

*О.В. Кулаков, к.т.н., доцент,  
заступник начальника кафедри ПТБОТ НУЦЗУ*

## **ПРОБЛЕМА ПРИ КАТЕГОРУВАННІ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ ЗОВНІШНІХ КАБЕЛЬНИХ СПОРУД**

Показано проблему при категоруванні за вибухопожежною та пожежною небезпекою кабельних естакад та галерей, в яких застосовуються кабельні вироби з пластмасовою ізоляцією та оболонкою. Категорія зовнішньої установки залежить від площі пожежі, яка, зокрема, визначається лінійною швидкістю розповсюдження полум'я та часом вільного розвитку пожежі. Такий висновок свідчить про неоднозначність існуючої методики розрахунку

**Ключові слова:** пожежа, категорія, кабельна естакада

**Постановка проблеми.** За статистичними даними [1], якщо всі пожежі прийняти за 100 %, то пожежі, що сталися через порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок, становлять щорічно у середньому 20 %. Серед електротехнічних виробів за пожежною небезпекою перше місце посідають кабельні вироби (КВ) – приблизно 60 % пожеж, 20 % загиблих і 70 % прямих матеріальних збитків від пожеж, що сталися через порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок [2].

Збільшення матеріальних збитків від пожеж в Україні свідчить про неналежне виконання системами протипожежного захисту своїх функцій. Тому удосконалення існуючих методів протипожежного захисту споруд є необхідним.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** З набуттям чинності нормативного документу [3] в Україні було введено категорування зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Визначені категорії слід використовувати для встановлення нормативних вимог щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки зовнішніх установок стосовно планування і забудови, конструктивних рішень, інженерного обладнання, систем протипожежного захисту.

На об'єктах КВ входять до складу кабельних ліній [4], які можуть прокладатись в землі (траншеях), воді та повітрі. Для прокладання кабельних ліній застосовують кабельні споруди.

Кабельна споруда – споруда, що спеціально призначена для розміщення в ній кабелів, кабельних муфт, а також обладнання, необхідного для забезпечення нормальної роботи кабельних ліній [4]. До кабельних споруд відносять: кабельні тунелі, канали, блоки, шахти,

поверхи, подвійні стелі (підвісні стелі), подвійні підлоги (фальшпідлоги), кабельні естакади, галереї, камери, пункти підживлення. Кабельні споруди за способом прокладання КВ можна розділити на такі, що розташовано у приміщеннях, та зовнішні.

За визначенням [3, 4] зовнішня установка – установка, розміщена поза приміщеннями (ззовні будинків), просто неба, або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями. Зовнішніми кабельними спорудами (установками) слід вважати кабельні естакади та галереї. Кабельна естакада – надземна чи наземна відкрита горизонтальна або нахилена протяжна кабельна споруда. Кабельна галерея – надземна чи наземна закрита повністю або частково горизонтальна або нахилена протяжна прохідна кабельна споруда.

Кабельні естакади та галереї з точки зору пожежної небезпеки характеризуються наявністю твердих горючих матеріалів (пластмасова ізоляція та оболонка КВ) та горючих рідин (оливонаповнені КВ з паперовою ізоляцією), тому за вимогами [3] можуть бути віднесені або до пожежонебезпечної категорії В<sub>3</sub> (якщо інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує 4 кВт·м<sup>-2</sup>) або до невибухо-непожежонебезпечної категорії Д<sub>3</sub> (якщо, відповідно, інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі на відстані 30 м від зовнішньої установки не перевищує 4 кВт·м<sup>-2</sup>).

Інтенсивність теплового випромінювання при горінні твердих матеріалів обчислюється за формулою [3]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi, \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}, \quad (1)$$

де  $E_f$  – середньо поверхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт·м<sup>-2</sup>;  $F_q$  – кутовий коефіцієнт опромінення;  $\psi$  – коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу.

Кутовий коефіцієнт опромінення обчислюється за формулою:

$$F_q = \sqrt{F_{\bar{a}}^2 + F_{\bar{a}}^2}, \quad (2)$$

де  $F_{\bar{a}}$ ,  $F_{\bar{a}}$  – фактори опромінення для вертикальної і горизонтальної площадок відповідно, які визначаються за допомогою формул:

$$F_{\bar{a}} = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{S} \cdot \arctg \frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \sqrt{\frac{S-1}{S+1}} - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right\} \right],$$

$$F_{\bar{a}} = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{B-1/S}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} - \frac{A-1/S}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right],$$

$h = \frac{2 \cdot H}{d}$ ,  $S = \frac{2 \cdot r}{d}$ ,  $A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S}$ ,  $B = \frac{S^2 + 1}{2 \cdot S}$ ,  $r$  – відстань від геометричного центру пожежі до об'єкта, що опромінюється, м.

Ефективний діаметр пожежі розраховується за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \text{ м,}$$

де  $F$  – площа пожежі,  $\text{м}^2$ .

Висота полум'я обчислюється за формулою:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left( \frac{M_V}{\rho_i \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61},$$

де  $M_V$  – питома масова швидкість вигорання матеріалу,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\rho_i = \frac{352}{t_i + 273}$  – густина навколишнього повітря при температурі  $t_{\text{п}}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

$g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  – прискорення вільного падіння.

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу обчислюється за формулою:

$$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)]. \quad (3)$$

**Постановка задачі та її розв'язання.** Визначимо умови, за яких кабельну естакаду (галерею), слід віднести до зовнішньої установки категорії В<sub>з</sub>. Припустимо, що застосовуються КВ з пластмасовою ізоляцією та оболонкою.

Аналіз формул (1)-(3) свідчить, що інтенсивність теплового випромінювання  $q$  при горінні пластмасових ізоляційних матеріалів КВ буде визначатися середньо поверхневою густиною теплового потоку випромінювання полум'я  $E_f$ , питомою масовою швидкістю вигорання матеріалу  $M_V$ , площею пожежі  $F$  та температурою навколишнього середовища  $t_{\text{п}}$ .

Значення  $E_f$  та  $M_V$  приймаються на основі наявних експериментальних даних. У разі відсутності даних для твердих матеріалів допускається приймати  $E_f = 40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$  та  $M_V = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  [3]. Тому, за нормальних умов (при  $t_{\text{п}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) величина  $q$  буде визначатися площею пожежі  $F$ .

Таким чином, необхідно розв'язати задачу: при якій площі пожежі інтенсивність теплового випромінювання  $q$  буде перебільшувати  $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$  на відстані  $r = 30 \text{ м}$  від зовнішньої установки. Проведений за формулами (1)-(3) розрахунок свідчить, що дана умова виконується при площі пожежі  $F > 199,6 \text{ м}^2$ .

Площа пожежі розраховується за [5, 6] залежно від лінійної швидкості розповсюдження полум'я  $V_{\text{л}}$  та часу вільного розвитку пожежі  $\tau_{\text{азв}}$ . У перші 10 хвилин після початку пожежі лінійну швидкість розповсюдження полум'я необхідно приймати половиною від табличного значення. Площа пожежі розраховується за формулою:

$$F = n \cdot a \cdot 0,5 \cdot V_{\text{е}} \cdot \tau_{\text{а}^{\text{в}}\text{е}}, \quad (4)$$

де  $n$  – кількість напрямків розповсюдження пожежі,  $a$  – ширина споруди.

При  $\tau_{\text{а}^{\text{в}}\text{е}} > 10$  хв. площа пожежі розраховується за формулою:

$$F = n \cdot a \cdot (5 \cdot V_{\text{е}} + V_{\text{е}} \cdot \tau_2), \quad (5)$$

де  $n$  – кількість напрямків розповсюдження пожежі,  $a$  – ширина споруди,  $\tau_2 = \tau_{\text{а}^{\text{в}}\text{е}} - 10$ .

Для кабельних споруд лінійна швидкість розповсюдження полум'я  $V_{\text{л}} = 0,8 \div 1,1$  м/хв (таблиця 1.4 [5]).

Наприклад, при ширині кабельної естакади (галереї)  $a = 2,0$  м та  $V_{\text{л}} \approx 0,95$  м/хв. кабельну споруду слід віднести до зовнішньої установки категорії  $B_3$  при часі вільного розвитку пожежі  $\tau_{\text{а}^{\text{в}}\text{е}} > 57,5$  дб. (занадто велике значення). При меншому часі вільного розвитку пожежі кабельну естакаду (галерею) слід віднести до зовнішньої установки категорії  $D_3$ .

**Висновок.** З введенням нормативного документу НАПБ Б.03.002 [3] для визначення категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою зовнішньої кабельної споруди необхідно розраховувати інтенсивність теплового випромінювання при горінні КВ. Категорія установки залежить від площі пожежі, яка, зокрема, визначається лінійною швидкістю розповсюдження полум'я та часом вільного розвитку пожежі. Такий висновок свідчить про неоднозначність існуючої методики розрахунку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статистика [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://undicz.mns.gov.ua/content/statistics.html>.
2. Пожежна безпека кабельної продукції: практичний посібник / [І.К. Домніч, Р.І. Кравченко, О.В. Кулаков та ін.]. – Харків: УЦЗУ, 2008. – 214 с.
3. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://document.ua/normi-viznachennja-kategorii-primishen-budinkiv-ta-zovnishni-nor7322.html> – (Нормативний акт пожежної безпеки).
4. Правила улаштування електроустановок. – Харків: Індустрія, 2008. – 422 с. – (Серія «Довідник енергетика», кн. 6).
5. Иванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Иванников, П.П. Ключ. – Москва: Стройиздат, 1987. – 288 с. – (Довідник фахівця).
6. Методика розрахунку сил та засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://192.168.1.1/firstdep/docs/1804/NMNS\\_1341\\_2011.pdf](http://192.168.1.1/firstdep/docs/1804/NMNS_1341_2011.pdf). – (Керівний документ МНС України).

**О.В. Кулаков. Проблема при категорировании по взрывопожарной и пожарной опасности внешних кабельных сооружений**

Показана проблема при категорировании по взрывопожарной и пожарной опасности кабельных эстакад и галерей, в которых применяются кабельные изделия с пластмассовой изоляцией и оболочкой. Категория внешней установки зависит от площади пожара, которая, в частности, определяется линейной скоростью распространения пламени и временем свободного распространения пожара, что свидетельствует о неоднозначности существующей методики расчета

**Ключевые слова:** пожар, категория, кабельная эстакада

**O.V. Kulakov. Problem at calculation of category of explosion-fire and fire danger of external cable building**

A problem is shown at classification of explosion-fire and fire danger of cable trestles and galleries which cable wares with a plastic isolation and shell are used. The category of the external setting relies on the area of fire which, in particular, is determined by linear speed of distribution of flame and time of free development of fire. Such conclusion testifies to the ambiguousness of existent method of computation

**Keywords:** fire, category, cable trestle