

УДК 614. 84

С.О. Дудак, О.М. Роянов

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ЛЕГКОЗАЙМИСТИХ ТА ГОРЮЧИХ РІДИН З ВІДКРИТОЇ ПОВЕРХНІ ВІД ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯНИХ МАС ТА ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Запропоновано експериментальну установку, яка дозволяє досліджувати параметри, що характеризують небезпеку випаровування легкозайmistих та горючих рідин (ЛЗР та ГР) з відкритої поверхні у рухоме та нерухоме середовище при аварійних розливах.

Ключові слова: ЛЗР та ГР, інтенсивність випаровування.

Вступ

Постановка проблеми. Процес випаровування супроводжується розсіюванням парів в атмосфері. Атмосферне розсіювання залежить від стану навколишнього середовища, його фізичних параметрів. Вітер, спрямований паралельно земної поверхні, переносить і розсіює в приземних і верхніх шарах атмосфери речовини від джерела їх надходження.

Для розсіювання речовин в атмосфері найбільшу небезпеку, з точки зору пожежної безпеки, являє штиль (0-0,5 м/с) і "тихий" (0,6 – 1,7 м/с) вітер. Розподіл швидкостей і напрямків вітру залежить від місцевих умов і загальної циркуляції потоку в атмосфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час існує досить велика кількість методів, які дозволяють розраховувати розміри зон загазованості [1, 2]. Однак вони засновані на ряді припущень, що призводить до результатів, які мають досить обмежений характер.

Вивчення закономірностей поширення парів рідин здійснюється за двома напрямками: на основі методів математичного опису розповсюдження па-

рів за допомогою рішення газодинамічних рівнянь спільно з рівняннями турбулентної дифузії і емпірико-статистичного аналізу поширення парів в атмосфері з використанням для цієї мети інтерполяційних моделей здебільшого гаусівського типу.

У більшості опублікованих робіт [1 – 3] досліджувалось випаровування ЛЗР і ГР в закритому об'ємі резервуарів різних конструкцій. Лише кілька робіт біли присвячені випаровуванню з відкритої поверхні в атмосферу [3], але в одних не враховується зміна швидкості вітру, в інших – розрахунок відносних втрат ускладнюється обмеженими відомостями про значення середньодобової і сезонної зміни температур, а також вузьким діапазоном значень критерію гомохронності [3].

Основний розділ

Постановка завдання та його вирішення. У нормативному документі НАПБ Б 03.002-2007 [4] запропонована методика розрахунку розмірів зон розповсюдження хмари горючих парів при аварії. Передбачається, що результуюча концентрація газу в пароповітряній хмарі розраховується за формулою:

$$C_{(x,y,z)} = \sum_{j=1}^n \frac{2Q_j}{(2\pi)^{1.5} \cdot \sigma_{yj}^2 \cdot \sigma_{zj}} \cdot \exp\left(-\frac{(x-x_j)^2}{2 \cdot \sigma_{yj}^2}\right) \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_{yj}^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{z^2}{2 \cdot \sigma_{zj}^2}\right), \quad (1)$$

де $Q = m - \tau_j$ – маса скраплених вуглеводневих газів (СВГ) в j -му елементарному об'ємі, кг;

m – масова швидкість витікання СВГ, кг/с;

σ_{yj}, σ_{zj} – середньоквадратичне відхилення розподілу концентрацій в j -му елементарному об'ємі, м;

$\sigma_y \cdot (x_c - x_0); \sigma_z \cdot (x_c - x_0)$ залежать від класу стійкості за Пасквіллом.

При $x_c = x_0$ приймається $\sigma_{y0} = \frac{r}{2,14},$

$$\sigma_{z0} = \frac{h}{2,14}.$$

При $x_c > x_0$

$$\sigma_y^2 = \sigma_{y0}^2 + \sigma_y^2 f(x_c - x_0), \sigma_z^2 = \sigma_{z0}^2 + \sigma_z^2 f(x_c - x_0).$$

Також наведені формули для визначення маси парів, що надходять у приміщення при випаровуванні з відкритої поверхні рідини.

$$M_u = W F_u \tau, \quad (2)$$

де W – інтенсивність випаровування з відкритої поверхні, кг/м² с;

F_u – площа випаровування, м²;

τ – час випаровування, с.

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot M \cdot P_s, \quad (3)$$

де η – коефіцієнт, приймаєий за табл. 3 із [4], в залежності від швидкості та температури повітряного потоку;

M – молекулярна маса;

P_s – тиск насичених парів, кПа.

Вказана методика не враховує зміну інтенсивності випаровування рідини при швидкостях вітру більше 1 м/с, температуру її поверхневого шару, яка, як правило, відрізняється від температури навколишнього середовища, зміна тиску насичених парів (ТНП) в залежності від часу випаровування і висоти шару рідини.

З урахуванням зазначених обмежень недоцільно використовувати дану методику для визначення інтенсивності випаровування з відкритої поверхні в навколишнє середовище, оскільки розрахункові значення будуть значно відрізнятися від істинних.

Оцінка розмірів зон пожежовибухонебезпечних хмар, які утворюються при випаровуванні рідин, свідчить що:

1. На розміри зон впливає велика кількість параметрів.

2. На сьогоднішній день існує велика кількість методик, що дозволяють оцінювати розміри зон загазованості.

3. Основним параметром даних методик є кількість рідини, яка випаровується.

4. Методики розрахунку не враховують впливу метеорологічних умов на розсіювання парів ЛЗР і ГР і розраховані на отримання максимально теоретично можливих зон, які в реальних погодно-кліматичних умовах можуть бути малоімовірними.

З огляду на важливе наукове і практичне значення процесу контролю випаровування ЛЗР і ГР з відкритої поверхні та розподілу зон вибухонебезпечних концентрацій, що утворюються в результаті випаровування, **поставлені такі завдання:**

1. Експериментально дослідити закономірності випаровування ЛЗР і ГР і загазованість прилеглої території при різних погодно-кліматичних умовах.

2. Узагальнити дослідні дані по основним параметрам, які надають найбільший вплив на інтенсивність випаровування з відкритої поверхні, отримати узагальнюючі емпіричні залежності для визначення маси рідини, яка випарувалась, та інтенсивності її випаровування з відкритої поверхні в атмосферу при різних кліматичних умовах.

З метою вирішення поставлених завдань було розроблено експериментальну установку для дослідження залежності інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР з відкритої поверхні від швидкості руху повітряних мас та температури навколишнього середовища (рис. 1).



Рис. 1. Установка для дослідження залежності інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР з відкритої поверхні від швидкості руху повітряних мас та температури навколишнього середовища

До складу установки входять (рис. 2):

1. Корпус з плексигласу, розділений на дві камери – а) дослідну та б) еталонну.
2. Ваги електронні.
3. Вентиляційний пристрій.
4. Анемометр цифровий крильчатий GM 8908.
5. Термоелемент для нагрівання рідини в чашці ваг у дослідній камері з струмом живлення до 0,7 А.
6. Сигналізатори - експлозиметри СТХ-17-2 та «Дозор-СП».
7. Блок системи керування та живлення 14 В.

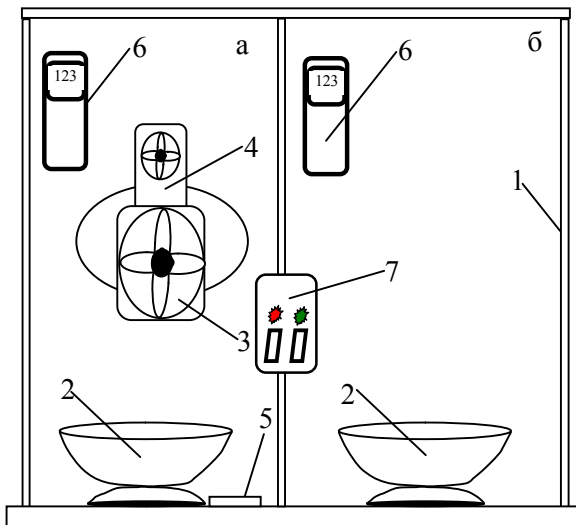


Рис. 2. Принципова схема установки для дослідження залежності інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР з відкритої поверхні від швидкості руху повітряних мас та температури навколишнього середовища

Висновки

За допомогою розробленої експериментальної установки та отриманих в результаті досліджень

залежностей стає можливим розрахувати можливі комбінації параметрів примусової вентиляції апаратів з ЛЗР та ГР (швидкості руху повітря, інтенсивності подавання повітря, температури).

Запропонований підхід щодо розв'язання задачі дозволить визначити залежність інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР з відкритої поверхні від швидкості руху повітряних мас та температури навколишнього середовища і рідини та концентрацію парів легкозаймистих та горючих рідин в певному об'ємі.

За результатами досліджень будуть сформульовані пропозиції щодо меж застосування розрахункових параметрів, а також їх використання при виконанні проектних досліджень аварійних ємностей ЛЗР та ГР.

Список літератури

1. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф.Абузова, И.С.Бронштейн, В.Ф.Новоселов и др. – М.: Недра, 1981. – 248 с.
2. Константинов Н.М. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов / Н.М. Константинов. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 260 с.
3. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / Ю.И. Пиковский. – М.: МГУ, 1993. – 207 с.
4. НАПБ Б 03.002-2007. Нормы визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Надійшла до редколегії 3.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Можаяв, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПАРЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ С ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ МАСС И ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С.А. Дудак, А.Н. Роянов

Предложена экспериментальная установка, которая позволяет исследовать параметры, которые характеризуют опасность испарения ЛГЖ и ГЖ с открытой поверхности в подвижную и неподвижную среду при аварийных разливах.

Ключевые слова: ЛГЖ и ГЖ, интенсивность испарения.

RESEARCH OF DEPENDENCE OF INTENSITY OF EVAPORATION OF EASILY COMBUSTIBLE LIQUIDS AND COMBUSTIBLE LIQUIDS FROM AN OPEN SURFACE FROM THE SPEED OF THE MOVEMENT OF AIR MASSES AND AMBIENT TEMPERATURE

S.O. Dudak, A.N. Roianov

The experimental setting, which allows to probe parameters which characterize the danger of evaporation of LGZH and GZH from the opened surface in a mobile and immobile environment at emergency overflows, is offered.

Keywords: easily combustible liquids and combustible liquids, intensity of evaporation.