УДК 692.237

О. Ю. Горюн
Г. С. Ратушняк

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ THERMUS PLUS ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ПОЯВИ ПЛІСНЯВИ У ВУЗЛАХ ПРИМИКАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто програмне забезпечення для дослідження ризику появи плісняви у вузлах примикання. Проаналізовано принцип роботи та переваги, які воно надає.

Ключові слова: енергоефективність, вузли примикання, волога, температура, пліснява, вентиляція, , термомодернізація, програмний комплекс, програма, моделювання.

Abstract

Software tools for assessing the risk of mould growth at building junctions are considered. Their operating principles and key advantages are analyzed.

Keywords: energy efficiency, building junctions, moisture, temperature, mould, ventilation, thermal modernization, software package, software, modelling.

Вступ

Утворення плісняви в місцях примикання огороджувальних конструкцій є досить актуальною проблемою в Україні. Під час блекаутів , багато будівель залишались без опалення на довгий період, що спричинило появу плісняви [1]. Тому, в сучасних умовах, при термомодернізації, доцільно розглядати ризики утворення плісняви не лише для нормативних умов, але й враховувати можливість зменшення температури та підвищення вологи внутрішнього повітря.

Програмний комплекс THERMUS PLUS [2] виконує чисельний розрахунок енергії, що передається через будівельні конструкції з урахуванням впливу теплових містків, а також оцінку ризику появи плісняви, що дозволяє комплексно дослідити вузол примикання будівлі.

Метою роботи є аналіз роботи програмного забезпечення THERMUS PLUS для оцінки ризиків появи плісняви у вузлах примикання.

Результати дослідження

У програмному комплексі оцінювання ризику утворення плісняви здійснюється шляхом чисельного моделювання теплопередачі методом скінченних елементів. Застосування цього методу дає змогу визначити температурний розподіл у кожному елементі конструкції, величину загального теплового потоку, температури внутрішніх поверхонь і окремих шарів матеріалів, а також основні теплотехнічні характеристики вузла: коефіцієнти теплопередачі конструктивних елементів, коефіцієнт теплового зв’язку та лінійний коефіцієнт теплопередачі «містка холоду». Для оцінювання ризику появи плісняви визначають мінімальну температуру внутрішньої поверхні, критичну температуру, критичний температурний фактор та аналізують умови за кожен місяць року [3].

Для виконання розрахунку необхідно задати вихідні параметри, що характеризують геометричну та матеріальну структуру конструктивного вузла. Зокрема, форму й розміри вузла примикання, послідовність і товщину шарів конструкції, а також коефіцієнти теплопровідності кожного використаного матеріалу. Крім того, наводяться кліматичні характеристики зовнішнього середовища, зокрема температура та відносна вологість зовнішнього повітря в помісячному розрізі, а також розрахункові значення температури й відносної вологи внутрішнього повітря. На основі отриманих результатів проводиться комплексна оцінка конструктивного вузла щодо можливості виникнення умов для розвитку плісняви (рис.1).

Mould growth risk assessment

This final table shows the critical moisture levels on a monthly basis, the critical temperature factor and the critical temperature, in accordance with ***EN ISO 13788***.

Critical tempertaure factor	$f_{RSi,max}$	[-]	0.76
Mould formation temperature	T_{min}	[°C]	14.09

The assessment shows:
- critical month: **January**
- minimum temperature on the inner face: **11.01°C**

The thermal bridge is subject to the risk of mould formation.

	external conditions		*internal conditions*						
	T_e	φ_e	T_i	φ_i	$p_{sat}(\theta_i)$	p_i	$p_{sat}(\theta_{si})$	$T_{si,min}$	f_{RSi}
Jan	-5.1	85%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.76
Feb	-3.8	83%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.75
Mar	0.5	79%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.7
Apr	8.1	70%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.5
May	14.2	66%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	-0.02
Jun	17.2	71%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	-1.11
Jul	18.7	73%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	-3.55
Aug	18.0	72%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	-1.96
Set	13.3	76%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.12
Oct	7.6	80%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.52
Nov	1.8	86%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.68
Dec	-2.9	87%	20.0	55%	2337	1285	1607	14.09	0.74

Рисунок 1 – Результати моделювання вузла примикання щодо ризику утворення плісняви

За результатами чисельного моделювання визначають лінійний коефіцієнт теплопередачі теплового містка, коефіцієнт теплового зв'язку, критичний температурний фактор і критичну температуру внутрішньої поверхні. Також встановлюють найбільш несприятливий місяць року з погляду виникнення умов для розвитку плісняви та мінімальну температуру внутрішньої поверхні конструкції. На підставі сукупності розрахункових показників формулюється висновок щодо наявності або відсутності ризику утворення плісняви в досліджуваному конструктивному вузлі.

Висновки

Використання спеціалізованого програмного забезпечення дає змогу аналізувати та зіставляти різні варіанти конструктивних рішень при різних умовах мікроклімату. Комп'ютерне моделювання дозволяє суттєво скоротити час в порівнянні з проведенням натурних експериментів, а також мінімізувати ймовірність виникнення помилок на етапі проєктування конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк, Г. С., Горюн, О. Ю. Моделювання теплопередачі в вузлі примикання віконного блока до зовнішньої стіни. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2021. № 3, с. 114–118.
2. Програмне забезпечення THERMUS PLUS. URL: https://www.accasoftware.com/en/dynamic-energy-analysis-and-simulation-software (дата звернення: 06.11.2026).
3. Louis Gosselin. Impact of Moisture Intrusion on Mold Growth in Arctic Building Junction. Conference: 14th Conference of IBPSA-Canada. June 2026. DOI:10.26868/31114504.2026.83

Горюн Оксана Юріївна — аспірантка, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oksana2718@ukr.net.

Науковий керівник: ***Ратушняк Георгій Сергійович*** — канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем в будівництві, , професор. Вінницький національний технічний університет, м. Вінииця, e-mail: ratusnakg@gmail.com

Oksana Yuriivna Horiun — PhD student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oksana2718@ukr.net.

Supervisor: ***Ratushnyak Heorhiy Serhiyovych*** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Professor. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ratusnakg@gmail.com