

*Ю.І. Рудик, канд. техн. наук, доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності),  
Т.Б. Юзьків, канд. техн. наук, доцент (Український науково-дослідний інститут цивільного захисту),  
Ю.Т. Юзьків (ГТУ МНС у Львівській області)*

## ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДІЛЯНОК ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

У статті подано результати випробовувань електротехнічних пристроїв у складі кабельних ліній за вимогами норм пожежної безпеки. Встановлена за результатами випробовувань межа вогнестійкості досліджених виробів: блоків комутації та коробок вогнестійких розподільчих, змонтованих у кабельних лініях, становила не менше 30 хв. На підставі застосування стандартизованої методики визначення межі вогнестійкості для будівельних конструкцій та інженерних мереж визначені інтегральні значення температурних параметрів випробовування, а також його похибка. Наведені метрологічні характеристики та ілюстративні матеріали дають змогу оцінювати правильність дотримання методології випробовувань.

**Ключові слова:** метод випробовування, клас вогнестійкості, електротехнічні пристрої, кабельна лінія, пожежна безпека.

**Постановка проблеми.** Вимоги пожежної безпеки до електричних та оптичних ізольованих проводів та кабелів і методи їх випробовування встановлює національний стандарт України ДСТУ 4809 [1]. У цьому стандарті під терміном «електричні ізольовані проводи і кабелі» розуміють проводи та кабелі з ізольованими металевими жилами, які призначені для передавання енергії, сигналів або інформації. Стандарт містить показники пожежної небезпеки та методи випробовування ізольованих проводів і кабелів, які встановлено у стандартах Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС), регіональних і національних стандартах (ГОСТ і ДСТУ) та державних будівельних нормах (ДБН). На сьогодні як для виробників кабельно-провідної продукції, так і для контролюючих органів держави є проблематичними організація і виконання таких випробовувань в повному обсязі. Об'єднання зусиль різних лабораторій з метою забезпечення дотримання вимог технічного регулювання і, як наслідок, підвищення рівня пожежної безпеки можливе за умови точності, правильності та збіжності результатів їх випробовувань.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Здатність ізольованих кабелів і проводів до збереження цілісності кіл в умовах вогневої дії (вогнестійкість) у багатьох країнах світу визначається за стандартами ІЕС 60331. Здатність кабелів до збереження цілісності кіл в Україні оцінюють під час випробування кабельних ліній на вогнестійкість за ДСТУ Б В.1.1-11:2005 [2] у вогневій печі, згідно з ДСТУ Б В. 1.1-4-98\* [3]. Піч призначена для створення стандартного температурного режиму:

$$T_s = 345 \cdot \lg(8t + 1) + 20; \quad (1)$$

де  $t$  – час, що відраховується від початку випробування, хв;

$T_s$  – температура, яка відповідає часу  $t$ , °С.

Для випробувань на вогнестійкість виготовляють два зразки кабельних ліній, які прокладають певним способом [3]. Загальна довжина зразка, яку піддають вогневному впливу в печі має бути не меншою ніж 1800 мм, а довжина кінців зразка, які виходять з обох боків за межі печі – не меншою ніж 300 мм.

Випробування кабельних ліній на вогнестійкість проводять протягом заявленого виробником часу та/або до настання граничного стану.

Сутність методу випробовування полягає у визначенні проміжку часу від початку випробовування за стандартним температурним режимом, згідно з ДСТУ Б В.1.1-4-98\* «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробовувань на вогнестійкість. Загальні вимоги» [3], до настання одного з нормованих для кабельної лінії граничних станів з вогнестійкості в умовах, що регламентуються ДСТУ Б В.1.1-11:2005 [2].

Нормована межа вогнестійкості кабельних ліній у хвилинах має відповідати одному з чисел такого ряду: 15, 30, 45, 60, 90.

Для кабельних ліній граничним станом з вогнестійкості є втрата функціональності (ознака Р). Граничним станом за ознакою втрати функціональності є виникнення короткого замикання між жилами кабелів або між жилами кабелів та металевими частинами опорної конструкції (короба, лотка, тощо), де він прокладений, або обривання однієї або більше жил кабелів. Під час проведення випробовувань надлишковий тиск в печі має становити  $(10 \pm 3)$  Па, починаючи з 5-ї хвилини випробовування. Умови навколишнього середовища в лабораторії мають відповідати ДСТУ Б В.1.1-4-98\* [3].

За результат випробовувань беруть межу вогнестійкості, що визначена за формулою:

$$t_{fr} = t_{mes} - \Delta t, \quad (2)$$

де  $t_{fr}$  – межа вогнестійкості конструкції, хв.;

$t_{mes}$  – найменше значення часу від початку випробовування до досягнення граничного стану з вогнестійкості, що визначене за результатами випробовувань однакових зразків, хв.;

$\Delta t$  – похибка випробовування, хв.

Значення похибки  $\Delta t$  визначають згідно з додатком Г [3] за формулою:

$$\Delta t = (0,015t_{mes} + 3)(A_s - A_f)/(A_s - A_{min}) \quad (3)$$

де  $A_s$ ,  $A_f$ ,  $A_{min}$  – інтегральні значення (площі, що знаходяться під кривими) стандартної температури, середньої температури в печі та мінімальної допустимої температури в печі, відповідно,  $^{\circ}\text{C} \times \text{хв}$ . Якщо  $A_f > A_s$ , то  $\Delta t = 0$ .

**Постановка завдання.** На підставі застосування стандартизованого методу випробування на вогнестійкість кабельної продукції потрібно визначити інтегральні значення температурних параметрів випробовування, а також похибку випробовування.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єкти випробовувань у складі кабельних ліній (рис. 1): коробка вогнестійка розподільча КВР 01/30, розмірами: 100x52x141мм, максимальна прохідна потужність – не більше 1000 Вт, сумарна потужність одного відгалуження – не більше 30 Вт; блок комутації вогнестійкий типу БКП-1. Розподільча коробка випробовувалась у складі кабельної лінії з вогнестійкого кабелю (N) НХН FE180/E30 виробництва «Tele-fonika Kable Sp. z o.o. S.K.A.» (Польща), а блок комутації БКП-1 випробовувався у складі кабельної лінії з вогнестійкого кабелю 2x1.5MM2 0,6 KV FE 90/E30-E60 виробництва Draka (Голландія). Межа вогнестійкості кабелю – 90 хв. [1].

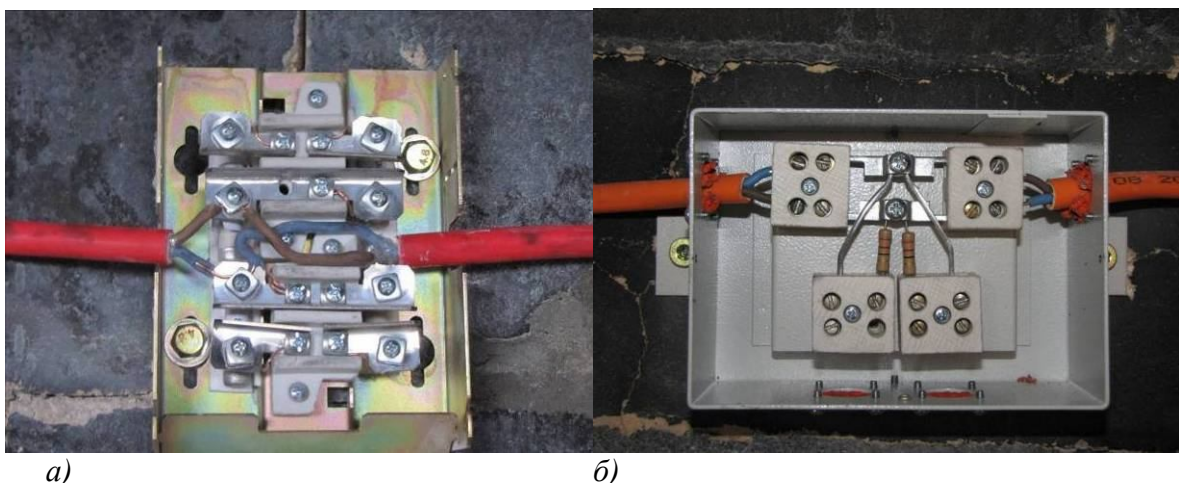


Рис 1. Зразок БКП-1МП (а) та КВР 01/30 (б)

Умови випробовувань: температура повітря 12° С; відносна вологість повітря 70 % ; атмосферний тиск 101 кПа. Випробовували одночасно по два зразки блоків комутації вогнестійких типу БКП-1, моделі БКП-1МП, розмірами: 120x98x33мм з напругою комутації до 50 В змінного та 120 В постійного струму. Максимальна потужність, що може подаватись на кожен вхід БКП-1МП, становить 25 Вт (резистори керамічні цементовані P=5 Вт, R=47 Ом), які випробовувались у складі кабельної лінії. Кріплення кабелю здійснювалося горизонтально по стінці печі за допомогою анкерних болтів М6х40 з кроком 300 мм. Блоки комутації було закріплено за допомогою анкерних болтів М6х40 у двох точках. Місця вводу кабелів було ущільнено герметиком жаростійким «Multigem» виробництва «Diamon Stable Holding» (ЄС). Випробовуванням піддавались одночасно два зразки коробок вогнестійких розподільчих КВР 01/30, розмірами: 100x52x141мм, які випробовувались у складі кабельної лінії. Кріплення кабелю здійснювалося горизонтально по стінці печі за допомогою турбошурупів М6 з кроком 200, 400 мм. Розподільчі коробки було закріплено за допомогою турбошурупів М6 у двох точках відповідно до технічної документації на виріб. Кабелі було підключено, згідно з ДСТУ Б В. 1.1-11:2005 до багатоканального комутаційного пристрою (0,4кВ) з автоматичними вимикачами з номінальним струмом розчеплювача 2А.

Зовнішній вигляд зразків блоків комутації та коробок вогнестійких розподільчих до та після випробовувань показано на рис. 2-4.



a)



б)

**Рис 2.** Зразок монтажу в кабельну лінію блоків комутації №1 і №2 (а) та коробок вогнестійких розподільчих №1 і №2 (б) до випробовувань



a)



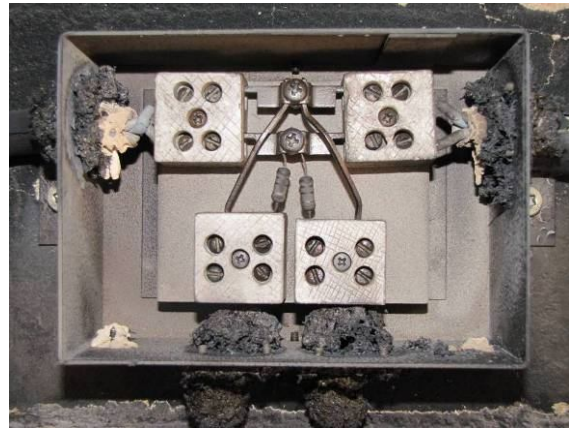
б)

**Рис 3.** Зразок монтажу в кабельну лінію блоків комутації №1 і №2 (а) та коробок вогнестійких розподільчих №1 і №2 (б) після випробовувань

Засоби випробовувань. Для випробовування використовувалась піч універсальна для теплофізичних випробовувань матеріалів, фрагментів будівельних конструкцій та виробів на вогнестійкість, яка відповідає вимогам [3] та засоби вимірювальної техніки, що відповідають вимогам [2] та [3].



а)



б)

**Рис 4.** Вигляд БКП-1МП (а) та КВР 01/30 (б) після випробовувань

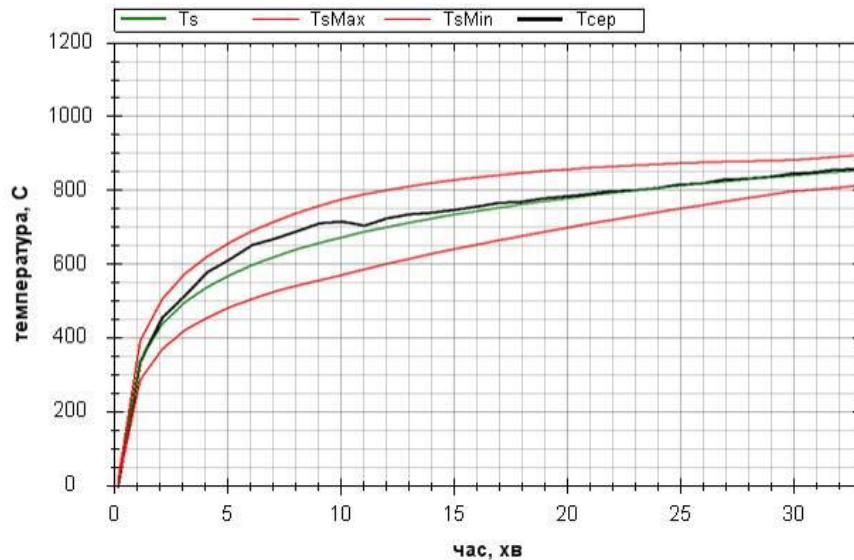
Результати вимірювань температур з метою контролю стандартного температурного режиму під час досліджень у випробовувальній печі відображені на рис. 5.

Під час проведення випробовувань температура та надлишковий тиск в печі відповідали вимогам, що регламентовані ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. Надлишковий тиск в печі під час випробування БКП – 1МП на 5-й хв. становив 9 Па, а з 9-ї хв – 10 Па, а під час випробування КВР 01/30 на 5 хв склав 8 Па, а з 10 хв. – 10 Па. Випробовування зразків згідно з чинними протипожежними вимогами загальної сфери застосування, які становлять Р30 [5], тривали 33 хв.

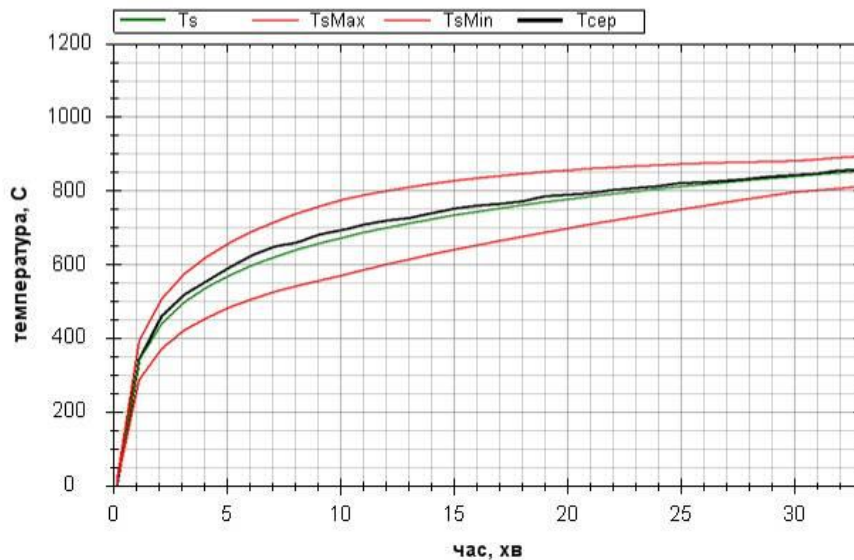
Втрати функціональності (виникнення короткого замикання між жилами кабелів, а також жилами кабелів та металевими частинами блоків комутації чи обриву однієї або більше жил кабелю) зразків під час випробовування не відбулося.

Значення  $A_s$ ,  $A_f$ ,  $A_{min}$  для зразків коробок вогнестійких розподільчих КВР 01/30 за часу випробовувань 33 хв склали 23782; 24322,52; 21317,73 °С × хв. Значення  $A_s$ ,  $A_f$ ,  $A_{min}$  для зразків блоків вогнестійких розподільчих БКП-1 склали 23354; 23882,23; 20910,07 °С × хв. відповідно. Похибка випробовувань  $\Delta t$ , розрахована за формулою (3) склала 0 хв. так як  $A_f > A_s$ .

**Висновок.** Подані результати випробовувань електротехнічних пристроїв у складі кабельних ліній за вимогами норм пожежної безпеки задовольняють умови їх точності, правильності та збіжності.



a)



б)

**Рис. 5.** Температура в печі з установленими в ній коробками (блоками) розподільчими (комутаційними) вогнестійкими типу БКП-1, моделі БКП-1МП (а) та коробками вогнестійкими розподільчими KBP 01/30 (б).

Встановлена за результатами випробовувань межа вогнестійкості досліджених виробів: блоків комутації та коробок вогнестійких розподільчих, змонтованих у складі кабельних ліній, становить не менше 30 хв. На підставі застосування стандартизованої методики встановлення межі вогнестійкості для будівельних конструкцій та інженерних мереж визначені інтегральні значення температурних параметрів випробовування, а також похибка випробовування. Таким чином, за результатами випробовувань зразків БКП-1 та KBP 01/30 встановлений клас їх вогнестійкості Р30.

#### Список літератури:

1. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування. — К.: Держстандарт України, 2007. — 20 с. — [Чинний від 2008-01-01]. — (Національний стандарт України).

2. ДСТУ Б В.1.1-11:2005 Захист від пожежі. Електричні кабельні лінії. Метод випробування на вогнестійкість –Київ: Держстандарт України, 2008. - 16 с. — [Чинний від 2006-01-01]. — (Національний стандарт України).

3. ДСТУ Б В.1.1-4-98\* «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. – Київ: Держстандарт України, 1998. - 45 с. — [Чинний від 1999-03-01]. — (Національний стандарт України).

4. ДСТУ ІЕС 60695-1-1:2002 Випробування на пожежну безпеку електротехнічних виробів. Частина 1-1. Настави щодо оцінювання пожежної небезпеки. Загальні положення (ІЕС 60695-1-1:1994). — К.: Держстандарт України, 2007. — 78 с. — [Чинний від 2003-01-01]. — (Національний стандарт України).

5. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – Нормативні акти України – Режим доступу: [//www.nau.kiev.ua](http://www.nau.kiev.ua).

*Ю.І. Рудык, Т.Б. Юзькив, Ю.Т. Юзькив*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

В статье представлены результаты испытаний электротехнических устройств в составе кабельных линий по требованиям норм пожарной безопасности. Установленный по результатам испытаний предел огнестойкости исследованных изделий: блоков коммутации и коробок огнестойких распределительных, смонтированных в кабельных линиях, составил не менее 30 мин. На основании применения стандартизированной методики для установления степени огнестойкости строительных конструкций и инженерных сетей определены интегральные значения температурных параметров испытания, а также его погрешность. Приведенные метрологические характеристики и иллюстративные материалы позволяют оценивать правильность соблюдения методологии испытаний.

**Ключевые слова:** метод испытания, класс огнестойкости, электротехнические устройства, кабельная линия, пожарная безопасность.

*Yu. I. Rudyk, T.B. Yuzkiv, Yu.T. Yuzkiv*

## DETERMINING FIRE RESISTANCE LIMIT OF ELECTRIC NETWORKS

The article contains the results of testing of electrical devices in the cable lines to the requirements of fire safety standards. Established by testing fire resistance limit of tested products: switching blocks and distribution fireproof boxes, mounted in cable lines was not less than 30 minutes. On the basis of a standardized method for establishing degree of fire resistance of structures and utilities the integral values of the temperature test parameters and its deviation are determined. Given metrological characteristics and illustrative materials enable to assess the correctness of methodology test compliance.

**Keywords:** test method, the class of fire resistance, electrical devices, cable line, fire safety.

