ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач відділу
будівельної фізики та
енергоефективності ДП НДІБК
к.т.н. Андрій ПОСТОЛЕНКО
«25» листопада 2025 р.

ПРОТОКОЛ №90к/25

кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 25 умовних років плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК, акредитований Національним агентством з акредитації України на випробування відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019, атестат акредитації № 20167 чинний до 26.01.2029 р. (м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «ТЕРМОПАНЕЛІ»
46400, Тернопільська область, Тернопільський район, місто Тернопіль, вулиця Лукіяновича Дениса 8, корп. 5г
Договір № 9629 від 01.05.2025

Київ 2025

1. Підстави для проведення випробувань: договір № 9629 від 01.05.2025.

2. Нормативні посилання: перелік нормативних документів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Перелік нормативних документів

Позначення нормативних документів	Назви нормативних документів
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.2.7-38-95 (ГОСТ 17177-94)	Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Методи випробувань
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 4179-2003	Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови Зі Зміною № 1 (ІПС № 6-2005)
ДСТУ EN ISO 13385-1:2018	Технічні вимоги до геометричних параметрів продукції (GPS). Прилади для лінійних та кутових вимірювань. Частина 1. Штангенциркулі. Проектні та метрологічні характеристики (EN ISO 13385-1:2011, IDT; ISO 13385-1:2011, IDT)
ДСТУ EN 13190:2023 (EN 13190:2001, IDT)	Термометри циферблатні
ДСТУ EN 13163:2022 (EN 13163:2012+A2:2016, IDT)	Теплоізоляційні вироби для будівництва. Вироби зі спіненого полістиролу (EPS). Технічні умови
ДБН В.2.6-31:2021	Теплова ізоляція та енергоефективність будівель

3. Мета випробувань: визначення терміну ефективної експлуатації (до 25 умовних років) та теплопровідності у розрахункових умовах плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ".

4. Випробування проводились 29.05.2025 – 29.10.2025 згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182:2009 за адресою: м. Київ, вул. Преображенська, 5/2.

5. Зразки надані: ТОВ «ТЕРМОПАНЕЛІ». Акт отримання зразків від 28.05.2025.

6. Зразки отримані 28.05.2025 та зареєстровані у журналі під №91/25.

7. Результати візуального обстеження перед випробуваннями: якісний зовнішній вигляд, без дефектів та механічних пошкоджень, допускаються до випробування.

8. Тип та основні характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки: перелік наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Тип і характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки

Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський номер	Дата калібрування		Номер свідоцтва
		Остання	Наступна	
Установка для вимірювання теплопровідності будівельних матеріалів ИТ-7С	04	04.2025	04.2026	UA01№881
Камера теплової обробки HPS-222	3585060	10.2025	10.2026	КТ020116611125
Камера кліматична Nema TV-100	173491	10.2025	10.2026	КТ020116311125
Гігрометр психрометричний ВІТ-1	Д816	10.2025	10.2026	UA/24/251014/3927
Термометр лабораторний ТЛ, похибка вимірювань ±0,1 °С	3871	10.2025	10.2026	UA/24/251014/3931
Барометр-анероїд БАММ-1	101518	03.2025	03.2026	UA/39/250318/0261
Ваги лабораторні AD-500	2024	01.2025	01.2026	UA/35/250124/6671
Неавтоматичний зважувальний прилад ТВЕ-1,5-0,001-а	51248	05.2025	05.2026	UA/35/250508/7305
Рулетка вимірювальна металева	2	03.2025	03.2026	UA/23/250306/000551
Штангенциркуль ШЦ-1	078538	10.2025	10.2026	UA/23/251024/002540

9. Характеристика зразків та особливості поведінки під час випробувань.

Випробування теплопровідності та терміну ефективної експлуатації до 25 умовних років плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" виконують на зразках у вигляді паралелепіпедів завдовжки 300 мм, завширшки 300 мм, завтовшки 50,3 мм±0,1 мм, густиною 18,2 ±0,2 кг/м^3 у кількості 45 шт. Зразки замарковані під №91/25 (91/25-1÷91/25-45).

Загальний вигляд випробуваних зразків наведено на рис. 1.

Рисунок 1 – Загальний вигляд досліджуваних зразків № 90/25

10. Температура і відносна вологість повітря приміщення для проведення випробування:

$t_в$ = +(22±5) °С, φ = (50±10) %,

де $t_в$ – температура повітря в приміщенні, φ – вологість повітря в приміщенні.

11.1 Визначення терміну ефективної експлуатації плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" проводилося у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182.

Зразки, що підлягають випробуванням, були зволожені до вологості $\overline{w}_р$ і запаковані в поліетиленові пакети, розміщені рівномірно по всьому робочому об'єму кліматичної камери із проміжками між ними так, щоб забезпечити рух повітряних потоків і виключити утворення застійних зон.

Зразки піддані циклічному температурному впливу заморожування-відтавання-нагрівання: $t_з$ = -22±1 °С, $\tau_з$ = 3 год.; $t_в$ = +20 ±2 °С, $\tau_в$ = 4 год.; $t_н$ = +60 ±1°С, $\tau_н$ = 6 год.;

де, $t_з$, $t_в$, $t_н$ – температури заморожування, відтавання та нагрівання зразків відповідно;

$\tau_з$, $\tau_в$, $\tau_н$ – тривалість заморожування, відтавання та нагрівання зразків.

Один цикл випробувань складається із заморожування-відтавання-нагрівання.

Через кожних 10-ть циклів випробувань проводився відбір зразків з подальшим визначенням їх теплопровідності в стандартних умовах та фіксуванням характеру зміни зовнішнього вигляду.

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

Чисельне значення показника ресурсу визначається за формулою:

$$r = bx^* + \varepsilon \quad (1)$$

де, x^* – найбільше значення кількості циклів, що відповідає лінійній ділянці зміни експлуатаційного теплофізичного параметра;

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

ε – довірча межа випадкової похибки результатів вимірювань.

Термін ефективної експлуатації для теплоізоляційних матеріалів приймається не менше 25 умовних років, якщо після 60 циклів виконуються умови:

$$\frac{r}{\lambda_0} k_z \le 0,2 \quad (2)$$

де, k_z – масштабний коефіцієнт, що враховує відповідність експериментальних циклів тепловологісним умовам експлуатації матеріалу в конструкції. $k_z = 5$ для конструкцій із захисним опоряджувальним шаром (шарами), що розташовані між теплоізоляційним шаром та зовнішнім повітрям з D < 1;

λ_0 – теплопровідність в стандартних умовах, Вт/(м·К) при t_c= +10°С.

Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів в процесі експлуатації на їх теплопровідність, визначається за формулою:

$$\kappa_к = 1 + \frac{r}{\lambda_0} \cdot k_z \quad (3)$$

11.2 Встановлення теплопровідності в розрахункових умовах

Розрахункові значення теплопровідності матеріалів визначено за формулами:

$$\lambda_А = \lambda_{10}(w_А) \cdot k_к \cdot k_м + \varepsilon; \quad (4)$$

$$\lambda_Б = \lambda_{10}(w_Б) \cdot k_к \cdot k_м + \varepsilon, \quad (5)$$

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

$\lambda_{10}(w_A)$ – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі +10°С та при вологості w_A, 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°С та при вологості $w_Б$, Вт/(м·К);

$k_к$ – коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів в процесі експлуатації, визначається за формулою (3);

$k_м$ – коефіцієнт урахування впливу якості будівельно-монтажних робіт на зміну теплопровідності матеріалу. Для матеріалів з міцністю на стиск 0,035 МПа та більше при 10 %- деформації приймається 1;

ε – довірча межа випадкової похибки результатів вимірювань

12 Результати випробувань зразків плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ".

Для теплоізоляційних матеріалів термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною теплопровідності.

12.1 За результатами візуального огляду дослідних фрагментів після проведення 60 циклів кліматичних впливів заморожування – відтавання – нагрівання встановлено, що зовнішній вигляд фрагментів плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" не змінився. Зміна геометричних розмірів зразків знаходиться в межах допустимих значень, візуально не встановлено зміни кольору та структури матеріалу.

Загальний вигляд дослідних зразків №91/25 плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ", розміщених в кліматичній камері під час кліматичних впливів, наведено на рис. 2.

12.2 Залежність теплопровідності зразків № 91/25 плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" від кількості циклів заморожування–відтавання–нагрівання $\lambda(z)$:

$$\lambda(z) = 3 \cdot 10^{-6} \cdot z + 0{,}0318 \qquad (6)$$

Залежність теплопровідності від циклічних впливів наведено на рис. 3.

Рисунок 2 – Загальний вигляд дослідних зразків плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ", розміщених в кліматичній камері

Показник ресурсу, що визначається за формулою (1), становить r = 0,0003.

Виконується перевірка виконання умови за формулою (2):

$$\frac{r}{\lambda_0} \cdot k_z = \frac{0{,}0003}{0{,}032} \cdot 5 = 0{,}047 \leq 0{,}2 \quad (7)$$

Умова (2) виконується, отже термін ефективної експлуатації виробів (плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ") становить не менше ніж 25 умовних років.

Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів в процесі експлуатації та їх теплопровідність, визначається за формулою (3):

$$k_K = 1 + \frac{0{,}0003}{0{,}032} \cdot 5 = 1{,}05 \quad (8)$$

Узагальнені дані за результатами випробувань з оцінки терміну ефективної експлуатації до 25 умовних років плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" наведені в таблиці 3.

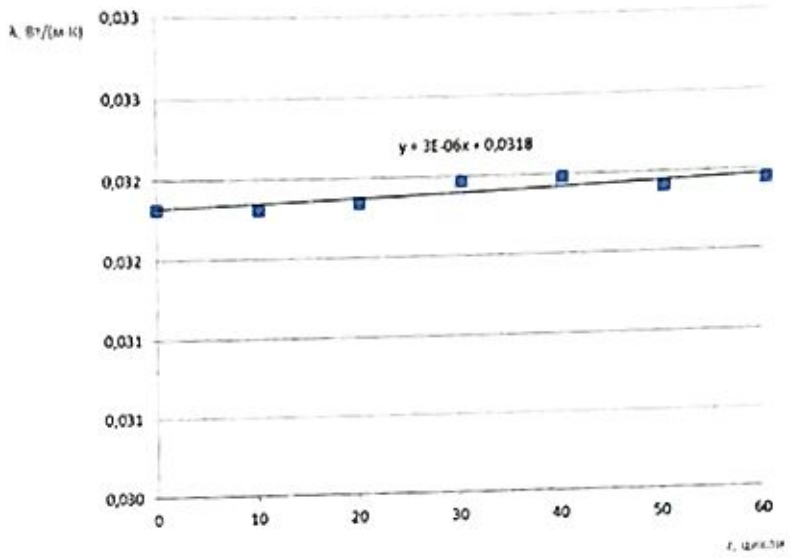

Рисунок 3 – Залежність зміни теплопровідності від циклічних впливів для зразків №91/25 плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"

Таблиця 3 – Узагальнені дані за результатами випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації плит теплоізоляційних

Назва матеріалу	Густина, кг/м³	$\frac{r}{\lambda_0} k_z \le 0,2$	Термін ефективної експлуатації, умовних років
Плит теплоізоляційні зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"	18,2 ±0,2	0,047	не менше ніж 25

12.3 Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Визначення теплопровідності плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" здійснювалось у зволоженому стані при розрахунковому вмісті вологи за масою в умовах експлуатації $W_А$=1%, $W_Б$=5%. За

результатами випробувань визначено значення $\lambda_{10}(W_А)$, $\lambda_{10}(W_Б)$ та відповідні похибки вимірювань:

$$\lambda_{10}(W_А) = 0{,}0351 \text{ Вт/(м·К)}, \ \varepsilon = 0{,}0001 \text{ Вт/(м·К)};$$
$$\lambda_{10}(W_Б) = 0{,}0375 \text{ Вт/(м·К)}, \ \varepsilon = 0{,}0002 \text{ Вт/(м·К)}.$$

За формулами (4), (5), з урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу ($k_к$) та якості будівельно-монтажних робіт ($k_м$), визначено теплопровідності в умовах експлуатації А та Б:

$$\lambda_А = \lambda_{10}(W_А) \cdot k_к \cdot k_м \ \varepsilon + \varepsilon = 0{,}0351 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}00 + 0{,}0001 = 0{,}037 \text{ Вт/(м·К)}; \quad (9)$$

$$\lambda_Б = \lambda_{10}(W_Б) \cdot k_к \cdot k_м + \varepsilon = 0{,}0375 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}00 + 0{,}0002 = 0{,}040 \text{ Вт/(м·К)}. \quad (10)$$

Результати визначення теплопровідності плит зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" в розрахункових умовах експлуатації наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації плит теплоізоляційних

Назва матеріалу	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	А	Б
Плит теплоізоляційні зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"	0,037	0,040

12.4. Узагальнені дані за результатами випробувань з оцінки значень розрахункових теплофізичних характеристик плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Розрахункові теплофізичні характеристик плит теплоізоляційних зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"

Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані		Розрахункові характеристики за умов експлуатації	
	Густина ρ_b, кг/м^3	Теплопровідність λ_0, Вт/(м · К)	Теплопровідність λ_ρ, Вт/(м·К)	
			А	Б
Плит теплоізоляційні зі спіненого полістиролу марки **«EPS-90 Graphite»** виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ"	18,2	0,032	0,037	0,040

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційні зі спіненого полістиролу марки «EPS-90 Graphite» виробництва ТОВ "ТЕРМОПАНЕЛІ" становить не менше ніж 25 умовних років.

Старший науковий співробітник Дмитро БІДА

Старший науковий співробітник Павло ПАВЛЮК

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати
Протокол складається з десяти сторінок
Протокол випробувань видано в 4 примірниках