

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

---



Міжнародна  
науково-практична конференція

Проблеми  
надзвичайних  
ситуацій

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків  
20 травня 2021 року

## EFFECT OF LIGHTNING DISCHARGE ON FIRE RESISTANCE OF STAINLESS STEEL ROOFING SYSTEMS

*Rudakov Serhii, Ph.D. (Technical Sciences), PhD, Associate Professor  
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
Saimbetova Zhaniya, PhD, Associate Professor  
Bayer KAZ LLP, Kazakhstan*

The main advantage of using metal roofing systems is durability, efficiency, fire safety. The highest level of fire hazard of a technical structure can arise from a direct lightning strike. Of practical interest is the electrophysical problem associated with the assessment of the electrothermal resistance of thin-walled sheet coatings made of stainless steel of the outer roof of high-rise technical structures to the direct effect of the aperiodic current impulse of a short lightning strike of a temporary shape of 10/350  $\mu$ s.

Thermal damage to metal and insulating (composite) elements of the roof in places of a direct lightning strike in them is due to the presence of an intense heat flux in the plasma channel of a lightning discharge [1]. The density  $g_L$  of the heat flux in the lightning channel, acting on the investigated steel coating TO, is determined by the current density  $g_L$  in it (the channel) and the voltage drop  $U_{ac}$  in the near-electrode zone of the plasma channel of the considered high-current discharge. To estimate the value of the density  $g_L$  of the heat flux, one can use the following approximate relation [2]:

$$g_L = \delta_L \cdot U_{ac}, \quad (1)$$

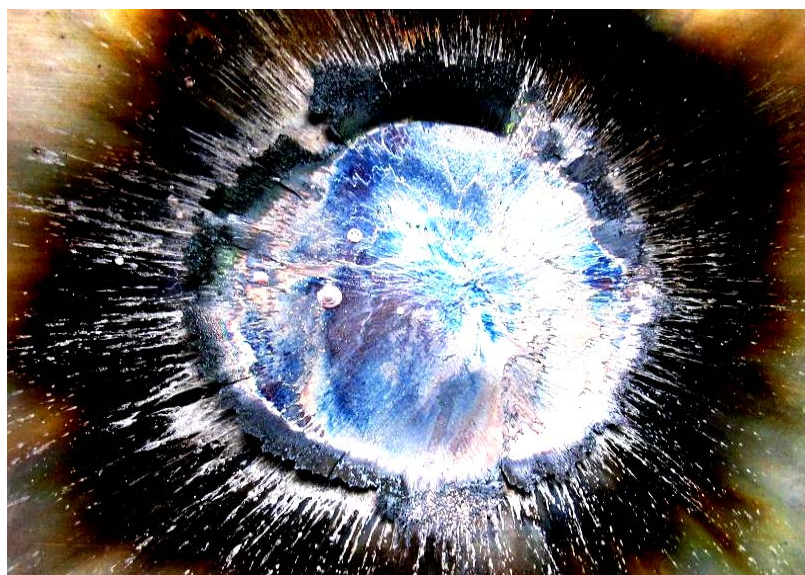
where  $U_{ac}$  is the value of the near-electrode voltage drop in the area of the steel coating, which plays the role of the cathode in the two-electrode system (DES) at a given positive polarity of the lightning current.

In accordance with the experimental data presented in [2], the value of  $U_{ac}$  for the main conductive materials varies in a rather narrow range, ranging from 5 to 10 V. With regard to the steel coating-cathode under consideration, the value of  $U_{ac}$  is numerically about 6, 1 V. Then, taking into account (1) for the amount of heat  $Q$  entering the steel covering during a direct lightning strike into it, the following calculated ratio can be written:

$$Q = \pi \int_0^{\infty} g_L r_0^2 dt = \pi U_{ac} \int_0^{\infty} \delta_L r_0^2 dt = U_{ac} q_L, \quad (2)$$

where  $q_L = \int_0^{\infty} i_L(t) dt$  – the amount of electrical charge of positive polarity from the lightning plasma channel flowing through the steel coating. With an integrated approach to the electrophysical problem we are considering, it is important for specialists to navigate the numerical levels of temperature arising in high-current air spark discharges of lightning and directly affecting the external elements.

For a low-temperature plasma of a high-current air spark discharge of lightning at times  $t \leq t_{mL}$ , the condition of its non-isothermality is fulfilled, at which the maximum temperature  $T_{me}$  of electron current carriers in it (plasma) exceeds the maximum temperature  $T_{mi}$  of ionic current carriers ( $T_{me} > T_{mi}$ ) [2]. In fig. 1 shows the result of the effect of artificial lightning current on a roof sample.



**fig. 1 The results of the electrothermal effect of a normalized aperiodic current pulse of artificial lightning with a temporal shape of 15/315  $\mu$ s with an amplitude of  $I_{mL} \approx 184$  kA on an experimental thin-walled ( $h = 1$  mm) roof sample made of stainless steel grade 12X18H10T**

From the data in Fig. 1 that the direct impact on the experimental sheet sample of stainless steel roofing with a thickness of  $h = 1$  mm of the normalized aperiodic current pulse of artificial lightning with a temporal shape of 15/315  $\mu$ s with an amplitude  $I_{mL} \approx 184$  kA ( $q_L \approx 81,3$  Кл;  $J_L \approx 7,88 \cdot 10^6$  A<sup>2</sup>·с), formed in the discharge circuit of the GITM-10/350, leads to significant thermal damage only to its (sample) outer surface in the rounded zone of attachment to it of the cylindrical channel of a high-current air spark discharge by a simulated lightning at the stage of its short strike.

The results of estimated, calculated and experimental studies of the electro-thermal resistance of prototype sheet samples of an external roof with a plan size of 500 x 500 mm made of stainless steel with a thickness of  $h = 1$  mm to a direct impact on them in air normalized according to the international standard IEC 62305-1-2010 aperiodic artificial lightning current impulse indicate that the investigated thin-walled steel samples are subject to local surface thermal damage, and as a result, can lead to the ignition of heat-insulating materials located directly under the outer roof.

#### REFERENCE

1. Дашук П.Н., Зайенц С.Л., Комельков В.С., Кучинский Г.С., Николаевская Н.Н., Шкуропат П.И., Шнеерсон Г.А. Техника больших импульсных токов и магнитных полей / Под ред. В.С. Комелькова. – М.: Атомиздат, 1970. – 472 с.
2. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Недзельский О.С., Дныщенко В.Н. Генератор тока искусственной молнии для натуральных испытаний технических объектов // Приборы и техника эксперимента. – 2008. – №3. – С.81–85.

## ЗМІСТ

## СЕКЦІЯ 1. ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

<i>Бабійчук І.В., Романюк Н.М., ІДУ та НДЦЗ</i> Комунікації з населенням – складова ефективного інформування у сфері цивільного захисту.....	4
<i>Балло Я.В., Голікова С.Ю., Савченко О.В., ІДУ та НДЦЗ, Балло В.П., КНУБА</i> До питання удосконалення протипожежного водопостачання висотних будинків.....	6
<i>Безугла Ю.С., НУЦЗУ</i> Види моделей оцінки пожежної небезпеки лісу.....	8
<i>Бричинський О.В., Малюк В.М., Кирильчук В.Ю., НАСВ</i> Новітні методи знищення вибухонебезпечних предметів в ході проведення гуманітарного розмінування.....	10
<i>Вавренюк С.А., НУЦЗУ</i> Визначення характеристик стійкості капсуля-детонатора до вібрації.....	12
<i>Важинський С.Е., Коссе А.Г., Чепіжний Б.О., НУЦЗУ, Дадашов И.Ф., Академія МНСАР, Азербайджан</i> Водопровідні мережі та їх випробування на водовіддачу .....	14
<i>Васильченко О.В., Луценко Т.О., Рубан А.В., Ольховський В.С., НУЦЗУ, Венжего Галина, Університет Уппсали, Швеція</i> Оцінка впливу вибуху і пожежі на вогнестійкість залізобетонної ребристої плити .....	16
<i>Вировой В.М., Коробко О.О., Антонюк Н.Р., Загорчємний Ю.О., ОДАБА</i> Основи безпечного функціонування будівельних конструкцій.....	18
<i>Войтович М.І., Ліщинська Х.І., НАСВ, Сенік А.П., НУ «Львівська політехніка», Сокульська Н.Б., НАСВ</i> Деякі питання діагностики і розроблення способів усунення теплової незрівноваженості ротора турбогенератора.....	20
<i>Гузій С.Г., Коврегін В.В., Ромін А.В., Поперечна Є.В., НУЦЗУ</i> особливості склеювання дерев'яних конструкцій піддонів в умовах шведського підприємства GYLLSJO TRAININDUSTRI AB.....	22
<i>Гоцій Н.Д., Шуплат Т.І. ЛДУБЖД</i> Пожежна безпека систем вертикального озеленення: стан питання.....	26
<i>Григоренко О.М., Золкіна Є.С., НУЦЗУ, Попов Ю.В., Саєнко Н.В., ХНУБА</i> Дослідження впливу наповнювачів на властивості спученого коксового шару епоксiamінних композицій.....	28
<i>Грушевський О.М., Мансарлійський В.Ф., Міщенко Н.М., Шанюк О.В., ОДЕУ</i> Часова еволюція енергії нестійкості як предиктор для мінімізації наслідків грозової діяльності.....	31

<b>Гулак О.В., НУБПКУ</b> Шляхи удосконалення публічного адміністрування у сфері забезпечення пожежної безпеки в лісах України.....	33
<b>Демиденко В.Е., Максимов М.В., Болтѡнков В.О., НДЦ ЗСУ «Державний океанаріум» ІВМС НУ «Одеська морська академія»</b> Автоматична класифікація артилерійських стволів за рівнем зносу на підставі акустичних сигнатур пострілів .....	35
<b>Дзюба Л.Ф., ЛДУБЖД, Ліщинська Х.І., НАСВ, Чмир О.Ю., ЛДУБЖД</b> Оцінка міцності циліндричного резервуара з урахуванням крайових сил та сумісної дії гідростатичного й газового тисків.....	37
<b>Дубінін В.А., НУК ім. адмірала Макарова</b> Актуальні проблеми навчання студентів діям у надзвичайних ситуаціях.....	39
<b>Дудник В.Р., Годованець Д.С., Горносталь С.А., Петухова О.А., НУЦЗУ</b> Аналіз особливостей розрахунку внутрішнього протипожежного водопроводу закладів освіти.....	41
<b>Жартовський С.В., ІДУ та НДЦЗ, Краєвський В.В., 2компанія J.F. Atorni Srl. (Італія)</b> Перспективи гармонізації нормативних вимог щодо показників вогнестійкості та реакції на вогонь дерев'яних будівельних конструкцій в Україні зі стандартами ЄС.....	43
<b>Ковальов А.І., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Отрош Ю.А., Качан Н.В., НУЦЗУ, Качкар Є.В., КНЗ «ЧОПОПП ЧОР», Гаркавий С.Ф., ЧКТ</b> Розробка моделі нестационарного прогріву системи «сталева пластина-вогнезахисне покриття».....	45
<b>Ковальов О.С., Мазуренко В.І., ІДУ та НДЦЗ</b> Деякі питання з організації прийняття рішення органами управління при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій.....	47
<b>Кравченко Р.І., Іллюченко П.О., Онищук А.Є., ІДУ та НДЦЗ</b> Удосконалення методів випробування та критеріїв оцінки стійкості до поширення полум'я довгих елементів системи електропроводки ...	49
<b>Кулаков О.В., НУЦЗУ</b> Оцінка величини об'єму вибухонебезпечних концентрацій газопароповітряних вибухонебезпечних сумішей у приміщенні.....	51
<b>Курська Т.М., НУЦЗУ</b> Аналіз теплофізичних процесів при експлуатації металургійних печей.....	53
<b>Лихогляд К.А., Мазур Т.М., ДІНУ «Одеська морська академія»</b> Профілактика пожеж в суднових машинних відділеннях.....	55
<b>Малюк В.М., Кирильчук В.Ю., НАСВ</b> Особливості виконання завдань при захисті мостів та гідротехнічних споруд під час льодоходу.....	57
<b>Матухно В.В., НУЦЗУ</b> Аналіз існуючих методів та засобів виявлення лісових пожеж.....	59
<b>Махінько А.В., Інженірингова фірма «Етуаль», Махінько Н.О., НАУ</b> Порівняльний аналіз впливів на силоси ДБН В.2.2-8-98 "Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна" та ДСТУ-Н Б EN 1991-4 "Дії на конструкції. бункери і резервуари"....	61

<b>Мединський Д. В., НАУ</b> схема взаємодії служб аеропорту під час надзвичайних подій .....	63
<b>Ніжник В.В., Фещук Ю.Л., Поздєєв С.В., Некора В.С., ІДУ та НДЦЗ</b> Моделювання теплового впливу пожежі через віконний проріз будинку з горючим фасадом на елементи суміжних об'єктів.....	65
<b>Новак С.В., ІДУ та НДЦЗ, Новак М.С., НТУ «КПІ»</b> Оцінювання збіжності результатів визначення мінімальної товщини вогнезахисних матеріалів, отриманих за національними та європейськими методами .....	67
<b>Новак С.В., Добростан О.В., ІДУ та НДЦЗ, Дріжд В.Л., Наукововиробниче підприємство «Спецматеріали»</b> Оцінювання вогнезахисної здатності вертикальних вогнезахисних екранів .....	69
<b>Нуязін О.М., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, Поздєєв С.В., ІДУ та НДЦЗ, Борсук О.В., Гвоздь В.М., Некора О.В., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ</b> Оцінка межі вогнестійкості сталевий балки при втраті цілісності вогнезахисного покриття.....	71
<b>Олейник О.С., Полова Г.В., Отрош Ю.А., Васильєв О.Б., НУЦЗУ, Іванов Вадим, Коледж порятунку Естонської академії безпеки, Естонія PYROSIM</b> – польова модель пожежі .....	73
<b>Поспєлов Б.Б., Рибка Е.А., Самойлов М.А., Карнець К.М., НУЦЗУ</b> Метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру внаслідок пожеж на основі поточної рекурентності прирощень станів газового середовища.....	75
<b>Poliarus O.V., Poliakov Ye.O., Lebedynskiy A.V., Bogatov O.I., Krasnov S.M., Kharkiv National Automobile and Highway University</b> Method of determining measurement information value for bridges safety .....	77
<b>Рашкевич Н.В., НУЦЗУ, Пруський А.В., ІДУ та НДЦЗ, Щербак С.С., Сошинський О.І., НУЦЗУ</b> Надзвичайні ситуації каскадного типу поширення на сміттєзвалищах з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням.....	79
<b>Романюк В.В., Безнюк Л.І., Місюк Т.Я., НУВГП</b> Конструкція нерозрізної перфорованої балки на проміжній опорі .....	81
<b>Романюк В.В., Місюк Т.Я., Безнюк Л.І., НУВГП</b> Мета та завдання дослідження місцевої стійкості елементів перфорованих балок .....	83
<b>Романюк В.В., Супрунюк В.В., Місюк Т.Я., Безнюк Л.І., НУВГП</b> Вплив фактичної жорсткості болтових шарнірних з'єднань на несучу здатність елементів .....	85
<b>Роянов О.М., Гарбуз С.В., НУЦЗУ, Богатов О.І., ХНАДУ</b> Вплив вологості повітря на визначення категорій підрозділів виробництва з горючим пилом за вибухопожежонебезпекою .....	87
<b>Rudakov Serhii, NUCDU, Saimbetova Zhaniya, Bayer KAZ LLP, Kazakhstan</b> Effect of lightning discharge on fire resistance of stainless steel roofing systems .....	89
<b>Рудик Ю.І., Пастухов П.В., Петровський В.Л., Безнос Н.І., ЛДУБЖД</b> Дослідження теплоізолюючих та термічних властивостей вогнезахисного матеріалу .....	91