$$

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

y_i – і-тий результат спостереження;

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

n – число результатів спостережень

$$S(\bar{y}) = 0,0000155$$

Б. Визначення ε

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

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

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

$$\varepsilon = 0,0000155 \cdot 2,228 = 0,0000345$$

Довірча межа випадкової похибки результатів визначення теплопровідності становить $\varepsilon = 0,0000345$.

Випробувальний центр
ДП «НДІБМВ»
Протокол № 44-16/20

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.

$$r = \varepsilon = 0{,}0000345$$

$$\frac{r}{\lambda} \cdot K_z = \frac{0{,}0000345}{0{,}0392} \cdot 5 = 0{,}0044,$$ що складає менше 0,2.

ВИСНОВОК:

таким чином, плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНО» марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН») 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:

$\lambda_А = \lambda_{10}(W_А) \cdot К_к \cdot К_м + \sigma$ (1)

$\lambda_Б = \lambda_{10}(W_Б) \cdot К_к \cdot К_м + \sigma$ (2)

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

$\lambda_{10}(W_А)$ – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі $(10\pm0{,}3)^0$С, та при вологості $W_А$, Вт/(м • К);

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

$\lambda_{10}(W_Б)$ – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі $(10\pm0{,}3)^0$С, та при вологості $W_Б$, Вт/(м • К);

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

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

σ – середньоквадратичне відхилення експериментальних значень.

Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації здійснювалась на зразках розмірами (300 х 300 х 50,5) мм.

Визначення теплопровідності здійснювалося у сухому стані за температури $(25\pm5)^0$С та $(10\pm0{,}3)^0$С.

Результати випробувань теплопровідності зразків наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування показника	Фактичні значення для плит марки «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН»)	Похибка вимірювань
Теплопровідність, Вт/(м • К), за температури $(25\pm5)^0$С в сухому стані	0,0410	±5%
Теплопровідність, Вт/(м • К), за температури $(10\pm0{,}3)^0$С в сухому стані	0,0392	

Випробувальний центр
ДП «НДІБМВ»
Протокол № 44-16/20

Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації.

Визначення теплопровідності здійснювалося у зволоженому стані при температурі $(10\pm0,3)^0$С.

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

W_A = 0,5 %, встановлено - $\lambda_{10}(W_A)$ = 0,0430 Вт/(м • К), σ = 0,0003 Вт/(м • К);

$W_Б$ = 1,0 %, встановлено - $\lambda_{10}(W_Б)$ = 0,0450 Вт/(м • К), σ = 0,0003 Вт/(м • К)

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

$\lambda_{10}(W_A) \cdot K_к \cdot K_м + \sigma = 0,0430 \cdot 1 \cdot 1 + 0,0003 = 0,0430$ Вт/(м • К);

$\lambda_{10}(W_Б) \cdot K_к \cdot K_м + \sigma = 0,0450 \cdot 1 \cdot 1 + 0,0003 = 0,0450$ Вт/(м • К)

Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Марка	Густина, кг/м^3	Теплопровідність в умовах експлуатації Вт/(м • К)	
		А	Б
«ТЕХНОРУФ В ОПТИМА» («ТЕХНОРУФ В ОПТИМА ГАЛТЕЛЬ», «ТЕХНОРУФ В ОПТИМА УКЛОН»)	190,7	0,0430	0,0450

Дата складання протоколу: 07.06.2016 р.

В.о. завідуючого лабораторією полімерних покрівельних 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.

Випробувальний центр
ДП «НДІБМВ»
Протокол № 44-16/20