

УДК 614.8

*О.Є. Басманов, д-р техн. наук, професор, Я.С. Кулик
(Національний університет цивільного захисту України)*

ОЦІНКА ШВИДКОСТІ І ТЕМПЕРАТУРИ ВИСХІДНОГО КОНВЕКЦІЙНОГО ПОТОКУ НАД ПАЛАЮЧИМ РОЗЛИВОМ НАФТОПРОДУКТУ

Найбільш ефективним способом захисту резервуара є розробка системи автоматичного гасіння пожежі в обвалуванні резервуара. Побудова такої системи вимагає оцінки теплового впливу пожежі на резервуар з нафтопродуктом. Це, в свою чергу, обумовлює необхідність побудови моделі горіння розливу нафтопродукту в обвалуванні резервуара, моделей конвекційного і променистого теплопереносу від осередку горіння до резервуара.

В роботі [2] побудовано модель розподілу швидкостей і температур у висхідному конвекційному потоці над палаючим розливом нафтопродукту довільної форми. Будемо вважати границі області розливу однозв'язними, а висхідний конвекційний потік – вільним затопленим турбулентним струменем [1], що має на рівні розливу вертикальну швидкість і температуру u_0 , яка дорівнює температурі факела (рис. 1).

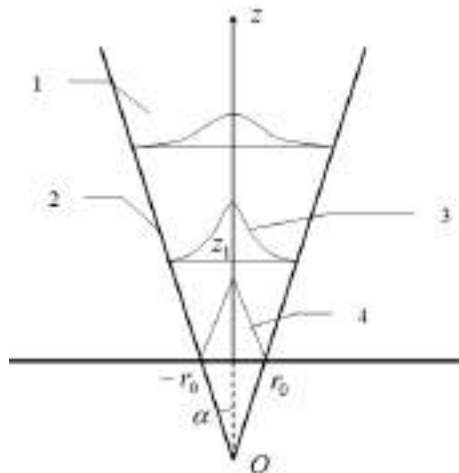


Рис. 1. – Вісесиметричний круговий струмінь: 1 – основна ділянка струменя; 2 – межа струменя; 3 – розподіл швидкостей в струмені на висоті z_1 ; 4 – початкова ділянка струменя

Розглянемо розподіл швидкостей в круговому вісесиметричному струмені на висоті z від її фокуса – точки O (рис.1) [1].

$$u(r, z) = u_0(z) f\left(\frac{r}{R(z)}\right), \quad (1)$$

де r – відстань до осі струменя; $u(r, z)$ – вертикальна швидкість потоку на висоті z і на відстані r від осі струменя; $R(z) = z \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – півширина струменя; $\operatorname{tg} \alpha \approx 0,222$; $f(x)$ – напівемпірична функція [1]. Функція $f(x)$ може бути апроксимована залежністю [2]

$$\tilde{f}(x) = \exp(-Ax^2), \quad (2)$$

де $A = 5,46$ – константа. Визначимо витрати газового середовища через горизонтальний переріз на висоті z :

$$Q(z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} u(r, z) dS = \frac{\pi}{B} z^2 u_0(z).$$

Представимо розподіл швидкостей всередині потоку у вигляді добутку загальних витрат через переріз $Q(z)$ і щільності розподілу в перерізі $p(r, z)$

$$u(r, z) = \left[\frac{\pi}{B} z^2 u_0(z) \right] \times \left[\frac{B}{\pi z^2} \exp\left(-B \frac{r^2}{z^2}\right) \right] = Q(z) p(r, z) = Q(z) p(x, y, z),$$

де $p(x, y, z) = \frac{B}{\pi z^2} \exp\left(-B \frac{x^2 + y^2}{z^2}\right)$; $r^2 = x^2 + y^2$; $B = A/\operatorname{tg} \alpha \approx 5,46/0,222 = 24,6$.

Виконуючи заміну змінних $z^2 = t$; $4a = 1/B$, запишемо функцію $p(x, y, z)$ у вигляді [2]

$$p(x, y, t) = \frac{1}{4\pi a t} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{4at}\right),$$

що є розв'язком диференціального рівняння параболічного типу з початковою умовою у вигляді δ -функцій: $p(x, y, 0) = \delta(x)\delta(y)$. Така початкова умова відповідає точці фокуса струменя, в якій щільність розподілу швидкостей вироджується в δ -функцію. Будемо вважати, що для довільної форми палаючого розливу Ω функція щільності розподілу швидкостей висхідного потоку визначається виразом

$$p_0(x, y) = \begin{cases} 1/S_\Omega, & (x, y) \in \Omega, \\ 0, & (x, y) \notin \Omega, \end{cases} \quad (3)$$

де S_{Ω} – площа розливу. Розв’язуючи диференціальне рівняння з початковою умовою (3), отримаємо приблизний розподіл швидкостей в висхідному потоці над рідиною, що горить [2]:

$$u(x, y, z) = 7,83Q_0 \left(1 + \frac{2,92}{\sqrt{S_{\Omega}}} z \right) \frac{1}{z^2} \iint_{\Omega} \exp \left[-B \frac{(x-\xi)^2 - (y-\eta)^2}{z^2} \right] d\xi d\eta,$$

де відстань z відраховується від поверхні розливу; $Q_0 = const$ [2].

Розподіл температур в висхідних потоках над вогнищем горіння, оцінимо співвідношенням подібності полів швидкостей і температур:

$$\frac{\Delta T(x_1, y_1, z_1)}{\Delta T(x_2, y_2, z_2)} = \sqrt{\frac{u(x_1, y_1, z_1)}{u(x_2, y_2, z_2)}}.$$

де $\Delta T(x, y, z) = T(x, y, z) - T_0$; $T(x, y, z)$ – температура висхідного потоку у точці (x, y, z) ; T_0 – температура навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович. – М.: Физматгиз, 1960. – 715 с.
2. Басманов О.Є. Розподіл параметрів висхідного конвекційного потоку над палаючим розливом нафтопродукту / О.Є. Басманов, Я.С. Кулик // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУГЗУ. 2016. – №39. – С. 33-38.

УДК 624.012

В.В. Демешок, Б. Ю. Медведь, О.В. Некора, С.В. Поздєєв
(Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобіля
Національного університету цивільного захисту України)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА ДЕРЕВ'ЯНУ ПЛИТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Будівельні конструкції з деревини мають забезпечувати живучість будівель та споруд під час пожежі відповідно до вимог будівельних норм [1, 2]. Дані вимоги поширюються на показники вогнестійкості та поширення полум'я. При проектуванні будівель дані показники мають бути забезпечені шляхом прийняття відповідних конструктивних рішень, що включають відповідні безпечні геометричні розміри та заходи щодо їх вогнезахисту. На стадії проектування вогнестійких будівельних конструкцій застосовуються розрахункові методи. У даний час теоретична та методична база щодо тако-