

Моделювання термодинамічних процесів в сталевих резервуарах за умов пожежі

Чернецький В.В., Семерак М.М., Михайлишин М.Р.
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Львів, Україна

Modelling thermodynamic process in steel tanks during the fire

Chernetskiy V.V, Semerak M.M., Mykhaylyshyn M.R.
Lviv State University of Life Safety
Lviv, Ukraine

Анотація— В роботі досліджено теплові потоки та їх вплив на характер нагріву нафтопродукту. При розв'язанні даної задачі було розглянуто два випадки: теплове випромінювання від бічних стінок резервуара і теплове випромінювання від стаціонарної покрівлі резервуара

Abstract— During fires in tank parks the heat flow from the flame of fire heated surface adjacent tanks. The most intensely heated roof and upper sidewall belt which do not contact with the oil. Heated reservoir elements in turn radiate heat to the surface of the mirror petroleum product which there is in the tank. In the work the heat flows and their impact on the nature of heat of the petroleum product is investigated. To solving this problem we considered two cases: a) thermal radiation from the side walls of the tank; b) thermal radiation from fixed roof tank.

The analysis shows that the increasing of the reservoir radius implies the increasing of the heat flows. Also the increasing the value of h implies the decreasing of the heat flows.

Ключові слова— моделювання теплових потоки, нафтові резервуари

Keywords— modeling of heat flows, oil tanks

I. ВСТУП

При пожежах в резервуарних парках теплові потоки від факелу полум'я пожежі нагрівають поверхні сусідніх резервуарів. Найбільш інтенсивно нагрівається покрівля і верхні пояси бічної стінки яка не контактує з нафтопродуктом. Нагріті елементи резервуара в свою чергу випромінюють тепло на поверхню дзеркала нафтопродукту, що знаходиться в резервуарі.

В роботі досліджено теплові потоки та їх вплив на характер нагріву нафтопродукту. При розв'язанні даної задачі було розглянуто два випадки: а) теплове випромінювання від бічних стінок резервуара; б) теплове випромінювання від стаціонарної покрівлі резервуара (рисунок 1)

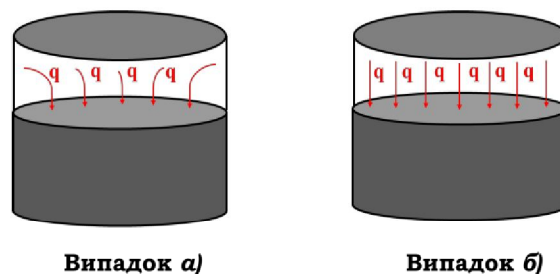


Рис. 1. Схема дії теплових потоків на дзеркало нафтопродукту. *a* – від нагрітої бокової стінки резервуара, *б* – від нагрітої покрівлі

Сумарна інтенсивність теплового потоку визначається за формулою

$$q = q_1 + q_2 \quad (1)$$

де q_1 - інтенсивність теплового потоку яку випромінюють бічні стінки резервуару, $Вт/м^2$; q_2 - інтенсивність теплового потоку яку випромінює покриття резервуару, $Вт/м^2$.

Інтенсивності теплового потоку q_1 і q_2 визначаються за формулою [1]

$$q_{1,2} = \varepsilon_{прм} \psi_{1,2} \cdot 5,67 \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \quad (2)$$

де $\varepsilon_{прм} = \left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)^{-1}$ приведений ступінь чорноти системи нафтопродукт-стінка резервуара; ε_1 - ступінь чорноти стінки резервуара 1; ε_2 - ступінь чорноти поверхні нафтопродукту; $\psi_{1,2}$ - кутовий коефіцієнт випромінювання, T_1 - температура дзеркала нафтопродукту, що нагрівається від теплового потоку, К; T_2 - температура внутрішньої стінки резервуара, що нагрівається внаслідок зовнішньої пожежі, К.

Для випадку а) кутовий коефіцієнт ψ_1 визначається за формулою [2]

$$\psi_1 = \left(\frac{C^2 + 0,5}{\sqrt{C^2 + 1}} \right) - C \quad (3)$$

де $C = \frac{b}{2 \cdot R}$; R - радіус резервуара, м; $b = h/2$, м.

Для випадку б) кутовий коефіцієнт ψ_2 визначається за формулою

$$\psi_2 = 0,5 \left(B - \sqrt{B^2 - 4} \right) \quad (4)$$

де $B = 1 + \frac{1+A^2}{A^2}$; $A = R/h$; R - радіус резервуара, м.

З врахуванням виразу (3) і (4) досліджено зміну інтенсивності теплових потоків в залежності від радіуса резервуару R , і величин b та h . При розрахунку приймалися такі вихідні дані: температура внутрішньої стінки резервуара, що нагрівається внаслідок зовнішньої пожежі $T_2 = 823$ К, температура дзеркала нафтопродукту, що нагрівається від теплового потоку $T_1 = 300$ К. Ступінь чорноти стінки резервуара $\varepsilon_1 = 0,76$, а дзеркала нафтопродукту - $\varepsilon_2 = 0,95$. Результати досліджень зображені графічно на рисунку 2.

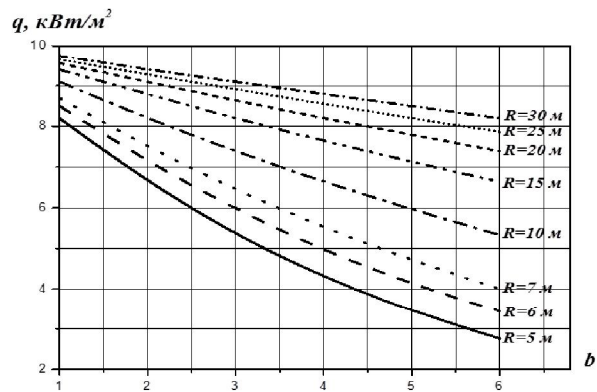


Рис. 2. Залежність інтенсивності теплового потоку від b , при фіксованих радіусах резервуару

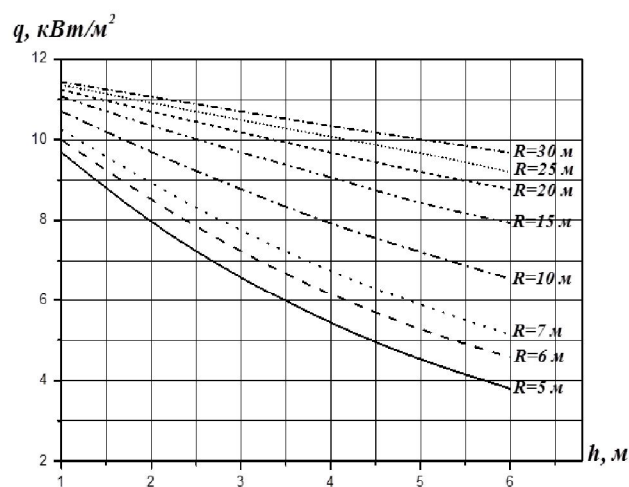


Рис. 3. Залежність інтенсивності теплового потоку від відстані нагрітої покрівлі резервуару до дзеркала нафтопродукту, при фіксованих радіусах резервуарів

Аналіз графічних залежностей показує, що при збільшенні величини радіуса резервуару R тепловий потік збільшується. При збільшенні величини h тепловий потік зменшується.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

[1] Р. Зигель, Дж. Хауэлл, Теплообмен излучением, М.: Мир, 1975.