

А.О. Михайлюк, канд. техн. наук, ст. наук. співр., НУЦЗУ

МІНІМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ РЕЗЕРВУАРА У РЕЗЕРВУАРНІЙ ГРУПІ

(представлено д-ром техн. наук Басмановим О.Є.)

Розв'язано задачу зниження теплового впливу пожежі від резервуару, що горить, обумовленого вітровим навантаженням на сусідні резервуари в резервуарній групі шляхом їх розміщення із врахуванням рози вітрів.

Ключові слова: резервуарний парк, коефіцієнт конвекційного теплообміну.

Постановка проблеми. Першочерговим завданням підрозділів МНС, які беруть участь у локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації в резервуарному парку, викликаній горінням нафтопродукту в резервуарі, є охолодження резервуару, що горить та сусідніх резервуарів. Особливу небезпеку при гасінні пожеж у резервуарних парках представляють резервуари, що знаходяться поряд з резервуаром, що горить. Підігрів цих резервуарів може призвести до займання парів нафтопродуктів на дихальних лініях на даху або до вибуху парів всередині резервуара [1]. Особливо актуальним це є при обмеженій кількості сил і засобів, що має місце після прибуття перших підрозділів МНС до місця виклику.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. На практиці використовується спосіб розміщення резервуарів [2], який полягає в тому, що визначають площу дзеркала рідини в резервуарах і відповідно до цього розміщують резервуари групами. Недоліком зазначеного способу є те, що не враховується вплив вітру на тепловий режим у групі резервуарів при виникненні пожежі.

Постановка задачі та її рішення. Метою роботи є така орієнтація резервуарної групи, що знижує тепловий вплив пожежі, обумовлений вітровим навантаженням на сусідні резервуари.

При довільному розташуванні резервуарів у групі й наявності пожежі (рис. 1) розподіл температури по стінці й покрівлі резервуара описується системою рівнянь:

$$\frac{dT_k}{dt} = \frac{\varepsilon_c c_0}{S_k \delta \rho_c c_c} \left[\varepsilon_\phi H_k^+ \left(\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \sum_{i=1}^{N_1+N_2} \varepsilon_i H_{ik} \left(\left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \left(\left(\frac{T_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) (S_k - H_k^+) \right] + \frac{\alpha_\Gamma (T_\Gamma - T_k)}{\delta \rho_c c_c} + \frac{\alpha_B (T_0 - T_k)}{\delta \rho_c c_c}, \quad k = 1, 2, \dots, N_1, \quad (1)$$

де T_k – температура області k ; S_k – площа області k ; ε_c – ступінь чорноти сталевій поверхні резервуара; δ – товщина стінки; ρ_c , c_c – щільність і теплоємність сталі; T_ϕ , ε_ϕ – температура й ступінь чорноти факела; H_k^+ – площа взаємного опромінення між областю k й факелом; ε_i – ступінь чорноти області i ; H_{ik} – площа взаємного опромінення між областями i й k ; T_0 , T_Γ – температура навколишнього середовища й пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара; α_B , α_Γ – коефіцієнти конвекційного теплообміну з навколишнім повітрям і пароповітряною сумішшю відповідно; N_1 , N_2 – кількість областей, на які умовно поділено поверхню резервуара й нафтопродукту, й у межах яких температура приймається однаковою.

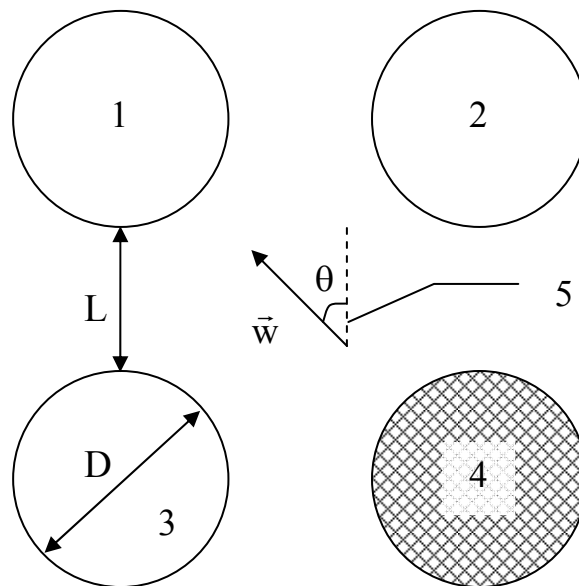


Рис.1 – Вплив вітру на тепловий режим у групі резервуарів при виникненні пожежі, де 1–3 – резервуари, що не горять; 4 – резервуар, що горить; 5 – напрямок вітру

Для пароповітряної суміші:

$$\frac{dT_\Gamma}{dt} = \frac{\alpha_\Gamma}{V_\Gamma \rho_\Gamma c_p} \sum_{k=1}^{N_1+N_2} (T_k - T_\Gamma) S_k, \quad (2)$$

де V_Γ , ρ_Γ , c_p – обсяг, щільність і теплоємність пароповітряної суміші.

Прогрів нафтопродукту в глибину описується рівнянням:

$$\frac{\partial T_k}{\partial t} = \frac{\lambda_H}{c_H \rho_H} \frac{\partial^2 T_k}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < \infty, \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial T_k}{\partial x} \right|_{x=0} = -\frac{1}{\lambda_H S_k} \frac{dQ_k}{dt}, \quad T_k|_{t=0} = T_0, \quad (4)$$

де λ_H , c_H , ρ_H – теплопровідність, теплоємність і щільність нафтопродукту, а величина dQ_k/dt визначається виразом:

$$\frac{dQ_k}{dt} = c_0 \varepsilon_H \varepsilon_c \sum_{i=1}^{N_1} H_{ik} \left(\left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \alpha_r (T_r - T_k) S_k, \\ k = N_1 + 1, \dots, N_1 + N_2. \quad (5)$$

Сумісний розв'язок системи рівнянь (1)-(5) в графічному вигляді наведено на рис. 2. Із його аналізу випливає, що найгірша ситуація виникає тоді, коли вітер направлений від резервуара, що горить, до резервуара 2 ($\theta = 0^\circ$). Найменш небезпечною ситуацією буде ситуація, коли вітер направлений в бік резервуара 1 ($\theta = 45^\circ$). Аналогічний вигляд буде мати графік розподілу температур і при напрямку вітру в діапазоні $45^\circ < \theta \leq 90^\circ$ – в цьому випадку лінії 1-6 (рис.2) будуть відповідати резервуару 3. Це означає, що при довільному напрямку вітру найбільші значення температур досягаються резервуарами 2, 3, а для резервуара 1 максимальна температура нижча понад в 2 рази і є меншою ніж температура самоспалахування (рис.2). Таким чином, в залежності від напрямку вітру захисту потребують лише резервуари 2 і 3.

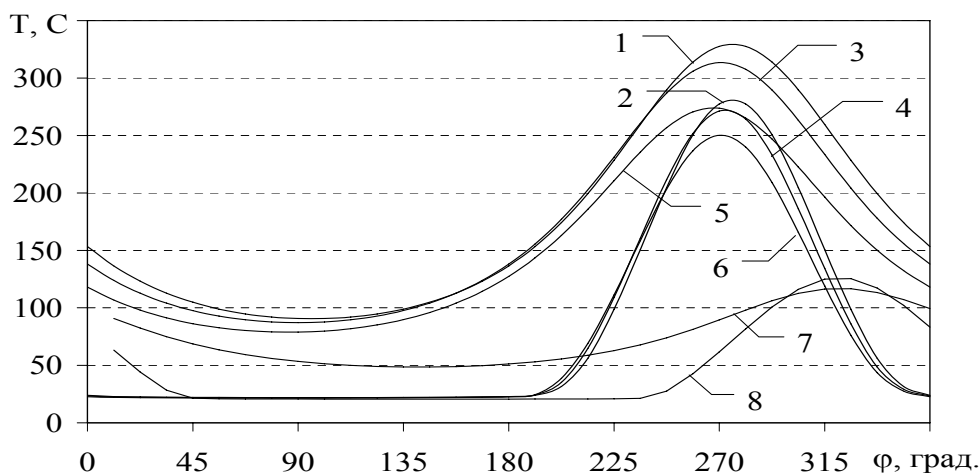


Рис.2 – Розподіл температури вздовж верхньої частини бокової стіни резервуарів і зовнішньої частини покрівлі для різних напрямків вітру через 4 хв. після початку пожежі, де 1, 2 – покрівля і стіна резервуара 2 при напрямку вітру; 3, 4 – покрівля і стіна резервуара 2 при напрямку вітру; 5, 6 – покрівля і стіна резервуара 2 при напрямку вітру; 7, 8 – покрівля і стіна резервуара 1 при напрямку вітру

Таким чином, доцільно розміщувати резервуарну групу таким чином, щоб її діагональ була паралельна до напрямку вітру. Це забезпечує збільшення часу досягнення температури самоспалахування сусідніми резервуарами в 1,5 рази (рис. 3).

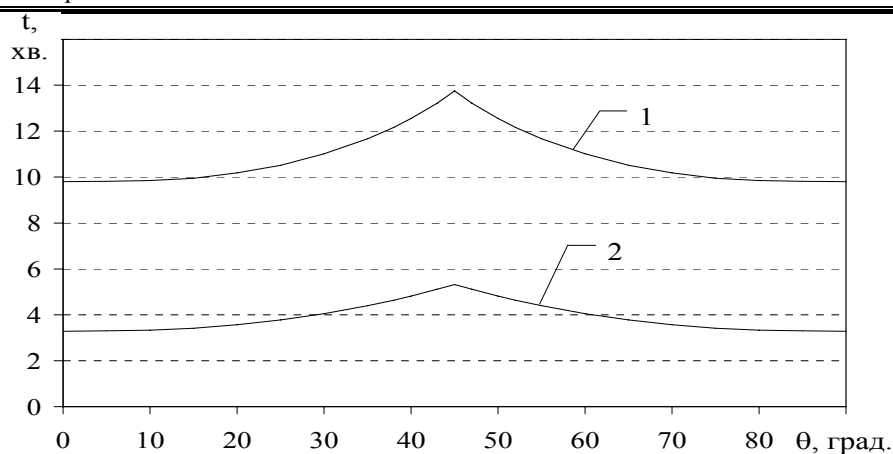


Рис.3 – Час досягнення температури самоспалахування одним з резервуарів, що не горить, для різних резервуарних груп в залежності від напрямку вітру, де 1 – резервуарна група РВС-10000 з бензином; 2 – резервуарна група РВС-20000 з сирою нафтою

Висновки. Запропоновано таке розміщення резервуарної групи, що її діагональ є паралельною до напрямку вітру. Це дозволяє знизити тепловий вплив пожежі, обумовлений вітровим навантаженням, зокрема, в 1,5 рази збільшити час досягнення сусідніми резервуарами температури самоспалахування парів нафтопродукту, що забезпечує додатковий час для включення стаціонарної системи охолодження резервуарів і розгортання пересувної техніки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов В.П. Химические процессы при установившемся диффузионном горении в условиях пожара / В.П. Виноградов // Вестник С.-Петербурга. ин-та гос. противопожар. службы. – 2003. – № 2. – С. 41–47.

2. Гайдуков Н.С. Пожарная безопасность специальных предприятий / Николай Сергеевич Гайдуков. – Київ: Будівельник, 1967. – 190 с.
nuczu.edu.ua

А.О. Михайлюк

Способ размещения резервуаров в резервуарной группе

Решена задача снижения теплового воздействия пожара от резервуара, который горит, обусловленного ветровым нагрузкам на соседние резервуары в резервуарной группе путем их размещения с учетом розы ветров.

Ключевые слова: резервуарный парк, коэффициент конвекционного теплообмена.

А.О. Mykhaylyuk

Method of placement in tanks tank group

The problem of reducing the thermal effects of fire on the tank, which burns caused by wind loads on the adjacent tanks in the tank group by placing them in view of the rose of winds.

Keywords: tanks, the rate of convective heat transfer.