

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНИСТИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ ЦИКЛІЧНИХ КЛІМАТИЧНИХ ВПЛИВІВ

Бондаренко В. В.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: У статті описані основні фактори, що впливають на зміну теплофізичних характеристик волокнистих теплоізоляційних матеріалів в конструкції, що піддається сезонним циклічним впливам.

АННОТАЦИЯ: В статье описаны основные факторы, влияющие на изменение теплофизических характеристик волокнистых теплоизоляционных материалов в конструкции, которые подвержены сезонным циклическим воздействиям.

ABSTRACT: This article describes the main factors influencing the change in thermal characteristics of fibrous insulation materials design, which are subject to seasonal cyclical influences.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Волокнисті теплоізоляційні матеріали, циклічні впливи, скляне штапельне волокно.

ВСТУП

Для теплоізоляційних матеріалів, що використовуються у будівництві, однією з найважливіших характеристик є коефіцієнт теплопровідності. Теплоізоляційні матеріали при їх експлуатації безпосередньо в конструкції будинку постійно піддаються сезонним температурним циклічним впливам. В процесі експлуатації будинку, будівельні матеріали огорожувальних конструкцій перебувають в деякому зволоженому стані, волога потрапляє всередину матеріалів з приміщення через процеси дифузії водяної пари, через процеси сорбції, капілярне або атмосферне зволоження [1], а також волога може потрапляти до матеріалу під час будівництва. Все вищесказане призводить до старіння теплоізоляційних матеріалів, в тому числі і виробів зі скляного штапельного волокна, що призводить до погіршення теплофізичних характеристик цих матеріалів, а особливо коефіцієнта теплопровідності. При чому цей вплив для різних виробників теплоізоляційних матеріалів та різних густин виробів може сильно відрізнятися. Тому, дані впливи потрібно враховувати при проектуванні теплоізоляційної оболонки будівлі.

Проектування теплоізоляційної оболонки будівель треба здійснювати з застосуванням теплоізоляційних матеріалів, термін ефективної експлуатації яких складає не менше ніж 25 років [2]. В проектній документації слід передбачати перевірку теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій після терміну експлуатації, що дорівнює ефективному (розрахунковому) терміну служби, з подальшою розробкою конструктивних заходів із забезпечення необхідних теплоізоляційних властивостей оболонки будинку, а також наводити дані про ефективний термін експлуатації теплоізоляційних матеріалів, що застосовуються.

Сучасні вимоги щодо енергетичної ефективності обумовлюють застосування теплоізоляційних матеріалів, в тому числі і на органічній основі. Такі матеріали схильні до кліматичної деструкції, а теплоізоляційна оболонка будівель проектується мінімум на 25 років. Тому в нормативних документах з'явилися вимоги до терміну ефективної експлуатації, і цей показник визначає теплову надійність огорожувальних конструкцій. Стандарт [2] ввів нормативну методику визначення цього показника, згідно з якою повинні бути випробувані всі матеріали, які використовуються для утеплення будівель.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

Теплофізичні властивості будівельних матеріалів та їх вплив на температурно-вологісний режим огорожувальних конструкцій багаторазово досліджувалися іще в роботах радянських вчених. Процеси тепло-і волого переносу в стаціонарних та нестаціонарних умовах досить глибоко вивчені в роботах А. У. Франчука [1], К.Ф. Фокіна [3-4], В.М Ільїнського. [5]. Автори наводять різні методики для аналітичного розрахунку теплопередачі і вологопередачі в огорожувальних конструкціях при стаціонарних та нестаціонарних умовах. К. Ф. Фокін на основі стаціонарного теплового режиму вперше запропонував методи визначення зони конденсації водяної пари в товщі огороження, а також розрахунки нестаціонарного вологісного режиму огорожі.

Ціль статі - у даній статті представлено результати експериментальних досліджень циклічних температурних впливів на теплофізичні характеристики теплоізоляції зі скляного штапельного волокна.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В лабораторії будівельної теплотехніки та енергозбереження ДП НДІБК було проведено ряд випробувань з визначення показника кліматичної деструкції виробів зі скляного штапельного волокна у розрахункових умовах.

На випробування в лабораторію були надані вироби зі скляного штапельного волокна двох виробників. Лінійка продукції виробників, що була надана на випробування, охоплювала практично весь діапазон можливих густин від 11 до 70 кг/м³.

Визначення показника кліматичної деструкції у розрахункових умовах проводилась за методикою [2].

Для визначення терміну ефективної експлуатації зразки, зволожені до вологості $[(w_B + 4) \pm 2] \%$ і запаєні в поліетиленові пакети, піддавалися циклічному температурному впливу: заморожування – відтавання – нагрівання.

$t_3 = -22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_3 = 3 \text{ год.}$; $t_B = +20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_B = 4 \text{ год.}$; $t_H = +60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_H = 6 \text{ год.}$,

де t_3 , t_B , t_H – температура заморожування, відтавання і нагрівання відповідно, τ_3 , τ_B , τ_H – тривалість часу заморожування, відтавання і нагрівання.

Після кожних 10 циклів проводився відбір зразків з подальшим визначенням їхньої теплопровідності в стандартних умовах та фіксування характеру зміни зовнішнього вигляду зразків.

За результатами випробувань будувався графік залежності теплопровідності від кількості циклів.

Чисельне значення показника ресурсу обчислюється за формулою:

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

де x^* - найбільше значення кількості циклів, що відповідає лінійній ділянці зміни експлуатаційної теплопровідності;

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

ε – довірча межа випадкової похибки результатів вимірювань для рівня забезпеченості 95 %.

Термін ефективної експлуатації для теплоізоляційних та конструктивно-теплоізоляційних матеріалів приймається рівним не менше 25 років, якщо після 60 циклів виконується умова:

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

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

λ_0 – теплопровідність в стандартних умовах в початковому стані, Вт/(м·К), при $T_c = +(30 \pm 2)^\circ\text{C}$.

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

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

Результати випробувань виробів зі скляного штапельного волокна двох різних виробників представлено на рис. 1, 2.

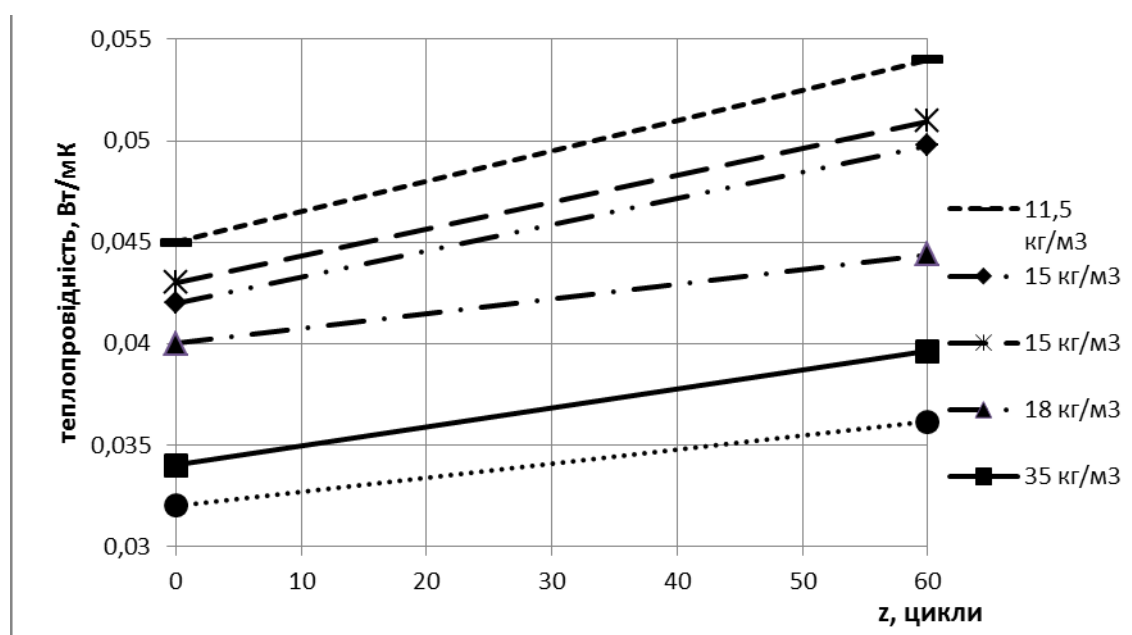


Рис. 1. Графік залежності теплопровідності від циклічних впливів продукції виробника №1

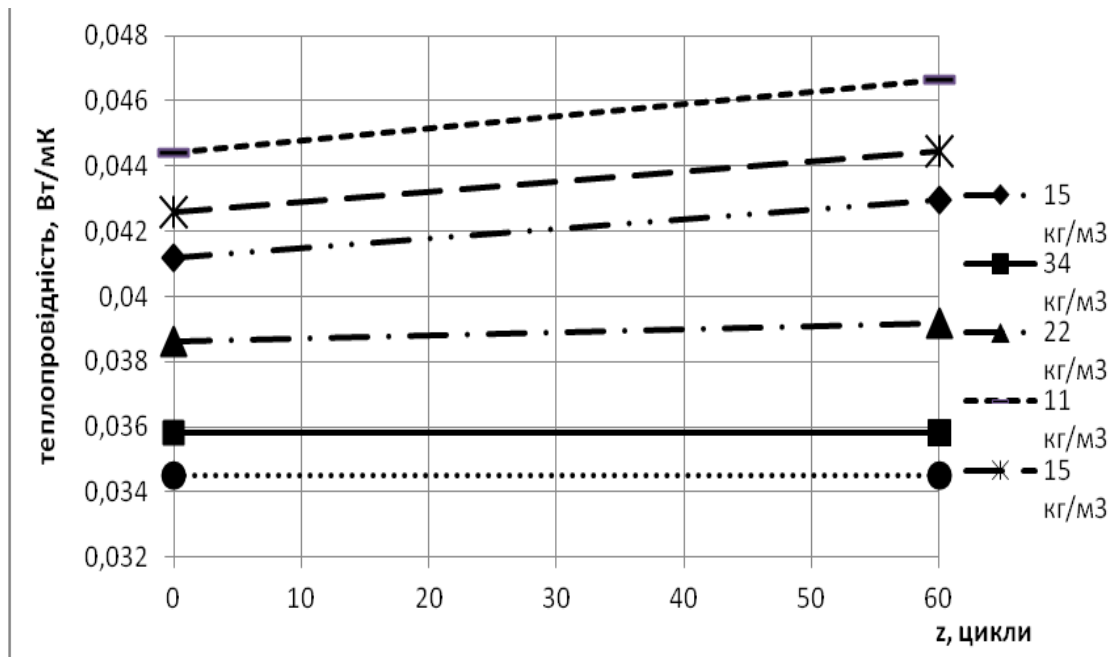


Рис. 2. Графік залежності теплопровідності від циклічних впливів продукції виробника №2

У табл. 1 представлено значення показника кліматичної деструкції для двох виробників.

Таблиця 1
Значення показника кліматичної деструкції виробників №1 та №2

Виробник	Густина, кг/м ³	Теплопровідність у початковому стані, Вт/(м·К)	Значення показника кліматичної деструкції
Виробник №1	11,5	0,045	1,2
	15	0,043	1,85
	18	0,04	1,11
	35	0,034	1,165
	70	0,032	1,13
Виробник №2	11	0,044	1,15
	15	0,043	1,13
	15	0,041	1,13
	20	0,039	1,05
	34	0,036	1
	80	0,0345	1

Деструкція або старіння матеріалів, таких як вироби зі скляного штапельного волокна, що застосовуються в будівництві в якості теплоізоляційних матеріалів, виникає і без впливу екстремальних кліматичних впливів. Після виробництва зразки даних матеріалів у будь-якому випадку зазнають впливу зовнішнього середовища, яке характеризується змінними показниками температури, вологості, інтенсивності світлового випромінювання, що і спричинює старіння матеріалу і як наслідок зміну теплофізичних властивостей.

ВИСНОВОК

Як показали випробування, для виробів на основі скляного штапельного волокна збільшення коефіцієнту теплопровідності після циклічних кліматичних впливів знаходиться в межах: 0...19%. Дані результати повинні враховуватися при визначенні розрахункових значень теплопровідності матеріалів в умовах експлуатації А та Б [6] для кожного конкретного виробника та кожної конкретної марки теплоізоляційних матеріалів згідно з методикою [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Франчук А.У. Вопросы теории и расчета влажности ограждающих частей здания / А.У. Франчук. – М.: Стройиздат, – 1957. – 187 с.
2. Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах: ДСТУ Б В.2.7-182:2009. – [Чинний з 01.12.2009]. – К.: Мінбуд України, 2009. – 18 с.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Фокин К.Ф.; под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. –256 с.
4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания / Фокин К.Ф. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
5. Ильинский В.М. Строительная теплофизика / Ильинский В.М. – М., 1974. – 320 с.
6. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).

REFERENCES

1. Franchuk A.U. Questions of the theory and calculation of humidity protecting parts of the building / A.U. Franchuk. - M: Stroiizdat, 1957. - 187 p.
2. Construction materials. Methods of determination of the term of effective use and thermal conductivity of building insulation materials in design and standard conditions: DSTU B V.2.7-182:2009. - [Valid from 01.12.2009]. - K.: Ministry of construction of Ukraine, 2009. - 18 p.
3. Fokin K.F. Building heat engineering protecting parts of buildings / Fokin K.F.; edited Y.A. Tabunschikova, V.G. Gagarin. - 5-e Izd., the revision. - M: AVOK-PRESS, 2006. -256 p.
4. Fokin K.F. Building heat engineering protecting parts of the building / Fokin K.F. - 4-th Izd., Rev. and extra - M: Stroyizdat, 1973. - 287 p.
5. Ilyinsky V.M. Building Thermophysics / Ilyinsky V.M., 1974. - 320 p.
6. Construction of houses and constructions. Thermal insulation of buildings: DBC B.2.6-31:2006. - [Valid from 01.04.2007]. - K.: The Ministry of construction of Ukraine, 2006. - 64 p. - (the State construction regulations of Ukraine).

Стаття надійшла до редакції 02.04.2014 р.