



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ
ТА ПОЛЬСЬКОЮ
МОВАМИ**

МАТЕРІАЛИ

*Міжнародної науково-
практичної конференції*

**ПОЖЕЖНА
ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА
ТЕОРІЯ, ПРАКТИКА,
ІННОВАЦІЇ**

Львів – 2016

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

д-р техн. наук **Рак Т.Є.** – головний редактор
канд. техн. наук **Лин А.С.** – заступник головного редактора

dr. J. Telak

dr. O. Galarowicz

д-р техн. наук **Гащук П.М.**

д-р техн. наук **Гудим В.І.**

д-р техн. наук **Гуліда Е.М.**

д-р техн. наук **Ковалишин В.В.**

д-р психол. наук **Кривопишина О.А.**

д-р с.-г. наук **Кузик А.Д.**

д-р хім. наук **Михалічко Б.М.**

д-р техн. наук **Семерак М.М.**

канд. техн. наук **Башинський О.І.**

канд. техн. наук **Кравець І.П.**

канд. техн. наук **Луц В.І.**

канд. техн. наук **Маладика І.Г.**

канд. техн. наук **Пархоменко Р.В.**

канд. екон. наук **Повстин О.В.**

канд. техн. наук **Ренкас А.Г.**

канд. техн. наук **Удянський М.М.**

УДК 614.841.12:539.377

*О.Ю. Пазен, канд. техн. наук**(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ У БАГАТОШАРОВИХ ПЛОСКИХ КОНСТРУКЦІЯХ З НАНЕСЕНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ, ЩО ВСПУЧУЄТЬСЯ

Постановка проблеми. Моделювання процесу поширення нестационарного температурного поля по товщині багатошарових плоских конструкцій, у пожежній справі, часто використовують для встановлення межі вогнестійкості (за граничним станом втрати теплоізолювальної здатності) будівельних конструкцій. У будівельній галузі (особливо у машинних залах АЕС) для забезпечення відповідної межі вогнестійкості досить часто використовують вогнезахисні покриття, що вспучуються. Оскільки натурні випробування займають багато часу та фінансових витрат, автор вважає, що сьогоденні аналітичні розрахунки межі вогнестійкості більш практичні.

Для досягнення даного результату необхідно вирішувати послідовність задач про розподіл нестационарного температурного поля у багатошарових плоских конструкціях зі зміною геометричних розмірів та теплофізичних характеристик шару вогнезахисного покриття. Такий підхід фактично являє собою модифікований та автоматизований метод власних функцій та метод Фур'є [1].

Виклад основного матеріалу. У даній роботі запропоновано методику встановлення межі вогнестійкості (за граничним станом втрати теплоізолювальної здатності) багатошарових будівельних конструкцій з урахуванням вспучування шару вогнезахисного покриття.

Алгоритм методики такий (рис. 1.):

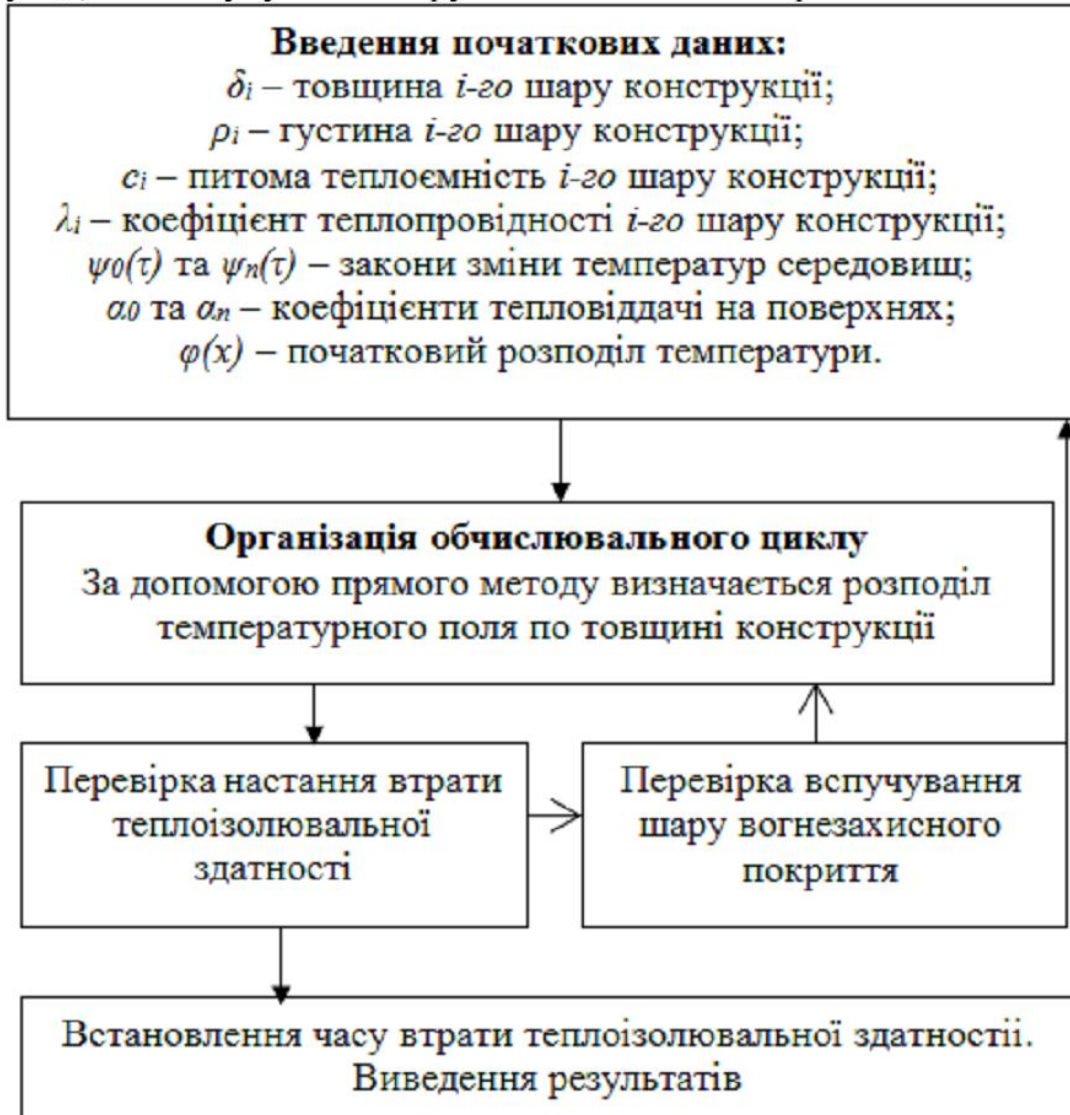
1. Першим етапом є введення початкових даних.
2. Наступним кроком є розрахунок поширення нестационарного температурного поля по товщині багатошарової плоскої конструкції за допомогою ЕОМ, який подано у вигляді формули [2]

$$t(x, \tau) = \frac{\alpha_0 \alpha_n}{\Delta} \left(\psi_0(\tau) \sigma_n + \frac{\psi_n(\tau)}{\alpha_0} + \frac{\psi_0(\tau)}{\alpha_n} + (\psi_n(\tau) - \psi_0(\tau)) \left(\frac{x - x_i}{\lambda_i} + \sigma_i \right) \right) + \sum_{k=1}^{\infty} \left[f_k \cdot e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k(\tau-s)} u_k(s) ds \right] \cdot X_k(x, \omega_k). \quad (1)$$

3. З заданим інтервалом часу, оператор перевіряє два основних показника розподілу нестационарного температурного поля по товщині багатошарової конструкції, а саме:

- втрату теплоізолювальної здатності конструкції;
- можливість вспучування шару вогнезахисного покриття.

Така процедура повторюється до втрати теплоізолювальної здатності конструкції, або вспучування шару вогнезахисного покриття.



(дію «Так» позначено \rightarrow ; дію «Ні» позначено \rightarrow)

Рисунок 1 – Алгоритм обчислення втрати теплоізолювальної здатності з урахуванням руйнування довільного шару

4.1 Якщо конструкція не втратила своєї теплоізолювальної здатності, а вплив температури призвів до вспучення шару вогнезахисного покриття конструкції, розрахунки припиняються, та фіксується час τ_0 . Далі проводиться постановка нової задачі розрахунку розподілу нестационарного температурного поля багатшарової конструкції з урахуванням геометричних розмірів та теплофізичних характеристик вспученого шару вогнезахисного покриття. Вводяться нові початкові дані. Знову проводять розрахунок і

оператор перевіряє показник втрати теплоізолювальної здатності конструкції. Коли ж вплив температури призвів до втрати теплоізолювальної здатності конструкції, то розрахунок припиняється та фіксується час τ_1 . Загальним часом втрати теплоізолювальної здатності є сума всіх фіксованих значень часу, тобто $\tau = \tau_0 + \tau_1$.

4.2. Якщо ж відбувається втрата теплоізолювальної здатності багатшарової конструкції без вспучення вогнезахисного покриття, розрахунок припиняється.

5. Результати розрахунку виводяться у вигляді явних формул розподілу нестационарного температурного поля для кожного з шарів конструкції. За допомогою даних формул результат можна вивести у вигляді табличних даних, графічних залежностей (об'ємних графіків, анімацій, тощо) зміни температури по товщині конструкції в залежності від часу.

Висновок. Реалізація даної схеми заснована на застосуванні прямого методу розв'язку крайових задач теорій теплопровідності для багатшарових плоских конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тацій Р. М. Загальна третя крайова задача для рівняння теплопровідності з кусково-сталими коефіцієнтами та внутрішніми джерелами тепла / Р. М. Тацій, Т. І. Ушак, О. Ю. Пазен // Пожежна безпека: Зб. наук. пр. – Львів : ЛДУ БЖД, 2015. – № 27. – С. 120-126.
2. Семерак М. М. Теплоизолирующая способность многослойных строительных конструкций с учётом разрушения произвольного слоя / М. М. Семерак, Р. М. Тацій, О. Ю. Пазен // Вестник Кокшетауского технического института Министерства по чрезвычайным ситуациям республики Казахстан : Сб. науч. тр. – Кокшетау : КТИ КЧС МВД РК, 2015. – № 4 (20). – С. 8–17.