

УДК 504.064; 665.71

В.О. Липовий, М.М. Удянський

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ ОБ'ЄМІВ УТВОРЕННЯ ПРОДУКТІВ ОЧИЩЕННЯ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ З ВМІСТОМ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН

В роботі проаналізовано і досліджено динаміку зміни концентрації парів нафтопродуктів в резервуарі при проведенні ремонтних та регламентних робіт по очищенню і мийці внутрішніх технологічних поверхонь.

Ключові слова: концентрація парів нафтопродуктів, забезпечення пожежовибухобезпеки, насичення газового простору, очищення резервуарів.

Вступ

Для забезпечення пожежовибухобезпеки процесів очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів необхідно знати час проведення технологічних операцій, впродовж якого відбуватиметься випаровування нафтопродукту в вільний об'єм резервуара, що в кінцевому результаті дозволить визначити їх концентрацію і оцінювати вибухопожежонебезпеку процесу. Це дозволяє виконати один з напрямків системи попередження пожеж - підтримання безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил та інших нормативно-технічних, нормативних документів та правил безпеки [1].

Аналіз публікацій. Очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів - технологічна операція, що досить часто повторюється, від якої значною мірою залежить безпека і ефективність експлуатації резервуарного парку в Україні.

Нормативні документи встановлюють наступні строки проведення періодичного очищення резервуарів: не менше двох разів на рік - для палива до реактивних двигунів, авіаційних бензинів, авіаційних масел та їх компонентів; не менше одного разу на рік - для присадок до мастил та масел з присадками; не менше одного разу на два роки - для інших масел, автомобільних бензинів, дизельних палив, парафінів та інших аналогічних їм за властивостями нафтопродуктів [2].

Крім того, очищення резервуарів необхідна при зміні сорту нафтопродукту, при звільненні від пірофорних відкладень, іржі, води, високов'язких опадів з наявністю мінеральних забруднень, а також для проведення комплексної дефектоскопії, чергових або позачергових ремонтів.

Виділення частин проблеми, що раніше не були вирішені. Очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів, як правило, проводиться ручним або механізованим способами. При цьому немає методик оцінки пожежовибухобезпеки цих процесів.

Склад нафтозалишків може бути різним і містити вуглеводневі сполуки, вільну воду, зв'язану в емульсіях воду, механічні домішки, деякі елементи у вільному вигляді або у вигляді хімічних сполук. Найбільш ефективними є хіміко-механізовані способи очищення резервуарів за рахунок комплексного впливу фізико-хімічного, термічного і механічного впливу миючої рідини на залишки нафтопродуктів.

Формулювання цілей статі та постановка задачі. При проведенні операцій хіміко-механізованого способу очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів відбувається інтенсифікація процесів випаровування нафтопродукту в вільний об'єм резервуара.

Необхідно дослідити динаміку зміни концентрації парів в резервуарі при використанні вільнопадаючих струменів нафтопродуктів.

Викладення основного матеріалу

Для досліджень були обрані однокомпонентна рідина н-Гептан і багатокомпонентні нафтопродукти: нафта сургутська, бензин А-76.

Для визначення концентрації в газовому просторі резервуара необхідно знати інтенсивність випаровування нафтопродукту.

Інтенсивність випаровування визначається за формулою:

$$W_n = \frac{m}{\tau F_n}, \quad (1)$$

де W – інтенсивність випаровування, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$;

F_n – площа випаровування, м^2 ;

m – маса парів рідини, які потрапили в оточуюче середовище, кг ;

τ – час витікання вільного струменя, с .

Маса парів рідини, які потрапили в оточуюче середовище визначається за формулою:

$$m = V \cdot \rho, \quad (2)$$

де V – об'єм резервуара, м^3 ;

φ – концентрація, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Площа випаровування струменя дорівнює:

$$F_M = 2\pi R \ell, \quad (3)$$

де ℓ – довжина вільного струменя.

Для визначення концентрації в газовому просторі резервуара були отримані інтенсивності випаровування нафтопродукту.

На рис. 1 представлена кількість нафтопродукту який випарувався у часі щодо загальної маси рідини, що випаровувалася.

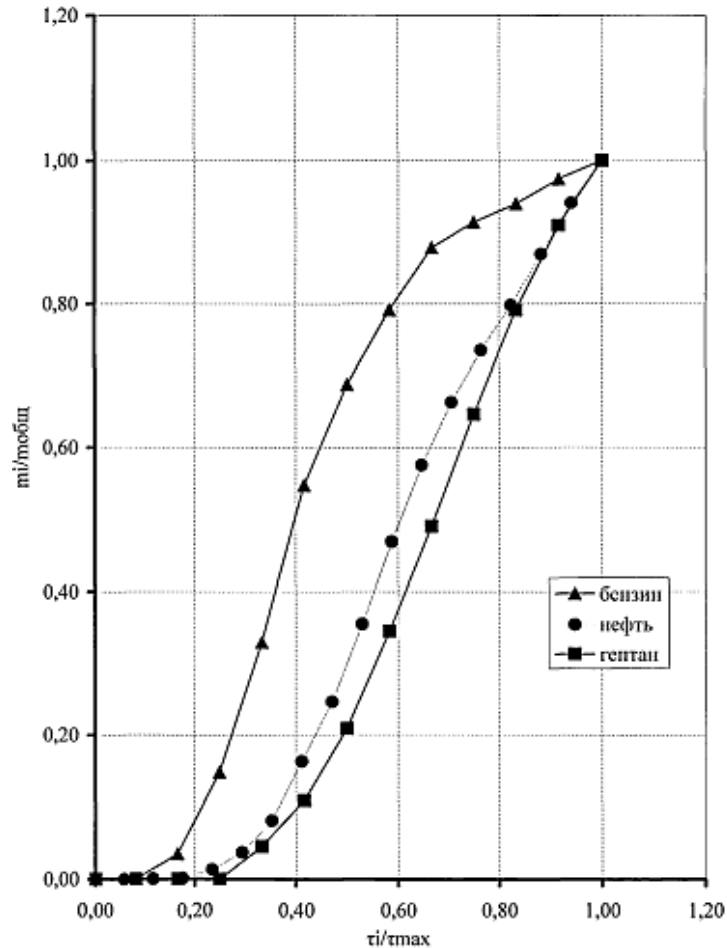


Рис. 1. Маса нафтопродукту який випарувався в часі, щодо загальної кількості рідини, яка випаровувалася

Обробку дослідних даних виконували у вигляді залежності виду:

$$Nu_D = K_K Re_D^a Pr_D^B \pi_D^c, \quad (4)$$

де Nu_D – дифузійний критерій Нусельта;

K_K – коректуючий коефіцієнт;

Re – критерій Рейнольдса;

Pr_D – критерій Прандтля;

π_D – дифузійне число.

Критерій Рейнольдса дорівнює:

$$Re_D = \frac{v d_n}{\nu}, \quad (5)$$

де v – швидкість витікання нафтопродукта із струминного насадку, $\text{м}/\text{с}$;

d_n – діаметр сопла струминного насадку, м ;

ν – кінематична в'язкість, $\text{м}^2/\text{с}$.

Критерій Прандтля (дифузійний), який характеризує властивості парової фази

$$Pr_n = \frac{\nu}{D_n}, \quad (6)$$

де ν_n – кінематична в'язкість парів, $\text{м}^2/\text{с}$;

D_n – коефіцієнт дифузії, $\text{м}^2/\text{с}$.

Коефіцієнт дифузії D_n при температурі $T = 20^\circ\text{C}$ розраховували за формулою:

$$D_n = D_0 \left(\frac{T}{273} \right)^n, \quad (7)$$

Безрозмірне число подібності π_D , яке характеризує насиченість парового середовища, має вигляд:

$$\pi_D = \frac{P_s}{P_0}, \quad (8)$$

де P_s – тиск насичених парів, кПа;
 P_0 – загальний тиск пароповітряної суміші в резервуарі, кПа.
 Тиск насичених парів визначали з рівняння Антуана:

$$P_s = 10^{A - \left(\frac{B}{T} + C_3\right)}, \quad (9)$$

де A, B, C_3 – константи рівняння Антуана;
 T – температура рідини.

$$Nu_D = \frac{\beta l}{D_n}, \quad (10)$$

де β – коефіцієнт масообміну, м/с;
 l – висота резервуара, м.
 Коефіцієнт масообміну визначається за формулою:

$$\beta = \frac{\Delta\phi V}{(\phi_f - \phi_f^{cp}) F_u \Delta\tau}, \quad (11)$$

де $\Delta\phi$ – зміна концентрації парів нафти в резервуарі за період часу;
 V – об'єм газового простору резервуара, м³;
 ϕ_f – концентрація насичення, кг/м³;
 ϕ_f^{cp} – середня концентрація парів нафти в проміжку часу, кг/м³;
 F_u – площа випаровування, м²;
 $\Delta\tau$ – період часу, с.

При обробці дослідних даних використовувалися критеріальні залежності запропоновані Домнічевим В.Л. [3] і трансформовані під початкові умови процесу випаровування з вільнопадаючого струменя.

За результатами обробки даних отримана критеріальна залежність такого вигляду:

$$Nu_D = 9,69 \cdot 10^{-3} Re^{0,8} Pr_D^{0,33} \pi_D^{-2,8}, \quad (12)$$

На підставі наведеної залежності можна розрахувати середнє об'ємну концентрацію парів нафти в резервуарі при витіканні вільнопадаючого струменя нафтопродукту.

Висновки

В результаті проведених досліджень пропонується здійснювати забезпечення пожежовибухобезпеки гідроабразивоструменевого очищення підвищенням концентрації в газовому просторі резервуара вище верхньої концентраційної межі поширення полум'я за рахунок використання вільнопадаючого струменя нафти при дотриманні електростатичної безпеки.

Список літератури

- ГОСТ 12.1.004-91 (1999) - ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ДСТУ 4454:2005. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: чинний з 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006.
- Домничев В.А. Обеспечение пожаровзрывобезопасности нефтяных резервуаров при подготовке к огневым работам с использованием гидромеханизированной очистки незагрязненными струями нефти: Дис. канд. техн. наук. — М.: ВИИТШ МВД РФ, 1989. – 236 с.

Надійшла до редколегії 11.09.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Ларін, Національний університет цивільного захисту України, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ОБЪЕМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С СОДЕРЖАНИЕМ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

В.А. Липовой, Н.Н. Удянский

В работе проанализирована и исследована динамика изменения концентрации паров нефтепродуктов в резервуарах при проведении ремонтных и регламентных работ по очистке и мойке внутренних технологических поверхностей.

Ключевые слова: концентрация паров нефтепродуктов, обеспечение пожаровзрывобезопасности, насыщение газового пространства, очистка резервуаров.

INVESTIGATION OF POSSIBLE VOLUME OF PRODUCT FORMATION CLEANING STORAGE TANKS FOR PETROLEUM AND PETROLEUM PRODUCTS HARMFUL SUBSTANCES

V.O. Lipovoy, M.M. Udyanskyy

The paper analyzed and studied the dynamics of changes in the concentration of oil vapor in tanks held in repair and maintenance works on cleaning and washing technology internal surfaces.

Keywords: concentration of oil vapors, providing fire explosion safety, saturation of the gas space, cleaning tanks.