

ВПЛИВ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ОТОЧУЮЧОГО ПОВІТРЯ НА ТЕРМІЧНИЙ ОПІР БАГАТОШАРОВОЇ СТІНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Числовими методами досліджено вплив відносної вологості оточуючого середовища на теплопровідність будівельних пористих матеріалів та загальний термічний опір пористої огорожувальної конструкції

Ключові слова: термічний опір, теплопровідність, пористий матеріал, теплова ізоляція.

Abstract

Numerical methods were used to investigate the effect of relative humidity of the surrounding environment on the thermal conductivity of porous building materials and the overall thermal resistance of a porous enclosing structure.

Keywords: thermal resistance, thermal conductivity, porous material, thermal insulation.

Вступ

Більшість матеріалів, які в будівництві використовуються для огорожувальних та теплоізолюючих конструкцій належать до пористих матеріалів, котрі або складаються з твердої фази (скелета), в порах якої міститься газова фаза (наприклад цегла або газобетон), або на розвиненій поверхні твердої фази за рахунок адсорбційних сил закріплені молекули газової, найчастіше повітря (наприклад мінеральна вата). Кількість теплоти яка втрачається будівлею в опалювальний період або надходить в неї в теплу пору року визначається саме теплофізичними властивостями огорожувальних конструкцій. В свою чергу це визначає навантаження на системи вентиляції та кондиціонування повітря, потужність і вартість опалювальних пристроїв, визначає сталість температурних режимів в приміщеннях. Вибір огорожувальних конструкцій з оптимальними теплофізичними характеристиками дозволяє виключити утворення конденсату на внутрішньому боці будівлі, а також установити тепловолігисний режим, що сприятливо вплине на теплозахисні властивості огорожень. Разом з тим, теплопровідність будь яких пористих матеріалів визначається вологістю оточуючого середовища [1].

Мета роботи: числовими методами дослідити вплив вологості оточуючого середовища на теплофізичні характеристики пористих будівельних матеріалів

Основна частина

Відомо [2], що загальний термічний опір теплопередачі багатошарової огорожувальної конструкції R_0 з врахуванням термічних опорів тепловіддачі внутрішньої поверхні $\frac{1}{\alpha_b}$ і опору теплосприйняття

зовнішньої $\frac{1}{\alpha_3}$ визначається так

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1)$$

де α_b і α_3 відповідно, коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього і зовнішнього боків багатошарової стіни, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

δ_i – товщина i -го шару, м;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності i -го шару, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

n – кількість шарів.

Залежність коефіцієнта теплопровідності вологих будівельних матеріалів від вологості λ_w визначається виразом

$$\lambda_w = \lambda \cdot \left(1 + \frac{W \cdot \eta}{100}\right), \quad (2)$$

де λ – теплопровідність сухого матеріалу;

W – вологість матеріалу (вологовміст), %;

η – коефіцієнт приросту теплопровідності на 1% вологості (коефіцієнт теплотехнічної якості).

Значення коефіцієнта η визначається експериментальним шляхом індивідуально для кожного матеріалу, однак в ДСТУ на будівельні матеріали немає стандартної методики для визначення залежності коефіцієнта теплопровідності від міри зволоження матеріалу.

Літературні дані дають такі залежності [3]:

– для мінеральної вати

$$\lambda_w = \lambda \cdot (1 + 0,04 \cdot W); \quad (3)$$

– для силікатної цегли щільністю 1700 кг/м³ за плюсових температур

$$\lambda_w = \lambda \cdot (1 + 0,03W). \quad (4)$$

Вологість матеріалу W змінюється з часом в залежності від зміни параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря, а також сорбційних властивостей матеріальних шарів конструкції. Для кожного будівельного матеріалу є "своя" залежність його вологості від відносної вологості повітря за постійної температури – ізотерма сорбції, яка визначається експериментально за стандартною методикою ДСТУ Б В.2.7-165:2008.

Для прикладу числового розрахунку візьмемо двошарову стіну, виконану із силікатної цегли товщиною 250 мм, зовні на яку покладено зовні 25 мм шар мінеральної вати, закритий металевим сайдингом без повітряних прошарків (див. рис. 1).

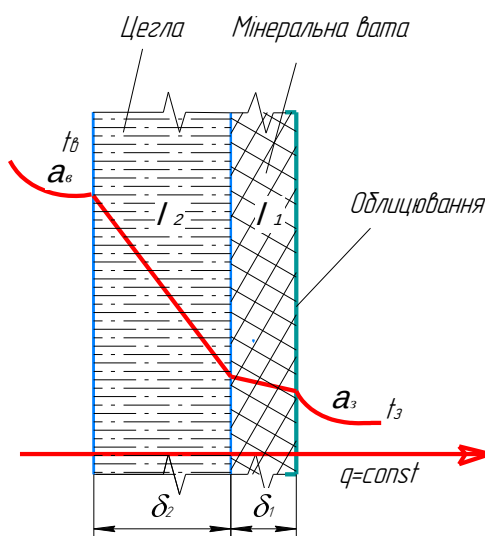


Рисунок 1 – Фрагмент стіни

Коефіцієнти тепловіддачі з обох боків стінової конструкції приймемо константами для всього діапазону відносної вологості оточуючого повітря [2, Додаток Б], тому опори тепловіддачі з обох боків стіни з утепленням на зміну повного термічного опору теплопередачі впливати не будуть. Зміна повного термічного опору буде дорівнювати зміні термічного опору теплопровідності двошарової стінки (термічний опір металевому сайдингу, оскільки він досить малий і від вологості не залежить, до уваги не беремо).

Термічний опір теплопровідності стіни

$$R_t = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \quad (5)$$

де δ_1, δ_2 – товщина шарів стіни, м;

λ_1, λ_2 – коефіцієнти теплопровідності матеріалу шарів, з врахуванням їх зміни від впливу вологості матеріалу.

Залежність термічного опору стіни від впливу відносної вологості повітря показана на рис. 2. З графіка видно, що термічний опір стіни зменшується зі збільшенням вологості повітря.

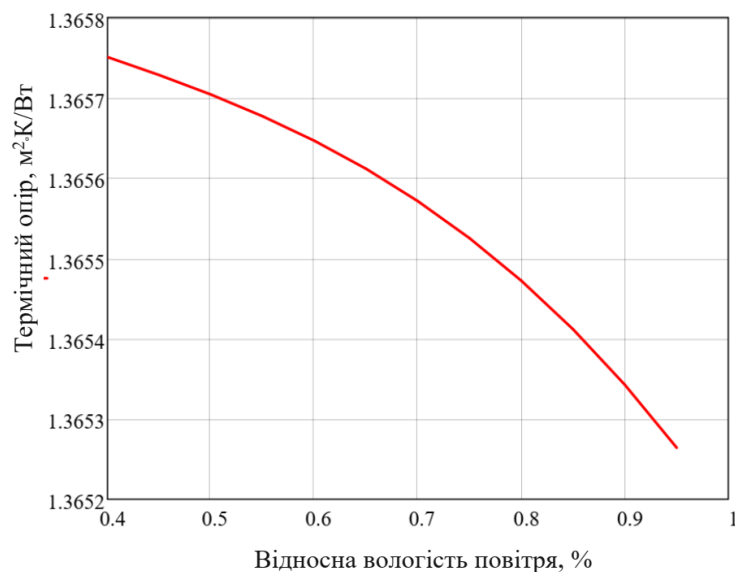


Рисунок 2 – Вплив відносної вологості повітря на термічний опір двошарової стіни

Висновки

1. Розроблено математичну модель, яка за допомогою числового розрахунку дозволяє моделювати процеси перенесення теплоти та вологи, що протікають у матеріальних шарах багатошарових конструкцій, під час експлуатації в нестационарному режимі, з врахуванням їх індивідуальних властивостей та особливостей клімату району будівництва.

2. За запропонованою методикою здійснено розрахунок ефективності теплового захисту багатошарових огорожувальних конструкцій будівель. В результаті розрахунку встановлено, що термічний опір такої конструкції зменшується зі збільшенням відносної вологості повітря, а отже і сорбційного вологовмісту матеріалів, хоча це зменшення і незначне.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. Співак О.Ю. Сушильні процеси та установки : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2008. 98 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2007-04-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 65 с.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : ДП УкрНДЦ, 2023, 63 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-165:2008 Будівельні матеріали. Методи визначення гігроскопічної сорбції будівельних матеріалів та виробів. Київ. Мінрегіонбуд України., 2009. 78 с

Співак Олександр Юрійович – к-т. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: spivak000@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1988-1886

П'ятак Артур Станіславович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: artur.piatak@gmail.com.

Таранюк Констянтин Юрійович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: taranyukky@gmail.com.

Oleksandr Spivak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spivak000@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1988-1886

Artur Piatak – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artur.piatak@gmail.com.

Konstantin Taranyuk – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: taranyukky@gmail.com.