



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*Всеукраїнської науково-практичної
конференції з міжнародною участю*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Львів – 2022

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Мирослав КОВАЛЬ** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор педагогічних наук, професор
- Заступники голови:** **Андрій КУЗИК** – завідувач кафедри екологічної безпеки, доктор сільськогосподарських наук, професор
Андрій ЛИН – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД, к.т.н., доцент
- Члени оргкомітету:** **Ігор БРЕГІН** – начальник управління запобігання надзвичайним ситуаціям ГУ ДСНС України у Львівській області;
Петро ГАЩУК – д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки ЛДУ БЖД;
Сергій СМЕЛЬЯНЕНКО, к.т.н., начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД;
Андрій КАЛИНОВСЬКИЙ – к.т.н., доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки НУЦЗ України;
Василь КОВАЛИШИН – д.т.н., професор, завідувач кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій ЛДУ БЖД;
Андрій КУШНІР – к.т.н., доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Василь ЛУЩ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУ БЖД;
Ігор МАЛАДИКА – к.т.н., доцент, начальник факультету оперативнорятувальних сил Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;
Борис МИХАЛЧКО – д.х.н., професор, завідувач кафедри фізики та хімії горіння ЛДУ БЖД;
Олег НАЗАРОВЕЦЬ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри аналітично-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Олег ПАЗЕН – к.т.н., начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Іван ПАСНАК – к.т.н., доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД з навчально-наукової роботи;
Андрій САМЛЮ – к.ю.н., доцент, т.в.о. начальника кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУ БЖД;
Тарас ШНАЛЬ – д.т.н., доцент, професор кафедри будівельних конструкцій та мостів НУ «Львівська політехніка»

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Беседа А.В.

Друк на різнографі

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Фльорко М.Я.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – 568 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «**Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Організація та забезпечення пожежної і техногенної безпеки.
- Системи протипожежного захисту.
- Теоретичні основи виникнення, розвитку та припинення процесів горіння.
- Організація гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій.
- Технічні засоби запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій.
- Менеджмент безпеки.

© ЛДУ БЖД, 2022

Здано в набір 30.09.2022. Підписано до друку 10.10.2022. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 35,25.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.84; 620.91

СИСТЕМНИЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Соляник Н. Ю.,

Назаровець О. Б., кандидат технічних наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Все частіше власники будинків та підприємці-інвестори вкладають кошти в альтернативні системи енергетики як перспективну, економічно та екологічно вигідну галузь. Більшість власників нехтують критеріями пожежної безпеки, тим самим завдають шкоди собі. Оскільки, удар блискавки, прямий чи непрямий, може призвести як до простою, так і до витрат на виявлення та заміну пошкоджених деталей. Прямі удари, хоча і рідкісні, руйнували б (розплавили) панелі, інвертори тощо. Непрямі удари, які є більш імовірними, призведуть до високої напруги в систему, що руйнує провідники, фотоелектричні панелі та компоненти, а також призведе до небезпечного іскроутворення, яке може запалити горючий матеріал.

За даними, опублікованими Міжнародним агентством з відновлюваних джерел енергії (The International Renewable Energy Agency — IRENA), у 2020 р. у світі додалося 260 гігават (ГВт) потужностей відновлювальної електроенергії, що майже на 50 % перевищило зростання у 2019 р. Україна також стрімко будує станції сонячної енергії (на даний час працюють близько 200 промислових і більше 2000 приватних). Електроенергія, що генерується самостійно, як правило дешевша і забезпечує високий ступінь електричної незалежності від мережі, тому очевидно що фотоелектричні системи (ФЕС) стануть невід'ємною частиною електроустановок у майбутньому.

Поруч з великою кількістю переваг існує один момент, який потребує особливої уваги: обладнання дуже чутливе до перенапруг. Перенапруги не лише пошкоджують фотоелектричні модулі, інвертори та контрольну електроніку, але й пристрої в будівлі. Що ще важливіше, виробничі потужності промислових будівель, що живляться від фотоелементів, також можуть бути легко пошкоджені і виробництво може зупинитися.

Удар, насправді, може статися за кілька кілометрів і бути абсолютно непомітним, так звані, вторинні появи, а саме електромагнітні та електростатичні імпульси. Залишкові імпульси можуть поширюватись в радіусі до 2 км від місця влучання блискавки і вивести з ладу чутливе електронне обладнання при відсутності відповідного захисту.

У захисті фотоелектричних систем від пошкоджень блискавки є два найважливіші елементи: належне заземлення та встановлення пристроїв захисту від перенапруги. Без належного заземлення та захисту пошкодження

можуть бути спричинені практично в будь-якій точці ланцюга обладнання, починаючи від фотоелектричної панелі і далі. Без заземлення, встановлення пристроїв захисту від імпульсних перенапруг недоцільне, оскільки цей імпульс повинен розсіятися в землі, інакше він буде "блукати" мережею, впливати на електрообладнання, поки не знайде шлях до землі.

Для запобігання влучання блискавок у модулі фотоелектричних установок рекомендується використовувати блискавкоприймачі.

Головне завдання на етапі проектування системи — розрахувати мінімально необхідне число перехоплювачів, яке б забезпечувало надійне перекриття зоною захисту панелей, нормовану кількість доземних провідників, а також правильно розраховане та спроектоване заземлення. Та попри те, що заземлення є найпоширенішим аспектом захисту, який пов'язаний з електричними системами, додаткове встановлення пристроїв захисту від перенапруги – єдиний спосіб повністю захистити своє обладнання від пошкодження в разі удару блискавки. На превеликий жаль класичні апарати захисту (плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, ПЗВ та ін.), що встановлюються у ввідних щитах не захищають від імпульсних перенапруг. Небезпека імпульсних перенапруг полягає у тому, що вони поступово або миттєво призводять до пробію ізоляції електрообладнання. Сучасний системний блискавкозахист повинен виконуватись у комплексі, що включає зовнішню (блискавкоприймач, струмовідвід та заземлення) та внутрішню системи захисту від блискавки.

Пристрої захисту від перенапруги є ключовими елементами відведення електричного потоку перед обладнанням, яке може бути пошкоджене підвищеною напругою, і можуть бути стратегічно розташовані на лініях та на розподільних коробках, щоб забезпечити допустиму напругу. Відсутність відповідного захисту приведе до виходу з ладу електроприладів, інформаційних та контрольних мереж, що приведе до значних матеріальних збитків, а також може завдати шкоди здоров'ю або навіть життю людини.

Система заземлення є основою для ефективного захисту від перенапруг та блискавок на фотоелектричних станціях. Тому проектування та встановлення правильно спроектованої системи заземлення має вирішальне значення для забезпечення ефективного захисту від блискавки та індукованих імпульсних струмів. В Україні поки не розроблені нормативні документи, які встановлюють конкретні вимоги до заземлювального пристрою для ФЕС. Відповідно система заземлення має бути влаштована з урахуванням вимог ДСТУ EN 62305-3 та ПУЕ 2017 р. Для ФЕС допустиме влаштування заземлення типу А (точковий) та В (кільцевий). Збиток від прямого і непрямого удару блискавки по масивах сонячних панелей може варіюватися від вибухового руйнування до менш очевидного, але накопичувального впливу на чутливу електроніку.

Правильне влаштування системного блискавкозахисту на об'єктах ФЕС є складовою пожежної безпеки. Серед багатьох плюсів дана система має мінуси. Один з них це те, що вартість таких систем є високою і потребує певних вагомих інвестицій. Проте в процесі експлуатації ця система захистить електронне та електричне обладнання, технологічний процес та сам об'єкт, дозволяють легко запобігти стрибкам напруги, що руйнують фотоелектричну систему. Провівши аналіз ризиків на конкретній установці, є можливість визначити необхідний рівень захисту, для підтримки оптимальної функціональності і запобігання дорогого ремонту та заміни обладнання. Аналіз ризиків може бути проведений на основі таких факторів, як розмір системи, розташування та конфігурація. Цей крок дозволить заощадити час та витрати на ремонт обладнання, а загалом інвестиції вкладені у фотоелектричну енергію.

Література

1. Рудик Ю. І., Назаровець О. Б., Головатчук І. С. Сучасні підходи до влаштування системного блискавкозахисту споруд з урахуванням пожежної безпеки та особистого ризику. Пожежна безпека. Зб. наук. праць. 2018. № 33. С. 88–94.
2. Rudyk Y., Kuts V., Nazarovets O. Means for measuring control of impulsive overvoltage caused by thunderstorms. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings this link is disabled, 2019, p. 694–697, 9061219
3. Рудик Ю. І., Назаровець О. Б., Головатчук І. С., Безнос Н. І. Валідація показників ризику при оцінюванні безпеки котельного електрообладнання в умовах грози/ Пожежна безпека. Зб. наук. праць. 2021. № 38. С. 24–31.
4. ДСТУ EN 62305 2012 «Блискавкозахист».
5. Правила улаштування електроустановок. – Х. : Видавництво «ІНДУСТРІЯ», 2017.
6. [Електронний ресурс]. – URL: <https://fs-lps.com/blyskavkozahyst-sonyachnyh-panelej/>
7. [Електронний ресурс]. – URL: Lightning protection for solar installations - Electrical connection

- Савченко О.В., Ніжник В.В., Добряк Д.О., Кравченко Н.В.,** ДО ПИТАНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ227
- Назаровець О.Б. Соломон І.І.,** НЕБЕЗПЕЧНІ ПРОЯВИ МЕХАНІЧНОЇ ВТОМИ ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВІДНИКІ.....230
- Вовк С.Я., Петровський В.Л., Кушнір А.П.,** ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ ВНАСЛІДОК КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....233
- Ковівчак Я.В., Дубук В.І., Дмитришин А.Я.,** ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ЛІСОВИХ МАСИВАХ.....237
- Петухова О.А., Черепаха Р.Е., Кулеш Д.П.,** ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОГО ОБ'ЄМУ ПОЖЕЖНИХ ВОДОЙМИЩ.....242
- Кравець І.П.,** ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....245
- Кочак Б.Л., Корольчук Є.О.,** РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОДНОФАЗНОГО КОЛЕКТОРНОГО ДВИГУНА ЗМІННОГО СТРУМУ ДЛЯ ПОМП СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....248
- Соляник Н.Ю., Назаровець О.Б.,** СИСТЕМНИЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ.....253

Секція 3 / Section 3

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИНИКНЕННЯ, РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ

- Nuianzin V.M., Maiboroda A.O., Kropyva M.O., Androshchuk O.V.,**
TO THE ISSUE OF RESEARCH OF PHLEGMATIZING FIRE
EXTINGUISHING SUBSTANCES.....256