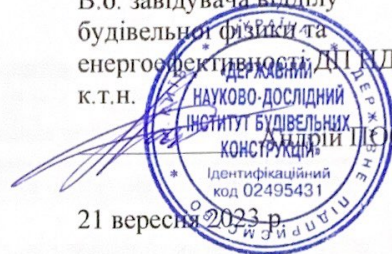


	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025				
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 <table border="1"> <tr> <td>Стор. 1</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Всього 13</td> <td>21.09.2023</td> </tr> </table>	Стор. 1	Дата	Всього 13	21.09.2023
Стор. 1	Дата					
Всього 13	21.09.2023					

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача відділу
будівельної фізики та
енергоефективності ДП НДІБК
к.т.н.



Андрій ПОСТОЛЕНКО

21 вересня 2023 р.

ПРОТОКОЛ № 114к/23

**кваліфікаційних випробувань
з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років
теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ 45»
виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»**

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК,
атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р.,
виданий Національним агентством з акредитації України
(м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»
вул. Різдвяна, буд. 300, м. Черкаси, 18018

Договір № 8645 від «29» грудня 2022 р.

Київ 2023

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стр. 2 Всього 13 Дата 21.09.2023

1. Підстави для проведення випробувань: № 8645 від «29» грудня 2022 р.
2. Нормативні посилання: перелік нормативних документів, на які є посилання у цьому протоколі, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Перелік нормативних документів

Позначення нормативних документів	Назви нормативних документів
ДБН В.2.6-31:2021	Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
ТУ У В 2.7-23.9-35492904-001:2013 на заміну ТУ У В 2.7-26.8-35492904-001:2008	Плити мінераловатні теплоізоляційні «ТЕХНО». Технічні умови
ТУ У В 2.7-23.9-35492904-005:2015	Плити мінераловатні теплоізоляційні на синтетичному зв'язуючому «ТЕХНО». Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-167:2008 (EN 13162:2001, NEQ).	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому. Загальні технічні умови
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 4179-2003 (ГОСТ 7502-98, MOD)	Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови. Зі зміною № 1
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 EN 13190:2018 (EN 13190:2001, IDT)	Термометри зі шкалою
ДСТУ EN 45501:2007 (EN 45501:1992, IDT)	Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.
СОУ ДП НДІБК В.2.7-02495431-004:2020	Метод визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційних матеріалів до 50 умовних років

3. Мета випробувань: визначення терміну ефективної експлуатації (до 50 умовних років) теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ 45» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО».

4. Випробування проводились 07.04.2023 р. – 31.08.2023 р. згідно з вимогами СОУ ДП НДІБК В.2.7-02495431-004:2020 та ДСТУ Б В.2.7-182:2009 за адресою: м. Київ, вул. М. Кривоноса, 26.

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025																																																														
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стор. 3 Всього 13 Дата 21.09.2023																																																														
5. Зразки надані: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО». Акт відбору зразків від 06.04.2023 р. Підготовка зразків до випробування проводилась з 07.04.2023 по 13.04.2023 р. 6. Зразки отримані 06.04.2023 р. та зареєстровані у журналі під № 19/23. 7. Результати візуального обстеження перед випробуваннями: якісний зовнішній вид, без дефектів та механічних пошкоджень, <u>допускається на випробування.</u> 8. Тип та основні характеристики обладнання: перелік обладнання наведено у таблиці 2. Таблиця 2 – Тип і характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки <table border="1" data-bbox="316 934 1388 1858"> <thead> <tr> <th data-bbox="316 934 657 1039" rowspan="2">Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки</th> <th data-bbox="657 934 820 1039" rowspan="2">Заводський номер</th> <th colspan="2" data-bbox="820 934 1112 997">Дата калібрування</th> <th data-bbox="1112 934 1388 997">Номер свідоцтва</th> </tr> <tr> <th data-bbox="820 997 966 1039">Ост.</th> <th data-bbox="966 997 1112 1039">Наступн.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="316 1039 657 1123">Кліматична камера КТК-3000</td> <td data-bbox="657 1039 820 1123">236103</td> <td data-bbox="820 1039 966 1123">09.2023</td> <td data-bbox="966 1039 1112 1123">09.2024</td> <td data-bbox="1112 1039 1388 1123">КТ02050507923</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1123 657 1270">Установка для визначення теплопровідності будівельних матеріалів ІТ-7С згідно з ДСТУ Б В.2.7-105-2000, точність 3%</td> <td data-bbox="657 1123 820 1270">04</td> <td data-bbox="820 1123 966 1270">02.2023</td> <td data-bbox="966 1123 1112 1270">02.2024</td> <td data-bbox="1112 1123 1388 1270">UA01 №323</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1270 657 1344">Ваги лабораторні Axis</td> <td data-bbox="657 1270 820 1344">2024</td> <td data-bbox="820 1270 966 1344">01.2023</td> <td data-bbox="966 1270 1112 1344">01.2024</td> <td data-bbox="1112 1270 1388 1344">UA/35/230127/1875</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1344 657 1375">Вага ТВЕ-1,5-0,001-а</td> <td data-bbox="657 1344 820 1375">51248</td> <td data-bbox="820 1344 966 1375">04.2023</td> <td data-bbox="966 1344 1112 1375">04.2024</td> <td data-bbox="1112 1344 1388 1375">C429/04-2023</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1375 657 1438">Машина випробувальна МРМ-5Т</td> <td data-bbox="657 1375 820 1438">6087</td> <td data-bbox="820 1375 966 1438">03.2023</td> <td data-bbox="966 1375 1112 1438">03.2024</td> <td data-bbox="1112 1375 1388 1438">UA/34/230303/000434</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1438 657 1564">Психрометр МВ-4М з термометрами ТМ-6 згідно з ГОСТ 112-78, похибка вимірювань ±1%</td> <td data-bbox="657 1438 820 1564">26431</td> <td data-bbox="820 1438 966 1564">09.2023</td> <td data-bbox="966 1438 1112 1564">09.2024</td> <td data-bbox="1112 1438 1388 1564">UA/24/230911/3173</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1564 657 1627">Термометр скляний ТН-8М (-80...+60°C)</td> <td data-bbox="657 1564 820 1627">172</td> <td data-bbox="820 1564 966 1627">09.2023</td> <td data-bbox="966 1564 1112 1627">09.2024</td> <td data-bbox="1112 1564 1388 1627">КТ01059724222</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1627 657 1690">Барометр-анероїд БАММ-1</td> <td data-bbox="657 1627 820 1690">101518</td> <td data-bbox="820 1627 966 1690">02.2023</td> <td data-bbox="966 1627 1112 1690">02.2024</td> <td data-bbox="1112 1627 1388 1690">UA/39/230214/0220</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1690 657 1753">Рулетка вимірювальна металева</td> <td data-bbox="657 1690 820 1753">1</td> <td data-bbox="820 1690 966 1753">02.2023</td> <td data-bbox="966 1690 1112 1753">02.2024</td> <td data-bbox="1112 1690 1388 1753">UA/23/230213/000320</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1753 657 1795">Штангенциркуль ШЦ-1</td> <td data-bbox="657 1753 820 1795">078538</td> <td data-bbox="820 1753 966 1795">09.2022</td> <td data-bbox="966 1753 1112 1795">09.2023</td> <td data-bbox="1112 1753 1388 1795">UA/23/220901/001430</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1795 657 1858">Камера теплової обробки НПС-222</td> <td data-bbox="657 1795 820 1858">3585060</td> <td data-bbox="820 1795 966 1858">09.2023</td> <td data-bbox="966 1795 1112 1858">09.2024</td> <td data-bbox="1112 1795 1388 1858">КТ02050307923</td> </tr> </tbody> </table>			Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський номер	Дата калібрування		Номер свідоцтва	Ост.	Наступн.	Кліматична камера КТК-3000	236103	09.2023	09.2024	КТ02050507923	Установка для визначення теплопровідності будівельних матеріалів ІТ-7С згідно з ДСТУ Б В.2.7-105-2000, точність 3%	04	02.2023	02.2024	UA01 №323	Ваги лабораторні Axis	2024	01.2023	01.2024	UA/35/230127/1875	Вага ТВЕ-1,5-0,001-а	51248	04.2023	04.2024	C429/04-2023	Машина випробувальна МРМ-5Т	6087	03.2023	03.2024	UA/34/230303/000434	Психрометр МВ-4М з термометрами ТМ-6 згідно з ГОСТ 112-78, похибка вимірювань ±1%	26431	09.2023	09.2024	UA/24/230911/3173	Термометр скляний ТН-8М (-80...+60°C)	172	09.2023	09.2024	КТ01059724222	Барометр-анероїд БАММ-1	101518	02.2023	02.2024	UA/39/230214/0220	Рулетка вимірювальна металева	1	02.2023	02.2024	UA/23/230213/000320	Штангенциркуль ШЦ-1	078538	09.2022	09.2023	UA/23/220901/001430	Камера теплової обробки НПС-222	3585060	09.2023	09.2024	КТ02050307923
Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський номер	Дата калібрування			Номер свідоцтва																																																											
		Ост.	Наступн.																																																													
Кліматична камера КТК-3000	236103	09.2023	09.2024	КТ02050507923																																																												
Установка для визначення теплопровідності будівельних матеріалів ІТ-7С згідно з ДСТУ Б В.2.7-105-2000, точність 3%	04	02.2023	02.2024	UA01 №323																																																												
Ваги лабораторні Axis	2024	01.2023	01.2024	UA/35/230127/1875																																																												
Вага ТВЕ-1,5-0,001-а	51248	04.2023	04.2024	C429/04-2023																																																												
Машина випробувальна МРМ-5Т	6087	03.2023	03.2024	UA/34/230303/000434																																																												
Психрометр МВ-4М з термометрами ТМ-6 згідно з ГОСТ 112-78, похибка вимірювань ±1%	26431	09.2023	09.2024	UA/24/230911/3173																																																												
Термометр скляний ТН-8М (-80...+60°C)	172	09.2023	09.2024	КТ01059724222																																																												
Барометр-анероїд БАММ-1	101518	02.2023	02.2024	UA/39/230214/0220																																																												
Рулетка вимірювальна металева	1	02.2023	02.2024	UA/23/230213/000320																																																												
Штангенциркуль ШЦ-1	078538	09.2022	09.2023	UA/23/220901/001430																																																												
Камера теплової обробки НПС-222	3585060	09.2023	09.2024	КТ02050307923																																																												

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стор. 4 Всього 13 Дата 21.09.2023

9. Характеристика зразків та особливості поведінки під час випробувань.

Зразок № 19/23 (19/23-1÷19/23-78) – зразки теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» з мінеральної вати виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» розміром 300х300х50 мм, густиною $141,2 \pm 0,9$ кг/м³ в кількості 78 шт.

Загальний вигляд зразків № 19/23 показано на рис. 1.

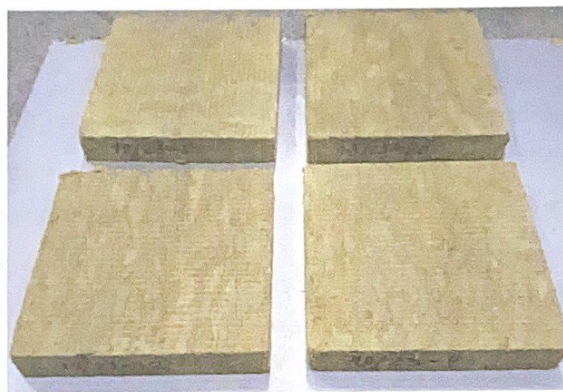


Рисунок 1 – Зразки № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45»

Загальний вигляд випробувальної установки наведено на рис. 2.

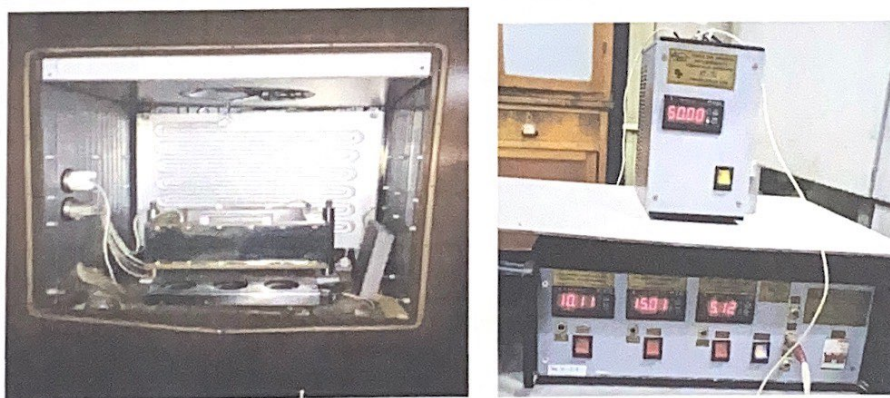


Рисунок 2 – Установка для визначення теплопровідності згідно з ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99)

10. Умови проведення випробувань:

$t_{\text{в}} = +(22 \pm 1)^\circ\text{C}$, $\phi = (55 \pm 5) \%$, $P = 98,0-101,5$ кПа.

де $t_{\text{в}}$ – температура внутрішнього повітря в приміщенні, ϕ – вологість повітря в приміщенні, P – атмосферний тиск повітря.

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стор. 5 Всього 13 Дата 21.09.2023

10.1 Визначення терміну ефективної експлуатації матеріалів до 50 умовних років проводилося у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182 та СОУ ДП НДІБК В.2.7-02495431-004:2020.

Зразки, що підлягають випробуванням, зволожені до вологості $[(w_b+5)\pm 2]\%$ і запаані в поліетиленові пакети, розміщують рівномірно по всьому робочому об'єму кліматичної камери із проміжками між ними так, щоб забезпечити рух повітряних потоків і виключити утворення застійних зон.

Зразки підляють циклічному температурному впливу заморожування-відтавання-нагрівання: $t_z = -22 \pm 1^\circ\text{C}$, $\tau_z = 3$ год.; $t_v = +20 \pm 2^\circ\text{C}$, $\tau_v = 4$ год.; $t_n = +60 \pm 1^\circ\text{C}$, $\tau_n = 16$ год.,
 де: t_z , t_v , t_n – температури заморожування, відтавання та нагрівання зразків відповідно;
 τ_z , τ_v , τ_n – 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 показників теплопровідності в стандартних умовах та фіксуванням характеру зміни зовнішнього вигляду зразків.

За результатами випробувань будується 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 для рівня забезпеченості 95%.

Термін ефективної експлуатації для теплоізоляційних матеріалів приймається не менше 50 умовних років, якщо після 100 циклів виконується умова:

$$\frac{r_\lambda}{\lambda_0} \cdot k_z \leq 0,2 \quad (2)$$

$$\left| \frac{r_i}{\sigma_0^{10}} \cdot k_z \right| \leq 0,15 \quad (3)$$

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стор. 6 Всього 13 Дата 21.09.2023

де, k_z – масштабний коефіцієнт, що враховує відповідність експериментальних циклів тепловологісним умовам експлуатації матеріалу в конструкції. $k_z = 5$ для конструкцій зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та для конструкцій із захисним опоряджувальним шаром, що розташовані між теплоізоляційним шаром та зовнішнім повітрям;

λ_0 – теплопровідність в стандартних умовах, Вт/(м·К), при $t_0 = +25 \pm 1^\circ\text{C}$;

σ_0^{10} – початкова міцність на стиск при 10% лінійній деформації, МПа.

Після циклів, що імітують вплив випадкових кліматичних факторів на експлуатаційний стан теплоізоляційного матеріалу в складі огорожувальних конструкцій у випадку ймовірних відмов конструкцій, виконується умова:

$$k \leq 0,1 \quad (4)$$

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

$$k_k = 1 + \frac{\tau_\lambda}{\lambda_0} \cdot k_z \quad (5)$$

Кліматична камера для проведення циклічних кліматичних впливів наведена на рис. 3.



Рисунок 3 – Кліматичні камери для проведення циклічних кліматичних впливів

10.2 Визначення розрахункових значень теплопровідності матеріалів

Розрахункові значення теплопровідності матеріалів визначалися по формулі:

$$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot k_k \cdot k_m + \epsilon, \quad (6)$$

$$\lambda_B = \lambda_{10}(w_B) \cdot k_k \cdot k_m + \epsilon, \quad (7)$$

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23 Стор. 7 Всього 13 Дата 21.09.2023
де: λ_A – теплопровідність матеріалу в розрахункових умовах А, Вт/(м·К); $\lambda_{10}(w_A)$ – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі +10°C та при вологості w_A, Вт/(м·К); λ_B – теплопровідність матеріалу в розрахункових умовах Б, Вт/(м·К); $\lambda_{10}(w_B)$ – експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі +10°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. Для матеріалів з міцністю на стиск 0,035 МПа та більше при 10 %-деформації приймається 1. 11 Результати випробувань зразків будівельного теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО». Визначення терміну ефективної експлуатації проводився на основі оцінки наступних показників: – геометричні характеристики; – теплопровідність; – міцність на стиск при 10 % -й лінійній деформації. Загальний вигляд зразків № 19/23, які піддають циклічному температурному впливу, наведено на рис. 4.  Рисунок 4 – Дослідні зразки, які піддають циклічному температурному впливу		

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23	
	Стор. 8 Всього 13	Дата 21.09.2023

11.1 За результатами візуального огляду дослідних фрагментів після проведення 100 циклів кліматичних впливів заморожування – відтавання – нагрівання встановлено, що зовнішній вигляд фрагментів будівельного теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» не змінюється – зміна геометричних розмірів зразків знаходиться в межах допустимих значень, візуально не встановлено зміни кольору та структури матеріалу.

Графік залежності теплопровідності виробів від кількості циклів наведений на рис. 5.

11.2 Залежність теплопровідності фрагментів будівельного теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ 45» від кількості циклів заморожування–відтавання–нагрівання визначається за формулою:

$$\lambda(z) = 0,0391 + 8 \cdot 10^{-6} \cdot z \quad (8)$$

Показник ресурсу, що визначається за формулою (1), становить $r = 0,0008$.

Виконується перевірка виконання умови за формулою (2):

$$\frac{r}{\lambda_0} \cdot k_z = \frac{0,0008}{0,0390} \cdot 5 = 0,102 \leq 0,2 \quad (9)$$

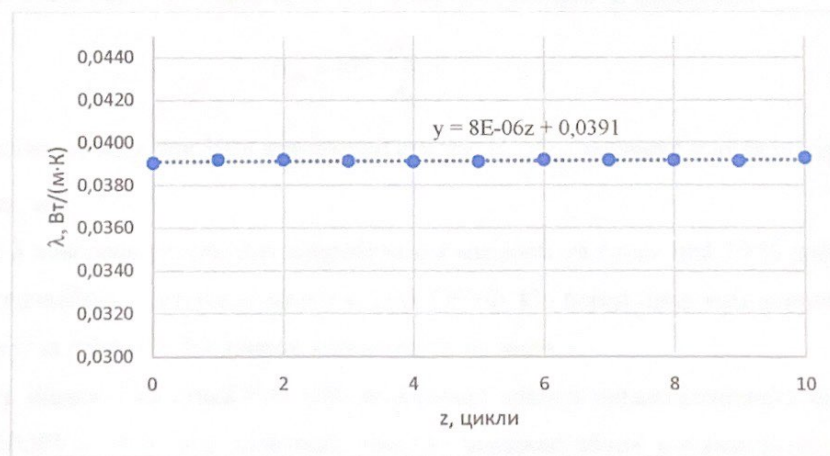


Рисунок 5 – Залежність теплопровідності від циклічних впливів

Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів в процесі експлуатації на їх теплопровідність, визначається за формулою (5):

$$k_z = 1 + \left(\frac{0,0008}{0,0390} \right) \cdot 5 = 1,102 \quad (10)$$

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23	
	Стор. 9 Всього 13	Дата 21.09.2023

Отже, умова за формулою (2) виконується, тобто термін ефективної експлуатації виробів становить не менше ніж 50 років.

11.3 На рис. 5 наведено проведення випробування міцності на стиск при 10 % деформації зразків теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45».



Рисунок 6 – Проведення випробування міцності на стиск при 10% деформації зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45»

Міцність на стиск при 10% деформації σ_{10} , кПа, обчислюють за формулою:

$$\sigma_{10} = 10^3 \cdot \frac{F_{10}}{A_0}, \quad (11)$$

де: F_{10} – навантаження при 10% деформації стиску, Н; A_0 – первісна площа поперечного перерізу зразка, мм².

В таблиці 3 наведено результати випробування міцності на стиск при 10 % деформації зразків теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» перед початком випробування (нульовий цикл) та через 60, 100 циклів кліматичних впливів.

Залежність міцності на стиск при 10% деформації зразків теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» від кількості циклів заморожування–відтавання–нагрівання визначалась за формулою:

$$\sigma^{10}(z) = -0,0387 \cdot z + 61,489 \quad (12)$$

Показник ресурсу, що визначається за формулою (1), становить $r = 0,173$.

Виконується перевірка виконання умови за формулою (2):

$$\frac{0,173}{61,7} \cdot 5 = 0,014 \leq 0,15 \quad (13)$$

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа		Позначення	
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		ПРВ-217-8645.22-114к.23	
		Стор. 10	Дата
		Всього 13	21.09.2023

Таблиця 3 – Міцність на стиск при 10% деформації σ_{10} , кПа зразків теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45»

Номер циклу	Номер зразка	Значення σ_{10} , кПа	Середнє значення σ_{10} , кПа
0	19/23-6	60,4	61,7
	19/23-7	64,3	
	19/23-8	60,3	
60	19/23-15	58,2	58,7
	19/23-16	58,6	
	19/23-17	59,3	
100	19/23-21	57,5	57,9
	19/23-32	58,0	
	19/23-33	58,2	

Залежність міцності на стиск при 10% деформації від циклічних впливів наведено на рис. 7.

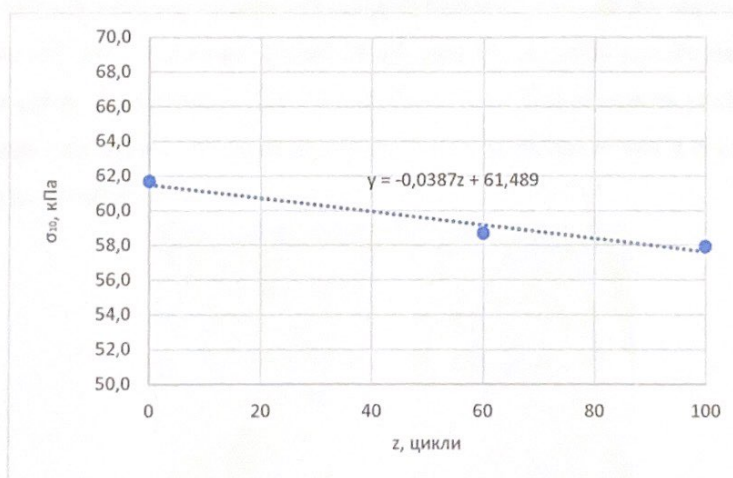


Рисунок 7 – Залежність міцності на стиск при 10% деформації від циклічних впливів зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45»

11.4 Стійкість експлуатаційних показників теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» до впливу кліматичної вологості та впливу сонячного опромінення. На рис. 8 зображено дослідні зразки № 19/23 під час опромінення.

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності		20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23	
		Стор. 11 Всього 13	Дата 21.09.2023

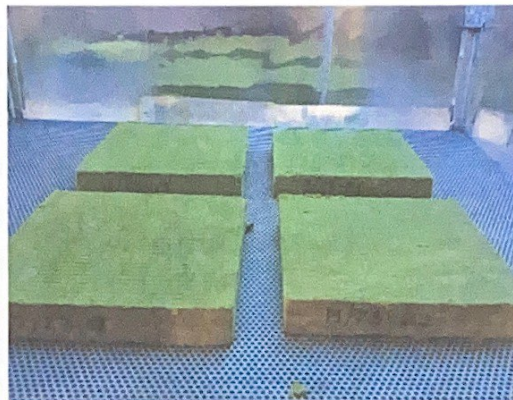


Рисунок 8— Загальний вигляд дослідних зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» під час опромінення

Після 60 циклів зразки, що піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 штук в кожній) зволожують на протязі 28 діб (рис. 9), надалі їх поділяють та висушують в двох температурних режимах: а) $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$; б) $(-5 \pm 1)^\circ\text{C}$ та піддають ультрафіолетовому випромінюванню упродовж 5 діб тривалістю по 8 год та визначається для цих зразків λ_0 — теплопровідність в стандартних умовах, Вт/(м·К), при $t_c = +25 \pm 1^\circ\text{C}$.



Рисунок 9 — Зволоження дослідних зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45»

Результати випробувань зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» на стійкість до впливу кліматичної вологи та сонячного опромінення наведено в таблиці 4. Після опромінення спостерігалась незначна зміна кольору

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	 20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ		Позначення ПРВ-217-8645.22-114к.23
		Стор. 12 Всього 13
		Дата 21.09.2023

Після 60 циклів:

Для партії, що висушувалась в температурному режимі $+ (20 \pm 1) ^\circ\text{C}$
 $\lambda_{60} = 0,0402 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Для партії, що висушувалась в температурному режимі $- (5 \pm 1) ^\circ\text{C}$
 $\lambda_{60} = 0,0408 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Таблиця 4 – Результати випробувань зразків № 19/23 теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» на стійкість до впливу кліматичної вологості та сонячного опромінення

Номер циклу	Номер зразка	Температура сушки, $^\circ\text{C}$	Середня теплопровідність в початковому стані	Середня теплопровідність після кліматичних впливів	Найбільше значення критерію	Нормативна характеристика, не більше	Відповідність
60	19/23	+20	0,0392	0,0402	0,03	0,1	+
	19/23	-5	0,0392	0,0408	0,04		+

Отже, умови (2-4) виконуються, тобто термін ефективної експлуатації виробів становить не менше ніж 50 років.

Узагальнені дані за результатами випробувань терміну ефективної експлуатації зразків будівельного теплоізоляційного матеріалу марки «ТЕХНОРУФ 45» наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Результати випробувань терміну ефективної експлуатації (до 50 умовних років) матеріалу

Матеріал	$\frac{r}{\lambda_0} k_z \leq 0,2$	$\frac{r}{\sigma_{10}} k_z \leq 0,15$	$k \leq 0,1$	Термін ефективної експлуатації
«ТЕХНОРУФ 45»	$0,102 \leq 0,2$	$0,014 \leq 0,15$	+	не менше ніж 50 років

11.5 Визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Визначення теплопровідності здійснювалося у зволоженому стані при температурі $+10 ^\circ\text{C}$. За результатами випробувань встановлюється $\lambda_{10}(w_A)$, $\lambda_{10}(w_B)$ та відповідні похибки вимірювань.

Для теплоізоляційного матеріалу «ТЕХНОРУФ 45» при сорбційній вологості:

$w_A = 0,5 \%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_A) = 0,0376 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $\varepsilon = 0,0001 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

$w_B = 1 \%$, встановлено – $\lambda_{10}(w_B) = 0,0395 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $\varepsilon = 0,0001 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.



Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій” (ДП НДІБК)
03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2
Відділ будівельної фізики та енергоефективності



20167
ДСТУ ISO/IEC 17025

Рівень документа

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Позначення

ПРВ-217-8645.22-114к.23

Стор. 13

Всього 13

Дата

21.09.2023

Тоді, за формулами (6), (7), з урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу (k_k) та якості будівельно-монтажних робіт (k_m) на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність у умовах експлуатації A та B .

$$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot k_k \cdot k_m + \varepsilon = 0,0376 \cdot 1,102 \cdot 1 + 0,0001 = 0,042 \text{ Вт/(м·К)};$$

$$\lambda_B = \lambda_{10}(w_B) \cdot k_k \cdot k_m + \varepsilon = 0,0395 \cdot 1,102 \cdot 1 + 0,0001 = 0,044 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації наведені в таблиці 6

Таблиця 6 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	A	B
«ТЕХНОРУФ 45»	0,042	0,044

12. Висновки.

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційних з мінеральної вати марки «ТЕХНОРУФ 45» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» становить не менше ніж 50 умовних років.

Старший науковий співробітник

Андрій ПОСТОЛЕНКО

Молодший науковий співробітник

Дмитро БІДА

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Повне або часткове передрукування протоколу без дозволу випробувальної лабораторії не допускається.
Протокол випробувань видано в 4 примірниках