

УДК 614.841

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СТАНДАРТИЗОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗАПАЛЮВАННЯ

*С.В. Новак**, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., П.О. Іллюченко, М.Д. Гордєєв, О.В. Зазимко
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 28.04.2018

Пройшла рецензування: 11.06.2018

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

випробувальне полум'я, горючість, джерело запалювання, дослідний зразок, електротехнічний виріб, електроізоляційний матеріал.

АНОТАЦІЯ

Наведено результати експериментального визначення показників горючості електроізоляційних матеріалів, отримані із застосуванням стандартизованих полумєневих джерел запалювання різної потужності, створених за допомогою 3-х видів горючих газів. Визначено проміжки часу t_1 підвищення температури мідних блоків в інтервалі від 100 °С до 700 °С. Встановлено вплив потужності стандартизованих джерел запалювання та виду горючого газу на показники горючості електроізоляційних матеріалів.

Для забезпечення пожежної безпеки електротехнічних виробів на етапі їх проектування та створення першочерговим є застосування в конструкції виробу електроізоляційних матеріалів, які відповідають вимогам щодо їх горючості. Методи випробувань електроізоляційних матеріалів на горючість [1, 2] передбачають застосування стандартизованих полумєневих джерел запалювання різної потужності із різними горючими газами. Відмінність в інтенсивності вогневого впливу на електроізоляційний матеріал може привести до отримання різних результатів випробувань цих матеріалів на горючість. Тому метою даної роботи було поставлено визначення впливу потужності стандартизованих джерел запалювання та виду горючого газу на показники горючості електроізоляційних матеріалів.

Для проведення експериментальних досліджень горючості застосовано два електроізоляційні матеріали: текстоліт електротехнічної марки А (ГОСТ 2910-74 [3]) та гетинакс фольгований марки ГФ-1-П (ГОСТ 10316-62 [4]), стандартизовані полумєневі джерела запалювання потужністю 50 Вт [5] та 500 Вт [6] із використанням трьох видів горючих газів: метану та пропану з чистотою не нижче ніж 98 %, а також пропан-бутану (пропан-бутанової суміші для побутового використання). Перші два види горючих газів в EN 60695-11-3 [6] передбачено для використання при застосуванні джерела запалювання потужністю 500 Вт. В EN 60695-11-4 [5] визначено, що для джерела запалювання потужністю 50 Вт слід використовувати метан. Для проведення експериментальних досліджень горючості у даній роботі окрім зазначених двох видів горючих газів застосовано пропан-бутан,

як можливу альтернативу зазначеним стандартизованим горючим газам. Джерела запалювання потужністю 50 Вт [5] та 500 Вт [6] призначено для застосування під час проведення дрібномасштабних лабораторних випробувань [1, 2], метою яких є порівняння параметрів горіння різних матеріалів, що використовуються у виробництві електротехнічних виробів. Методи цих лабораторних випробувань [1, 2] забезпечують можливість попереднього вибирання електроізоляційних матеріалів, з яких виготовляють вироби.

Методика експериментальних досліджень горючості зазначених вище електроізоляційних матеріалів (текстоліту та гетинаксу) заснована на положеннях, наведених в EN 60695-11-10 [1] та EN 60695-11-20 [2]. Сутність експериментів полягала у прикладанні полум'я до торця дослідного зразка (див. рисунки 1, 2) на проміжок часу 10 с з подальшим відведення полум'я від нього. Відстань між патрубком і торцем дослідного зразка становила (10 ± 1) мм при застосуванні пальника потужністю 50 Вт [5] і (55 ± 1) мм для пальника потужністю 500 Вт [6]. Значення висоти полум'я для пальника потужністю 50 Вт складало (20 ± 2) мм [5]. Для пальника потужністю 500 Вт контролювали висоту внутрішнього блакитного конусу полум'я (далі – висоту полум'я), яка мала бути від 38 мм до 42 мм [6]. Застосовували по п'ять однакових дослідних зразків. Під час експериментів визначали такі показники горючості, як: тривалість самостійного горіння зразка після відведення полум'я, тривалість тління зразка після відведення полум'я або після припинення самостійного горіння зразка, максимальна межа пошкодження зразка, мінімальна межа пошкодження зразка. Отримані експериментальні дані щодо

*E-mail: novak.s.fire@gmail.com

показників горючості зразків наводили в табличній формі. За цими експериментальними даними шляхом осереднення значень,

отриманих для дослідних зразків, визначали показники горючості текстоліту та гетинаксу.

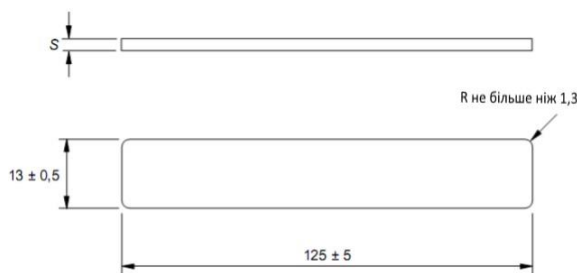


Рисунок 1 – Дослідний зразок електроізоляційного матеріалу у формі бруска
S – товщина дослідного зразка, яка складає 1,4 мм для текстоліту і 1,5 мм для гетинаксу

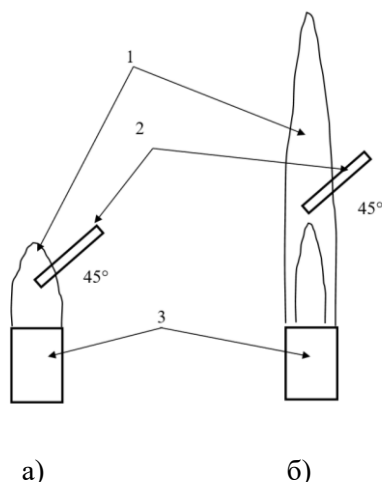


Рисунок 2 – Схема розташування випробувального полум'я потужністю 50 Вт (а) та 500 Вт (б) відносно дослідного зразка
1 – полум'я пальника; 2 – дослідний зразок (вид з торця); 3 – патрубок пальника.

Попередньо, до проведення зазначених досліджень горючості, для оцінювання можливого впливу виду горючого газу на інтенсивність теплообміну між полум'ям і дослідним зразком, експериментальним шляхом визначали проміжки часу t_i підвищення температури мідних блоків в інтервалі від 100 °C до 700 °C. Під час цих експериментів вільно підвішений на термопарі мідний блок масою (1,76 ± 0,01) г для пальника потужністю 50 Вт і (10,00 ± 0,05) г для пальника потужністю 500 Вт вносили в полум'я, створене вертикально розташованим пальником. При цьому відстань розташування мідного блока над краєм патрубку пальника була такою ж, як і під час досліджень горючості. Для кожного пальника і горючого газу було проведено по п'ять експериментів, за якими визначали проміжок часу t_i , як середнє значення даних п'яти експериментів, і похибку його визначення (див. таблицю 1). З таблиці 1 випливає, що значення проміжку часу t_i , отримані для різних горючих газів із

застосуванням пальника потужністю 50 Вт (або 500 Вт), незначно відрізняються між собою, і різниця між ними знаходиться на рівні похибки вимірювання. З отриманих експериментальних даних можна зробити висновок про те, що на інтенсивність теплообміну між полум'ям і дослідним зразком при застосуванні пальників потужністю 50 Вт і 500 Вт вид горючого газу (метан, пропан та пропан-бутан) не впливає.

Таблиця 1 – Результати визначення проміжку часу нагрівання мідних блоків

Потужність пальника, Вт	Проміжок часу t_i , с	Похибка, с (%)
Метан		
50	46,98	± 0,76 с (± 1,61 %)
500	55,79	± 0,52 с (± 0,94 %)
Пропан		
50	45,60	± 0,73 с (± 1,59 %)
500	55,12	± 0,48 с (± 0,87 %)
Пропан-бутан		
50	45,71	± 0,92 с (± 1,72 %)
500	55,62	± 0,85 с (± 1,52 %)

У таблиці 2 надано експериментальні дані щодо показників горючості, отримані для зразків з текстоліту та гетинаксу із застосуванням пальників потужністю 50 Вт і 500 Вт і метану. Дані цієї таблиці свідчать про наявність значної розбіжності у показниках горючості, які отримані для дослідних зразків в однакових умовах (потужність пальника та вид горючого газу). Зокрема, при застосуванні пальника потужністю 500 Вт і метану значення тривалості самостійного горіння зразків гетинаксу після відведення полум'я

відрізняються на 58 % (зразки № 3 та № 5), а значення мінімальної межі пошкодження зразків текстоліту – на 68 % (зразки № 1 та № 5).

У таблицях 3, 4 наведено результати визначення показників горючості текстоліту та гетинаксу, отримані із застосуванням пальників потужністю 50 Вт і 500 Вт і різних горючих газів. Зазначені в цих таблицях результати визначено шляхом осереднення даних, отриманих для однакових дослідних зразків № 1 – № 5 для кожної потужності пальника і наведених в таблиці 2.

Таблиця 2 – Експериментальні дані щодо показників горючості дослідних зразків, отримані із застосуванням метану

Потужність пальника, Вт	Номер зразка	Тривалість самостійного горіння зразка після відведення полум'я, с	Тривалість тління зразка після відведення полум'я або після припинення самостійного горіння зразка, с	Максимальна межа пошкодження зразка, мм	Мінімальна межа пошкодження зразка, мм
Текстоліт					
50	1	25,7	1,2	8,4	2,1
	2	16,2	1,2	8,5	1,2
	3	18,6	1,0	9,2	1,1
	4	24,0	2,0	8,5	1,7
	5	16,2	1,0	8,8	1,0
500	1	26,8	2,0	16,4	6,2
	2	16,2	1,8	15,5	4,0
	3	15,4	1,4	15,1	2,0
	4	14,0	3,0	15,6	2,1
	5	23,4	1,0	12,4	2,0
Гетинакс					
50	1	7,3	3,8	5,8	0
	2	8,5	1,9	7,1	0
	3	5,2	6,4	6,1	0
	4	6,4	2,4	5,9	0
	5	6,1	3,1	7,1	0
500	1	26,4	14,8	18,2	4,6
	2	31,9	15,6	15,7	4,7
	3	14,1	6,4	17,1	3,3
	4	26,5	23,6	15,3	6,4
	5	33,6	14,2	16,7	7,0

Таблиця 3 – Показники горючості текстоліту, отримані із застосуванням різних газів

Потужність пального, Вт	Тривалість самостійного горіння зразків після відведення полум'я, с	Тривалість тління зразків після відведення полум'я або після припинення самостійного горіння зразків, с	Максимальна межа пошкодження зразка, мм	Мінімальна межа пошкодження зразка, мм
Метан				
50	20,1	1,3	8,7	1,4
500	19,2	1,8	15,0	3,3
Пропан				
50	16,5	0	7,9	1,5
500	17,4	1,9	16,1	3,3
Пропан-бутан				
50	18,9	5,0	8,9	2,6
500	16,6	1,7	13,5	2,7

Таблиця 4 – Показники горючості гетинаксу, отримані із застосуванням різних газів

Потужність пального, Вт	Тривалість самостійного горіння зразків після відведення полум'я, с	Тривалість тління зразків після відведення полум'я або після припинення самостійного горіння зразків, с	Максимальна межа пошкодження зразка, мм	Мінімальна межа пошкодження зразка, мм
Метан				
50	6,7	3,5	6,4	0
500	26,5	14,9	16,6	5,2
Пропан				
50	7,0	4,2	6,5	0
500	22,4	13,8	16,3	4,9
Пропан-бутан				
50	5,5	2,6	6,2	0
500	20,8	11,9	14,0	3,4

З аналізу наведених в таблицях 3, 4 даних випливає наступне.

Потужність пального впливає на такі показники горючості текстоліту та гетинаксу, як мінімальна та максимальна межі пошкодження зразка. Зі збільшенням потужності ці межі підвищуються. Найбільший зріст має місце для гетинаксу при застосуванні метану: з 6,4 мм до 16,6 мм – для максимальної межі пошкодження, і з 0 до 5,2 мм – для мінімальної межі. Підвищення потужності не впливає на тривалість самостійного горіння та тривалість тління зразків з текстоліту після відведення полум'я. Для зразків з гетинаксу підвищення потужності значно впливає на ці показники горючості. Зі збільшенням потужності тривалість самостійного горіння підвищується з 6,7 с до 26,5 с, а тривалість тління зразків – з 3,5 с до 14,9 с. Результати визначення показників

горючості текстоліту та гетинаксу, отримані із застосуванням різних газів, незначно відрізняються між собою, і різниця між ними знаходиться на рівні похибки вимірювання.

З вищенаведеного можна зробити висновки про те, що застосування джерела запалювання більшої потужності може призводити до отримання даних, які не перевищують значень показників горючості електроізоляційних матеріалів, отриманих при використанні джерела запалювання меншої потужності. Використання різних горючих газів зазначених вище видів не призводить до відмінностей у значеннях показників горючості таких електроізоляційних матеріалів, як текстоліт електротехнічний марки А (ГОСТ 2910-74 [3]) та гетинакс фольгований марки ГФ-1-П (ГОСТ 10316-62 [4]).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. EN 60695-11-10:2013 Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods (Випробування на пожежну небезпеку – Частина 11-10: Випробувальне полум'я – Методи випробування горизонтальним і вертикальним полум'ям потужністю 50 Вт).
2. EN 60695-11-20:2015 Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods (Випробування на пожежну небезпеку – Частина 11-20: Випробувальне полум'я – Методи випробування полум'ям потужністю 500 Вт).
3. ГОСТ 2910-74 Текстолит электротехнический листовой. Технические условия.
4. ГОСТ 10316-62 Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Марки и основные размеры.
5. EN 60695-11-4:2011 Fire hazard testing – Part 11-4: Test flames – 50 W flame – Apparatus and confirmational test method (Випробування на пожежну небезпеку – Частина 11-4: Випробувальне полум'я – Полум'я потужністю 50 Вт – Обладнання і методи підтвердження відповідності параметрів випробувального полум'я встановленим вимогам).
6. EN 60695-11-3:2012 Fire hazard testing – Part 11-3: Test flames – 500 W flames – Apparatus and confirmational test methods (Випробування на пожежну небезпеку – Частина 11-3: Випробувальне полум'я – Полум'я потужністю 500 Вт – Обладнання і методи підтвердження відповідності параметрів випробувального полум'я встановленим вимогам).

EXPERIMENTAL RESEARCH OF COMBUSTIBILITY OF ELECTRICAL INSULATION MATERIALS USING STANDARDIZED SOURCES OF IGNITION

*S. Novak, Cand. of Sc. (Eng.), Senior Fellow, P. Illiuchenko, M. Hordieiev, O. Zazymko
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine*

KEYWORDS

test flame, combustibility, ignition source, research sample, electrical product, electrical insulation material.

ANNOTATION

The results of the experimental determination of the flammability indices of electrical insulating materials obtained using standardized flame ignition sources of various capacities created with the help of 3 types of combustible gases are given. The time intervals t_1 of increase the temperature of copper blocks in the range from 100 °C to 700 °C have been determined. The influence of the power of standardized ignition sources and the type of combustible gas on the combustibility of electrical insulating materials has been established.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ

*С.В. Новак, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., П.А. Иллюченко, М.Д. Гордеев, А.В. Зазимко
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

испытательное пламя, горючесть, источник зажигания, опытный образец, электротехническое изделие, электроизоляционный материал.

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты экспериментального определения показателей горючести электроизоляционных материалов, полученных с применением стандартизированных пламенных источников зажигания различной мощности, созданных с помощью 3-х видов горючих газов. Определены промежутки времени t_1 повышение температуры медных блоков в интервале от 100 °C до 700 °C. Установлено влияние мощности стандартизированных источников зажигания и вида горючего газа на показатели горючести электроизоляционных материалов.