



МАТЕРІАЛИ
XI Міжнародної науково-практичної конференції
„ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА - 2013”

XI Міжнародної науково-практичної конференції
„Пожежна безпека та аварійно-рятувальна справа:
стан, проблеми і перспективи”
25-26 вересня 2013 року
Київ, Україна

XI Международная научно-практическая конференция
„Пожарная безопасность и аварийно-спасательное дело:
состояние, проблемы и перспективы”
25-26 сентября 2013 года
Киев, Украина

від часу евакуації з кожної зони з однотипною забудовою. При співставленні часових зон по евакуації людей з часовими зонами поширення забрудненого повітря (яке залежить від конкретних параметрів аварії) стає можливим правильний вибір способу захисту населення, вибір доцільності та способу евакуації.

Крім того необхідно внести до текстів повідомлень, що доводиться до населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах, інформації яка б давала уявлення для населення про терміни надходження зараженого повітря до того або іншого району. Це дасть змогу кожному зорієнтуватися у ситуації що виникла, спланувати свої дії до моменту приходу забрудненого повітря і забезпечити необхідні міри захисту у разі неможливості вчасної евакуації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Спільний наказ МНС України, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології і природних ресурсів від 27.03.2001 № 73/82/64/122 «Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті».

2. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартів безпеки труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

S-1-t-65

УДК 517.912

НЕСТАНДАРТНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ У БАГАТОШАРОВИХ СТРУКТУРАХ ЗА НАЯВНОСТІ ВНУТРІШНІХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА

Тацій Р.М., д.ф-м.н., Пазен О.Ю.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна,

В даному повідомленні розв'язана задача про визначення розподілу одновимірного стаціонарного температурного поля в багат шаровій нескінченній плиті з кусково-сталими коефіцієнтом теплопровідності при наявності внутрішніх розподілених джерел тепла при нетрадиційних крайових умовах. Розв'язок задачі конструктивний і виражається виключно через її вихідні дані.

Постановка задачі та її математична модель.

В класичному випадку [1] задача про розподіл температурного поля в багат шаровій плиті, область якої обмежена площинами $x = x_0 = 0$ і $x = x_n = l$ та поділена на n шарів різної товщини, зводиться до розв'язування на відрізку $[0, l]$ диференціального рівняння

$$(\lambda t')' = -f \quad (1)$$

при певних крайових умовах. Тут $t(x)$ - температура, $\lambda(x)$ - коефіцієнт теплопровідності, $f(x)$ - функція розподілу внутрішніх джерел тепла, а точки $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}, x_n$ - сліди перетину відповідних площин з віссю ox . Припускається, що кожен шар наділений своїм коефіцієнтом теплопровідності. У кожному шарі закладається наявність внутрішніх розподілених джерел тепла.

Надалі використовуватимемо наступні позначення: θ_k - характеристична функція

напіввідкритого проміжку $[x_k, x_{k+1})$, тобто $\theta_k = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \in [x_k, x_{k+1}) \\ 0, & \text{якщо } x \notin [x_k, x_{k+1}) \end{cases}$; $\lambda_k > 0$ - коефіцієнт теплопровідності на проміжку $[x_k, x_{k+1})$; $\delta_k(x - x_k)$ - δ - функція Дірака з носієм в точці $x = x_k$; r_k - дійсні числа.

Покладемо $\lambda(x) \stackrel{df}{=} \sum_{k=0}^{n-1} \lambda_k \theta_k$, $f(x) \stackrel{df}{=} - \sum_{k=0}^{n-1} r_k \theta_k$, причому функції $\lambda_k(x)$ на відповідних проміжках вважатимемо неперервними.

Тоді рівняння (1) набуде вигляду:

$$\left(\sum_{k=0}^{n-1} \lambda_k(x) \theta_k \cdot t' \right)' = - \sum_{k=0}^{n-1} r_k \theta_k \quad (2)$$

Позначимо ще $y^{[1]} \stackrel{df}{=} \lambda y'$ - квазіпохідна (тепловий потік).

До рівняння (2) слід додати систему двох лінійно-незалежних крайових умов, що в загальному випадку є нелокальними [2]:

$$\begin{cases} p_{11} \cdot t(x_0) + p_{12} \cdot t^{[1]}(x_0) + q_{11} \cdot t(x_n) + q_{12} \cdot t^{[1]}(x_n) = \gamma_1 \\ p_{21} \cdot t(x_0) + p_{22} \cdot t^{[1]}(x_0) + q_{21} \cdot t(x_n) + q_{22} \cdot t^{[1]}(x_n) = \gamma_2 \end{cases} \quad (3)$$

Тут p_{ij}, q_{ij}, γ_k - відомі дійсні числа, $t(x_0), t^{[1]}(x_0), t(x_n), t^{[1]}(x_n)$ - значення температури та теплового потоку в точках $x = x_0$ і $x = x_n$ відповідно.

Крайова задача (2), (3) є математичною моделлю розподілу температурного поля в нескінченній плиті при найбільш загальних крайових умовах та припущеннях відносно характеру внутрішніх джерел тепла.

$$\text{Введемо вектори } \bar{T} = (t, t^{[1]})^T, \bar{R}_k = (0, -r_k)^T \text{ та матрицю } A_k = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & \lambda_k \end{pmatrix}.$$

Тоді квазідиференціальне рівняння (2) зводиться до еквівалентної йому системи диференціальних рівнянь першого порядку [3]:

$$\bar{T}' = \sum_{k=0}^{n-1} A_k \theta_k \cdot \bar{T} - \sum_{k=0}^{n-1} R_k \theta_k, \quad (4)$$

причому крайові умови (3) зображуються в матричному вигляді

$$P \cdot \bar{T}(x_0) + Q \cdot \bar{T}(x_n) = \bar{\Gamma}, \quad (5)$$

де позначено $P = (p_{ij})$, $Q = (q_{ij})$, $i, j = 1, 2$; $\bar{\Gamma} = (\gamma_1, \gamma_2)^T$

Розв'язок крайової задачі (4), (5) на довільному проміжку $[x_k, x_{k+1})$ є першою координатою двовимірного вектора [3].

$$\bar{T}_k(x) = B_k(x, x_k) \cdot B(x_k, x_0) \cdot \bar{T}^0 + B_k(x, x_k) \cdot \sum_{i=0}^k B(x_k, x_i) \cdot Z_i + \int_{x_k}^x B_k(x, s) \bar{R}_k(s) ds, \quad j = 0, 1, \dots, m-1 \quad (6)$$

де,

$$B_k(x, x_k) = \begin{pmatrix} 1 & \lambda_k^{-1}(x - x_k) \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

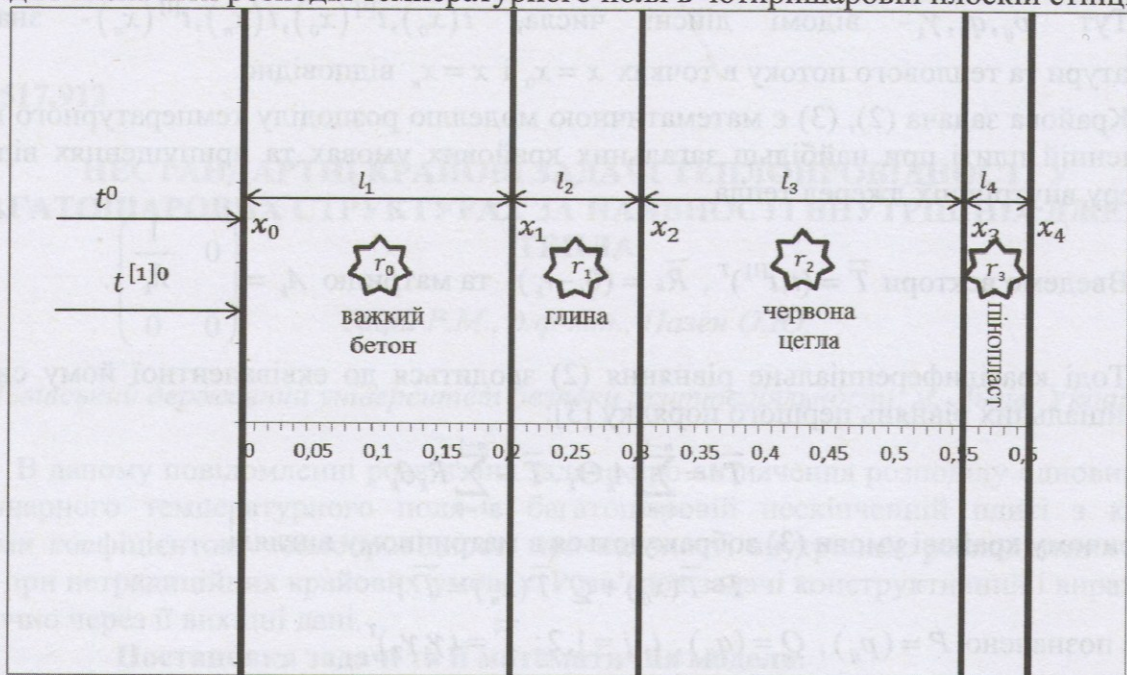
$$B(x_k, x_i) \stackrel{df}{=} B_{k-1}(x_k, x_{k-1}) \cdot B_{k-2}(x_{k-1}, x_{k-2}), \dots, B_i(x_{i+1}, x_i) = \prod_{j=i}^{k-1} B(x_{j+1}, x_j), \quad - \text{відповідні}$$

матриці Коші [2],

$$\bar{T}^0 - \text{початковий вектор } Z_i = \begin{pmatrix} \int_{x_{i-1}}^{x_i} b_{i-1}(x, s) \cdot r_{i-1}(s) ds \\ \int_{x_{i-1}}^{x_i} r_{i-1}(s) ds \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{r_{i-1}}{2\lambda_{i-1}}(x_i - x_{i-1})^2 \\ r_{i-1}(x_i - x_{i-1}) \end{pmatrix} [3].$$

Приклад

Чотиришарова плоска стінка складається з важкого бетону на гранітному наповнювачі, глини, червоної цегли і пінопласту товщини яких відповідно дорівнюють: $l_1 = 20\text{см}$, $l_2 = 10\text{см}$, $l_3 = 25\text{см}$, $l_4 = 5\text{см}$ (рис.1). Значення початкового вектора виміряне: температура $t_0 = 800^\circ\text{C}$, густина теплового потоку $t_0^{[1]} = -380,36$. Коефіцієнти теплопровідності важкого бетону $\lambda_0 = 1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, глини - $\lambda_1 = 1,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, червоної цегли $\lambda_2 = 0,455 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ і пінопласту - $\lambda_3 = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. У шарах стінки виникають внутрішні розподілені (r_k) джерела тепла $r_0 = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_1 = -500 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_2 = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_3 = 450 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$. Необхідно визначити розподіл температурного поля в чотиришаровій плоскій стінці.



(рис. 1)

Розв'язування

Знайдемо розв'язок задачі, коли на зовнішній поверхні стінки ($x = x_0$) задана температура ($t = t_0$), та ($t_0^{[1]} = -380,36$) - густина теплового потоку.

Введемо вектор $\bar{T}_0(x_0) = \begin{pmatrix} t_0 \\ t_0^{[1]} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 800 \\ -380,36 \end{pmatrix}$

Знайдемо розподіл температурного поля на проміжку $(x_0, x_1]$.

$$T_0(x_1) = \begin{pmatrix} 1 & x_1 - x_0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_0 \\ t_0^{[1]} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} r_0 \cdot (x_1 - x_0)^2 \\ 2 \cdot \lambda_0 \\ r_1 \cdot (x_2 - x_1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0,2 - 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 800 \\ -380,36 \end{pmatrix} +$$

$$+ \begin{pmatrix} \frac{100 \cdot (0,2 - 0)^2}{2 \cdot 1,2} \\ -360,36 \frac{Bm}{m^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 738,27^\circ C \\ -360,36 \frac{Bm}{m^2} \end{pmatrix}, T_0(x) = \begin{pmatrix} -41,67x^2 - 316,97x + 800 \\ -100x - 380,36 \end{pmatrix}$$

Знайдемо розподіл температурного поля на проміжку $(x_1, x_2]$.

$$T_1(x_2) = \begin{pmatrix} 1 & x_2 - x_1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_1 \\ t_1^{[1]} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} r_1 \cdot (x_2 - x_1)^2 \\ 2 \cdot \lambda_1 \\ r_1 \cdot (x_2 - x_1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0,3 - 0,2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 738,27 \\ -360,36 \end{pmatrix} +$$

$$+ \begin{pmatrix} \frac{-500 \cdot (0,3 - 0,2)^2}{2 \cdot 1,4} \\ -410,36 \frac{Bm}{m^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 710,75^\circ C \\ -410,36 \frac{Bm}{m^2} \end{pmatrix}, T_1(x) = \begin{pmatrix} 178,57x^2 - 185,97x + 782,61 \\ -500x - 260,36 \end{pmatrix}$$

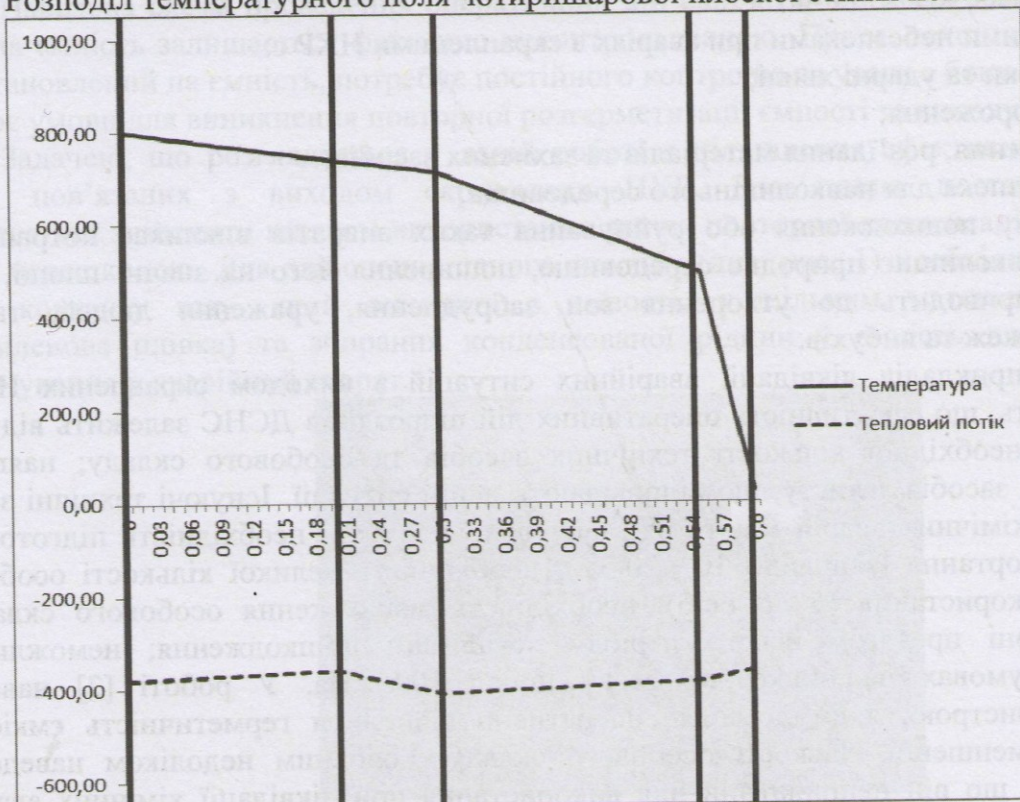
Аналогічно знаходимо розв'язок на проміжку $(x_2, x_3]$.

$$\bar{T}_2(x_3) = \begin{pmatrix} 492,14 \\ -385,36 \end{pmatrix}, \bar{T}_2(x) = \begin{pmatrix} 109,89x^2 - 967,82x + 991,2 \\ 100x - 440,36 \end{pmatrix}$$

Розв'язок на проміжку $(x_3, x_4]$.

$$\bar{T}_3(x_4) = \begin{pmatrix} 24,51 \\ -362,86 \end{pmatrix}, \bar{T}_3(x) = \begin{pmatrix} 5625x^2 - 15821,5x + 7492,41 \\ 450x - 632,86 \end{pmatrix}$$

Розподіл температурного поля чотиришарової плоскої стінки показано на рис.2.



(рис.2)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел В.П. Теплопередача. Учебник для вузов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1975.
2. Тацій Р.М., Стасюк М.Ф., Мазуренко В.В., Власій О.О. Узагальнені квазідиференціальні рівняння – Дрогобич: Коло, 2011. – 301 с.
3. Р.М. Тацій, М.І. Кусій, О.Ю. Пазен Визначення теплообміну в багатошаровій нескінченній плиті з дискретно-неперервним розподілом джерел тепла – Збірник наукових праць ЛДУ БЖД Пожежна безпека, №20, 2012, с.20-26.

S-1-t-66

УДК 614.84

ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБУ ПОВТОРНОЇ КОНДЕНСАЦІЇ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙ З НХР, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ У СКРАПЛЕНОМУ СТАНІ

Тригуб В.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

На сьогоднішній день перевезення газоподібних небезпечних хімічних речовин (НХР) здійснюється головним чином у скрапленому стані. До найбільш поширених речовин, які перевозяться територією України можна віднести аміак (NH_3), хлор (Cl_2) та діоксид сірки (SO_2) [1]. Конденсація даних газів відбувається за рахунок підвищення тиску. Отже, ємкісні апарати з цими НХР перебувають під постійним надлишковим тиском. Температура при виході таких речовин може становити для NH_3 , Cl_2 та SO_2 відповідно: -68°C , -69°C та -45°C .

Найбільшими небезпеками при аваріях з скрапленими НХР є:

- бризки та ударні хвилі;
- обмороження;
- отруєння, роз'їдання матеріалів та захисних засобів;
- небезпека для навколишнього середовища.

При цьому пошкодження або руйнування таких апаратів викликає потрапляння речовини у навколишнє природне середовище, поширення його на значні площі, що у свою чергу приводить до утворення зон забруднення, ураження людей, тварин, виникнення пожеж та вибухів.

Аналіз прикладів ліквідації аварійних ситуацій з виходом скраплених НХР в Україні свідчить, що ефективність оперативних дій підрозділів ДСНС залежить від: часу зосередження необхідної кількості технічних засобів та особового складу; наявності індивідуальних засобів захисту, що відповідають даній ситуації. Існуючі технічні засоби для ліквідації хімічних аварій мають ряд суттєвих недоліків: необхідність підготовчого етапу для розгортання (звичайно $10 \div 20$ хв); необхідність великої кількості особового складу для використання ($5 \div 6$ осіб); необхідність знаходження особового складу у небезпечній зоні протягом всього періоду локалізації пошкодження; неможливість працювати в умовах надлишкового тиску понад 100 кПа. У роботі [2] наведена конструкція пристрою, який дозволяє оперативно відновити герметичність ємкісного апарату при зменшенні кількості особового складу. Головним недоліком наведеного пристрою є те, що він непридатний для використання при ліквідації хімічних аварій з скрапленими НХР через високі значення надлишкового тиску. До того ж після встановлення пристрою необхідно проводити перекачку речовини у додаткову аварійну