

*О.В. Кулаков, канд. техн. наук, доцент, заст. нач. каф. НУЦЗУ*

## **ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ВЕЛИКИХ ПЕРЕХІДНИХ ОПОРІВ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ**

(представлено д-ром техн. наук Лариным О.М.)

Визначено вимоги до з'єднань в системі блискавкозахисту. Показано, що відмова від нормування величини мінімально припустимого перехідного опору з'єднань та необхідності його періодичного контролю не є оправданою. При великому перехідному опорі в місці його появи блискавковідвід буде розплавлений струмом блискавки, що може привести до пожежі

**Ключові слова:** блискавкозахист, блискавковідвід, перехідний опір, пожежа

**Постановка проблеми.** За статистичними даними [1] щорічно в Україні відбувається близько 1600 пожеж від грозових розрядів блискавки. Практично кожна пожежа, пов'язана з блискавкою, призводить до значних матеріальних та людських втрат. Тому удосконалення існуючих методів захисту будинків та споруд від розрядів блискавки є необхідним.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** З 01 січня 2009 року в Україні замість РД 34.21.122 [2] ведений новий нормативний документ – національний стандарт України ДСТУ Б В.2.5-38 [3]. Цим документом суттєво змінено вимоги до улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Зокрема, за попереднім нормативним документом РД 34.21.122 (п. 3.4) з'єднання блискавкоприймачів зі струмовідводами й струмовідводів із заземлювачами повинні були виконуватися, як правило, зварюванням, а тільки при неприпустимості вогневих робіт дозволялося виконання болтових з'єднань, причому перехідний опір з'єднання не повинний був перевищувати 0,05 Ом при обов'язковому щорічному контролі останнього перед початком грозового сезону. Правила виконання зварювальних робіт [4] вимагають виконувати зварювання внахльостку таким чином, щоб довжина зварних швів була не менше ніж подвійна сума товщини деталей, що зварюються. Зазначений спосіб з'єднання елементів забезпечував мінімальний перехідний опір в місцях з'єднання, що унеможливило пошкодження елементів блискавкозахисту та появу джерел запалювання електричного походження [5].

У відповідності з вимогами п. 6.5.7 нового нормативного документу ДСТУ Б В.2.5-38 [3] з'єднання в системі блискавкозахисту дозволяється виконувати зварюванням, паянням, допускається також

вставка в затискний наконечник або болтове кріплення. При цьому стосовно вставки в затискний наконечник або болтового кріплення відсутня вимога щодо величини мінімально припустимого перехідного опору та необхідності його періодичного контролю.

Температуру нагрівання контактів струмопровідників за час  $\tau$  при підвищених перехідних опорах можна розрахувати, наприклад, за допомогою методики ГОСТ 12.1.004 [5].

**Постановка задачі та її розв'язання.** Проаналізуємо пожежну небезпеку великих перехідних опорів в з'єднаннях елементів блискавковідводу. Для цього розрахуємо температуру нагрівання контакту болтового кріплення при підвищених перехідних опорах за час дії блискавки.

Блискавка характеризується наступними параметрами [6]: сила струму каналу у середньому складає  $I=10^5$  А, час дії – близько  $\tau = 0,1$  с.

Припустимо, що блискавка виникла за нормальних умов навколишнього середовища, тобто за температури  $t_{cp} = 20$  °С.

Для виготовлення елементів блискавковідводів дозволяється застосувати сталь, мідь або алюміній. Мінімальній переріз елементів блискавковідводів, виготовлених зі сталі, складає  $50 \text{ мм}^2$ , алюмінію –  $70 \text{ мм}^2$  для блискавкоприймача та  $25 \text{ мм}^2$  для блискавковідводу, міді –  $35 \text{ мм}^2$  для блискавкоприймача та  $16 \text{ мм}^2$  для блискавковідводу [3].

Падіння напруги на контактних парах сталь-сталь дорівнює  $U=2,5$  В, мідь-мідь –  $U=0,65$  В та алюміній-алюміній –  $U=0,28$  В відповідно (таблиця 8 [5]).

Припустимо, що блискавковідвід виготовлений зі сталевого кола діаметром 8 мм та має контактні пари, виконані за допомогою болтового кріплення М8.

У відповідності до методики [5] розрахунку температури нагрівання контактів струмопровідників при підвищених перехідних опорах припустимо, що температура нагріву контактів дорівнює  $t_{н.к} = 2200$  °С. У цьому випадку загальний коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_{заг} = 11,63 \cdot e^{0,0023 \cdot t_{н.к}} = 11,63 \cdot e^{0,0023 \cdot 2200} \approx 1832,78 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}.$$

Питома масова теплоємність металу контактів складає [7]

$$C=460 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1};$$

припускаємо масу контактів

$$m \approx 0,05 \text{ кг};$$

площа поверхні теплообміну

$$S = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} \approx 50 \text{ мм}^2 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді постійна часу нагрівання контактів

$$\tau_k = \frac{C \cdot m}{S \cdot \alpha_{\text{заг}}} = \frac{460 \cdot 0,05}{50 \cdot 10^{-6} \cdot 1832,78} \approx 2,51 \cdot 10^2 \text{ с}.$$

Електрична потужність, що виділяється у контактних переходах

$$P = I \cdot \sum_{i=1}^n U_i = 1 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 2,5 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Вт}.$$

Остаточно температура нагрівання контактів сталь-сталь струмопровідника –

$$t_{\text{н.к}} = t_{\text{сп}} + \frac{P}{S \cdot \alpha_{\text{заг}}} \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_k}}) = 20 + \frac{0,5 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^{-6} \cdot 1832,78} (1 - e^{-\frac{0,1}{251}}) = 2204 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Припущене значення температури  $t_{\text{н.к}} = 2200 \text{ }^\circ\text{C}$  та розраховане значення температури  $t_{\text{н.к}} = 2204 \text{ }^\circ\text{C}$  відрізняються менше ніж на 5%, тому розрахунок виконаний правильно.

Температура плавлення сталі дорівнює  $1300 \div 1400 \text{ }^\circ\text{C}$  [7]. При великому перехідному опорі в місці його появи блискавковідвід буде розплавлений струмом блискавки та блискавкозахист виведений з ладу. Внаслідок цього при подальших влученнях блискавки її струм буде протікати через об'єкт по неконтрольованому шляху, що може привести до пожежі. Крім того, розрахункова температура нагріву провіднику в місці великого перехідного опорю ( $2200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) значно перебільшує температуру плавлення сталі ( $1300 \div 1400 \text{ }^\circ\text{C}$ ), що, як правило, веде до появи дуг та іскор [5], потрапляння яких на горючі елементи конструкції будинку також може привести до пожежі.

**Висновок.** Відмова від нормування величини мінімально припустимого перехідного опорю з'єднань та необхідності його періодичного контролю в системі блискавкозахисту не є оправданою. При великому перехідному опорі в місці його виникнення блискавковідвід буде розплавлений струмом блискавки та блискавкозахист виведений з ладу. Розплавлення струмовідводу може супроводжуватися появою дуг та іскор, потрапляння яких на горючі елементи конструкції будинку може привести до пожежі. При подальших влученнях блискавки її струм буде протікати через об'єкт по неконтрольованому шляху, що також може привести до пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/national\\_lecture.html](http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html).

2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: РД 34.21.122-87. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с. – (Керівний документ Міненерго СРСР).

3. Инженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006 NEC): ДСТУ Б В.2.5-38:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 63 с. - (Національний стандарт України).

4. Геворкян В.Г. Основы сварочного дела / В.Г. Геворкян - Москва: Высшая школа, 1991. - 240 с.

5. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91.- [Введеный 1992-07-01]. – Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с. – (Державний стандарт СРСР).

6. Базелян Э.М. Физика молнии и молниезащиты / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. – Москва: Физматгиз, 2001. - 320 с. – (Наукове видання).

7. Лободюк В.А. Справочник по элементарной физике / В.А. Лободюк, К.П. Рябошапка, О.И. Шулишова - Киев: Наукова думка, 1978. - 448 с.

nuczu.edu.ua

О.В. Кулаков

**Пожарная опасность больших переходных сопротивлений между элементами системы молниезащиты.**

Определены требования к соединениям в системе молниезащиты. Показано, что отказ от нормирования величины минимально допустимого переходного сопротивления соединений и необходимости его периодического контроля не является оправданным. При большом переходном сопротивлении в месте его появления молниеотвод будет расплавлен током молнии, что может привести к пожару.

**Ключевые слова:** молниезащита, молниеотвод, переходное сопротивление, пожар.

O.V. Kulakov

**Fire hazard of high transition impedances between elements of system lightning protection.**

Requirements to connect in system lightning protection are describe. Prove that the refusal from rate setting of transition impedances between elements of system lightning protection and its periodical control are not correct. If transition impedance will be high, lightning lead will be melt by lightning current.

**Keywords:** lightning protection, lightning lead, transition impedance, fire.