



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**Головне управління
Державної служби України з надзвичайних
ситуацій у Хмельницькій області**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях

Хмельницький 2020

ЗМІСТ

1	ЗМІСТ	2
2	ВИКОНАВЦІ	4
3	РЕЦЕНЗЕНТИ	5
4	ЛІТЕРАТУРА	6
5	МЕТОДИЧНІЙ РЕКОМЕНДАЦІЇ	7
6	ВСТУП	12
7	СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ: БУДОВА І ПРИНЦИП ДІЇ	15
8	ПРИКЛАДИ ПОЖЕЖ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	17
9	I. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ЗАГОРЯНЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ	19
10	II. ОСНОВНА ДОКУМЕНТАЦІЯ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБ'ЄКТІ	24
	1) Організація спеціального навчання, перевірки знань, інструктажів з питань пожежної безпеки та протипожежних тренувань.....	24
	2) Організація діяльності добровільної пожежної охорони.....	24
	3) Утримання систем протипожежного захисту.....	25
	4) Утримання систем протипожежного водопостачання.....	26
	5) Експлуатація засобів пожежогасіння.....	26
	6) Загальна документація щодо утримання території, будівель, споруд і приміщень.....	26
	7) Інструкції про заходи пожежної безпеки.....	27
	8) Оперативний план пожежогасіння.....	28
	9) Оперативні картки пожежогасіння.....	29
11	III. ПІДГОТОВКА ПЕРСОНАЛУ, УКОМПЛЕКТУВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИМИ ЗАСОБАМИ	30
12	IV. ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	31

1) Розвідка пожежі.....	32
2) Оперативне розгортання.....	33
3) Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою.....	33
4) Гасіння трансформаторів.....	36
13 V.ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ У ПРИВАТНИХ ДОМОВОЛОДІННЯХ.....	38
14 VI. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ	42
15 VII. ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....	45
16 ВИСНОВКИ.....	46

ДОДАТКИ

1. Допуск на проведення гасіння пожежі
2. Форма оперативної картки основних дій персоналу при пожежі (рекомендована)

КЕРІВНИК РОБОТИ:

Перший заступник начальника ГУ ДСНС
України у Хмельницькій області
полковник служби цивільного захисту,
кандидат наук з державного управління

Дмитро БОНДАР**ВИКОНАВЦІ РОБОТИ:**

Начальник управління організації
реагування на надзвичайні ситуації
та цивільного захисту ГУ ДСНС України
у Хмельницькій області
полковник служби цивільного захисту

Сергій ПОЛЩУК

Головний фахівець відділу організації
реагування на надзвичайні ситуації та
гуманітарного розмінування управління
реагування на надзвичайні ситуації
ГУ ДСНС України у Чернівецькій області
майор служби цивільного захисту,
кандидат наук з державного управління

Богдан БРАТКО

РЕЦЕНЗЕНТИ

СРЕМЕНКО Сергій Анатолійович - заступник начальника інституту Державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту з навчальної роботи ДСНС України, кандидат технічних наук, доцент, полковник служби цивільного захисту;

ДЕРЕВИНСЬКИЙ Денис Миколайович – головний фахівець відділу координації діяльності органів влади управління планування та координації заходів цивільного захисту Департаменту організації заходів цивільного захисту апарату ДСНС України, кандидат технічних наук, доцент, полковник служби цивільного захисту;

ГРУШОВІНЧУК Олександр Володимирович - заступник начальника центру - начальник відділу інспектування у сфері пожежної і техногенної безпеки Державного центру сертифікації ДСНС України, доцент кафедри пожежно-профілактичної роботи факультету пожежної безпеки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, підполковник служби цивільного захисту.

ЛІТЕРАТУРА

“Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж”, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України від 26.04.2018 № 340, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 10 липня 2018 р. за № 801/32253.

“Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об’єктах України”, затверджена наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22.12.2011 № 863, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 10 січня 2012 р. за № 13/20326 (зі змінами).

“Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України”, затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 26.09.2018 року № 491, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 29 березня 2019 р. за № 328/33299.

“Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України”, затверджена наказом Міністерства з надзвичайних ситуацій України від 16.12.2011 № 1342.

“Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України” (частина перша для підрозділів державної пожежної охорони) в органах і підрозділах Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи), затверджені наказом МНС України від 07.05.2007 № 312.

Методичні рекомендації зі складання та використання оперативних планів і карток пожежогасіння, затверджені наказом МНС України від 23.09.2011 № 1021.

Інструкція зі складання Карток оперативно-тактичних дій на пожежах та їх вивчення в системі службової підготовки, введена в дію окремим дорученням Голови ДСНС від 04.10.2017 № В-155.

Гуральчик, Р. Титко, Фотоелектрики. Прилади, фотоелектричні та електричні установки, Видавництво та друкарня Словацького товариства в Польщі, Краків 2016.

М. Кушнір, П. Капало, Ф. Враней, Фотоелектрики у світі, Технічний університет Кошице, Кошице 2014.

А. Cancelliere, С. Liciotti, Поведінка вогню та ефективність фотоелектричних списків модулів.

<https://www.forum-fronius.pl/bezpieczenstwo-pozarowe-instalacji-fotowoltaicznych/>

<https://www.energie21.cz/author/bronislav-bechnik/>

<https://safersolar.com.au/what-causes-solar-power-system-fires/>

В.Сидорович. Сонячні електростанції для забезпечення системної надійності). <http://renen.ru/solar-power-plants-to-ensure-system-reliability/4>
Gauthier

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ці Методичні рекомендації щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях (далі - Методичні рекомендації), призначені для осіб рядового і начальницького складу та працівників служби цивільного захисту, які залучаються до гасіння пожеж на сонячних електростанціях та визначають порядок організації, зміст дій та заходи безпеки особового складу під час гасіння сонячних електростанцій.

Об'єкт дослідження. Порядок дій особового складу аварійно-рятувальних формувань Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі ДСНС) під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях.

Предмет дослідження. Гасіння пожеж на сонячних електростанціях та алгоритм спільних дій особового складу аварійно-рятувальних формувань ДСНС з черговим персоналом об'єкта, на якому виникла пожежа або інша подія, під час проведення аварійно-рятувальних робіт.

Мета роботи. Розробити порядок організації, зміст дій та заходи безпеки праці особового складу аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час ліквідації пожеж та інших подій на сонячних електростанціях.

Методи дослідження. Робота виконана за допомогою аналітичних методів досліджень шляхом аналізу закордонних практик, вітчизняних нормативних документів та інформаційних джерел, що встановлюють вимоги і містять відомості стосовно гасіння пожеж на об'єктах енергетика, а саме – на сонячних електростанціях.

Доцільність та ефективність. Останнім часом в Україні відбувається стрімкий розвиток альтернативної енергетики-сонячних електростанцій. На сьогодні вже понад 24 тис. домогосподарств в Україні використовують сонячні електростанції. Отже, чітке та якісне виконання Методичних рекомендації щодо гасіння сонячних електростанцій супроводжує зменшення значних матеріальних витрат для суб'єкта господарювання та збитків для навколишнього середовища.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше обґрунтована необхідність створення Методичних рекомендацій щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях. Розроблено алгоритм дій особового складу аварійно-рятувальних підрозділів ДСНС з черговим персоналом об'єкта під час ліквідації пожежі та інших подій на об'єктах енергетики – сонячних електростанціях.

Галузь застосування. Результати дослідної роботи пропонується направити до ДСНС з метою внесення змін та доповнень до наказу МВС від 26.04.2018 № 340 «Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж» та наказу

Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22.12.2011 №863 «Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України» в частині п. II «Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою».

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Актуальність теми. Одним з найскладніших з точки зору організації гасіння пожеж є об'єкти енергетики. На сьогодні в Україні вже понад 24 тис. домогосподарств використовують сонячні електростанції, загальна потужність яких сягає 618 МВт, а сумарний обсяг вкладених ними коштів складає близько 495 млн. євро.

Останнім часом в Україні та світі все частіше відбуваються пожежі на сонячних електростанціях, характерними рисами яких є раптовість, деформація металевих елементів та наявність різних небезпечних для життя та здоров'я людини факторів. У ряді випадків пожежі на СЕС супроводжуються вибухами, пожежами, викидами отруйних речовин, а також ураженням високою напругою. Зокрема, жодним чином до рятувальників не доведено, яким чином здійснювати гасіння пожежі на сонячних електростанціях.

Це обумовлює певну реакцію держави у вигляді дотримання нею гарантій та створенні відповідних умов безпечного існування її громадянина в процесі ведення господарської діяльності.

У першому розділі проведено аналіз стрімкого розвитку альтернативної енергетики – сонячних електростанцій, вивчено їх детальну будову та визначено основні небезпеки для особового складу аварійно-рятувальних формувань які здійснюють гасіння пожежі. В результаті проведеного аналізу виявлено, що:

- в наказі № 340 «Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж» не передбачено, яким чином аварійно-рятувальним підрозділам ДСНС здійснювати гасіння пожеж на сонячних електростанціях, та не встановлено чіткого алгоритму дій.

- «Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України» в частині п. II «Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою» потребує коригування.

У другому розділі розглянуто підготовку персоналу об'єкта спільно з особовим складом аварійно-рятувальних підрозділів ДСНС щодо гасіння пожеж на енергопідприємстві. Встановлено укомплектування діалектичних засобів об'єкта та визначено порядок їх видачі пожежно-рятувальним підрозділам у разі виникнення пожежі.

У третьому розділі зазначено основні причини пожеж на сонячних панелях, розроблено та обґрунтовано алгоритм дій особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС спільно з черговим персоналом енергопідприємства під час гасіння пожежі. Вказано мінімально безпечні відстані до електроустановок під напругою, які горять, під час подачі пожежними вогнегасних речовин з ручних стволів (додаток 1).

У четвертому розділі проаналізовано особливості проведення аварійно-рятувальних робіт під час гасіння пожеж сонячних електростанцій у приватних домоволодіннях. Зазначено основні чинники які загрожують життю та здоров'ю особовому складу під час ліквідації пожежі.

У п'ятому розділі сформовані вимоги безпеки праці, яких необхідно дотримуватись персоналу об'єкту енергопідприємства та особовому складу ДСНС, які залучаються до гасіння пожежі.

У шостому розділі зазначені проблеми пожежогасіння під час ліквідації пожеж на сонячних електростанціях. Сформовані нові ризики для пожежних.

У Методичних рекомендаціях терміни вживаються у таких значеннях:

акумулятор – хімічне джерело електричного струму багаторазової дії, основна специфіка якого полягає в зворотності внутрішніх хімічних процесів, що забезпечує його багаторазове циклічне використання (через заряд-розряд) для накопичення електричної енергії та автономного електроживлення різноманітних електротехнічних пристроїв і систем;

ДПД – добровільна пожежна дружина, створюється з метою проведення заходів щодо запобігання пожежам, організації їх гасіння, здійснення громадського контролю за додержанням встановлених законодавством вимог пожежної безпеки;

електромашинні зали (приміщення) – зали (приміщення), в яких сумісно можуть бути встановлені електричні генератори, обертові або статичні перетворювачі, електродвигуни, трансформатори, розподільні пристрої, щити і пульти управління, а також допоміжне обладнання, що належить до них, які обслуговуються кваліфікованим обслуговуючим персоналом;

заземлювач – провідна частина або сукупність з'єднаних між собою провідних частин, які знаходяться в електричному контакті із землею безпосередньо або через проміжне провідне середовище;

закритий розподільний пристрій (ЗРП) – розподільний пристрій, обладнання якого розташоване в будівлі;

кабельна споруда – споруда, яка спеціально призначена для розміщення в ній кабелів, кабельних муфт, а також маслопідживлювальних апаратів та іншого обладнання, призначеного для забезпечення нормальної роботи маслonaповнених кабельних ліній (кабельні тунелі, канали, короби, лотки, блоки, шахти, поверхи, подвійні підлоги, кабельні естакади, галереї, камери, підживлювальні пункти);

КГП – керівник гасіння пожежі;

КГП ПРП або КГП відомчої пожежної охорони – особа з керівного складу ПРП або відомчої пожежної охорони, яка пройшла інструктаж, має письмовий допуск на проведення гасіння пожежі в електроустановці, прибула на місце пожежі та взяла на себе обов'язки керівництва гасінням пожежі;

керівник гасіння пожежі від енергетичного підприємства – посадова особа, яка організує гасіння пожежі від початку її виникнення до видачі письмового допуску на проведення гасіння пожежі в електроустановці пожежно-рятувальним підрозділом (частиною) (далі - КГП ПРП, або КГП відомчої пожежної охорони);

коротке замикання (КЗ) – неправильне з'єднання в електричному колі через помилкові або злочинні дії людини, дії природних чинників (в тому числі погоди, корозії) або порушення ізоляції частин обладнання, що проводять струм і зовнішніх механічних пошкоджень в електричних дротах, монтажних дротах, обмотках двигунів і апаратів;

ЛЗР, ГР – легкозаймиста рідина, температура спалахування якої не перевищує 61°C; горюча рідина, температура спалахування якої вища від 61°C;

небезпечні фактори – фактори, які безпосередньо або опосередковано становлять загрозу життю та здоров'ю людей;

обслуговуючий персонал – працівники, які здійснюють технічне обслуговування та ремонт енергетичного обладнання;

оперативна картка дій на випадок виникнення пожежі (далі - ОКПГ) - оперативний документ, що містить основні дані про об'єкт, шляхи евакуювання, який дозволяє КГП швидко і правильно організувати дії пожежно-рятувальних підрозділів з рятування людей і гасіння пожеж;

оперативний (черговий) персонал – працівники, які здійснюють технічне обслуговування та ремонт енергетичного обладнання;

оперативні дії під час гасіння пожеж – організоване застосування сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів, спрямоване на рятування людей та гасіння пожеж;

приміщення чергового персоналу – пост або диспетчерський пункт, розташований на об'єкті, що охороняється цілодобовим чергуванням персоналу, обладнаний засобами відображення інформації про стан роботи систем протипожежного захисту та засобами зв'язку з пожежною охороною об'єкта (населеного пункту) та відповідними службами безпосередньо об'єкта;

ПТЕ – правила технічної експлуатації;

розподільний пристрій (РП) – електрична система, яка призначена для приймання і розподілу електроенергії, і містить комутаційні апарати, збірні і з'єднувальні шини, допоміжні пристрої (компресорні, акумуляторні тощо), а також пристрої захисту, автоматики та вимірювальні прилади;

СЕС – сонячні електростанції;

система протипожежного захисту (СПЗ) – сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї;

сонячна електростанція – інженерна споруда, що перетворює енергію сонячного випромінювання на електричну енергію;

сонячна панель – тип збірних панелей для поглинання енергії сонячних променів та її перетворення в електричну чи теплову;

струмовідвід – гнучкий мідний провід, оснащений спеціальними струбцинами для підключення до заземлених конструкцій, призначений для відведення струму від ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів до заземлювача.

трансформатор – статична електрична машина, яка призначена для підвищення або зниження напруги електричної енергії. Має дві або більше індуктивно зв'язаних обмотки і призначена для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї або кількох систем (напруг) змінного струму в одну або декілька інших систем (напруг) змінного струму без зміни частоти системи (напруги) змінного струму;

фотовольтичний модуль – загорнута і електрично з'єднана збірка фотоелектричних комірок (типово 6x10), які об'єднані у фотовольтичну систему для генерації та накопичення електроенергії. Вихідна потужність кожного модуля за стандартних умов використання знаходиться в межах від 100 до 365 Вт.

ВСТУП

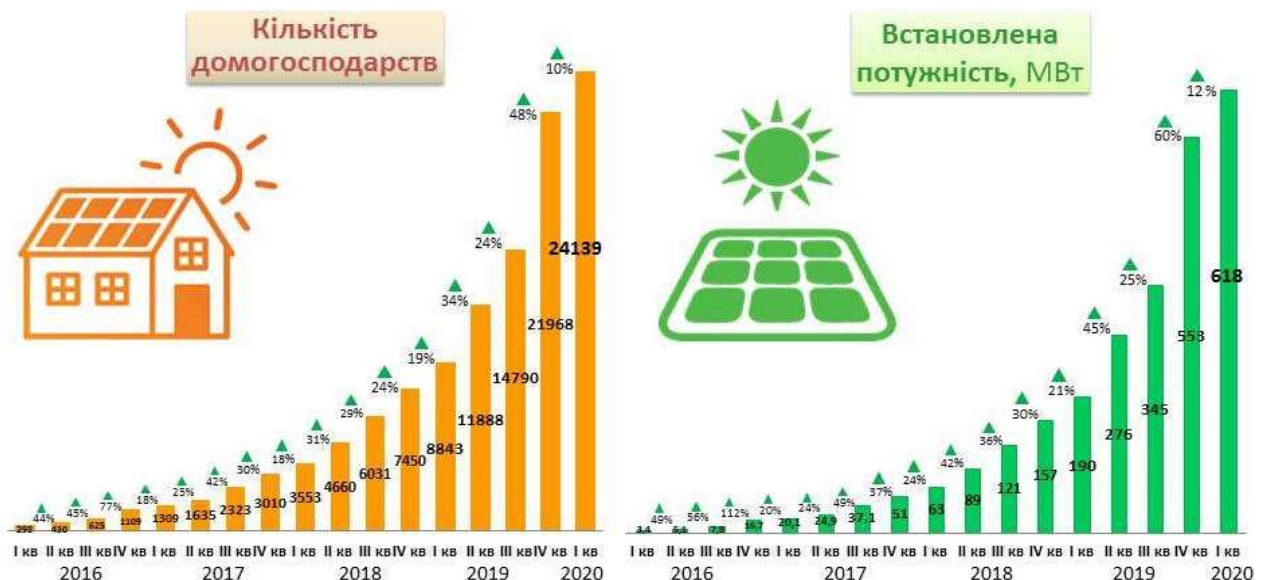
Пожеж, які протікають безпечно для оточуючого середовища практично не буває. Якщо вони не створюють прямої загрози для життя та здоров'я людини, то завдають збитки для навколишнього природного середовища, призводять до значних матеріальних втрат. Це обумовлює певну реакцію держави у вигляді дотримання нею гарантій та створенні відповідних умов безпечного існування її громадянина в процесі ведення господарської діяльності.

Рятування людей у разі виникнення загрози їхнього життя, ліквідація пожежі в тих розмірах, яких вона набула на момент прибуття пожежно-рятувального підрозділу, надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха є основним оперативним завданням особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

Одними з найскладніших з точки зору організації гасіння пожеж є об'єкти енергетики. Останнім часом відбувається стрімкий розвиток альтернативної енергетики – сонячних електростанцій.

На сьогодні вже понад 24 тис. домогосподарств в Україні використовують сонячні електростанції та забезпечують свої потреби в електроенергії.

Динаміка встановлення сонячних електроустановок домогосподарств



Загальна потужність СЕС у домогосподарствах сягає вже 618 МВт, а сумарний обсяг вкладених ними коштів складає близько 495 млн євро.

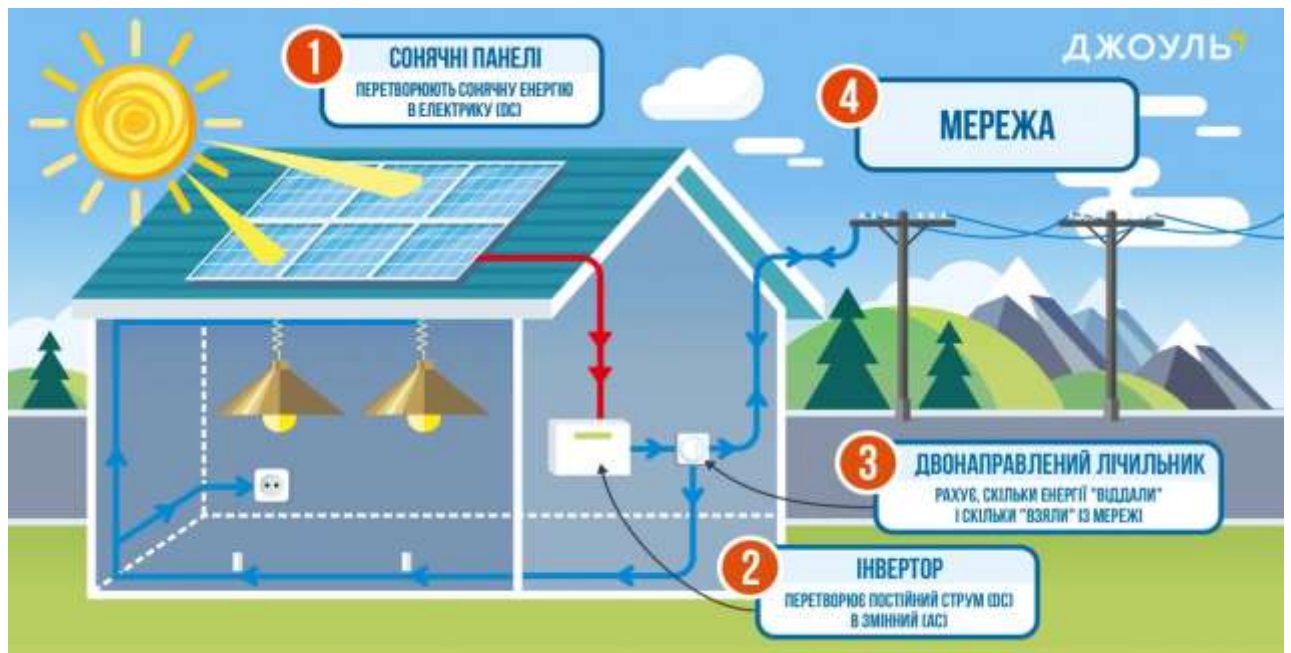
Так, у період 2019/2020 років на території Хмельницької області побудовано та введено в експлуатацію понад 37 великих сонячних електростанцій.

За інформацією Товариства з обмеженою відповідальністю “Хмельницькенергозбут” на даний час в області функціонує 45 великих СЕС потужністю від 0,15 до 63,8 МВт (з них: до 3 МВт-23 од, 4-8 МВт-11 од, 9-10 МВт-5 од 11 МВт і більше – 4 од.), а також більше 650-ти малих СЕС в приватних домогосподарствах населення області з виробничими потужностями до 30 кВт.

Промислова СЕС



СЕС домоволодінь



Основною небезпекою на СЕС є наявність *інвекторних станцій-трансформаторів та трансформаторів-підстанцій*. До прикладу на СЕС Приватного підприємства “Подільськенерго” (Хмельницька область, Кам’янець-Подільський район) потужністю 63,8 МВт знаходиться: 50

інвекторних трансформаторів потужністю 1250 кВт та 2 трансформаторні підстанції по 40 МВт (40000 кВт), на СЕС "Еко фотуре" (Хмельницька область, Кам'янець-Подільський район, с.Рихта) при потужності 2 МВт є 2 трансформатори по 1000 та 630 кВт відповідно.

СЕС приватного підприємства "Подільськенерго" потужністю 63,8 МВт (Хмельницька область, Кам'янець-Подільський район)





СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ: БУДОВА І ПРИНЦИП ДІЇ

СЕС: з чого складається і як працює

СЕС представляє собою комплекс збірних фотомодулів (сонячних панелей), що працюють в системі зі спеціальним інвертором:

сонячні елементи – панелі, що перетворюють сонячне світло в електроенергію;

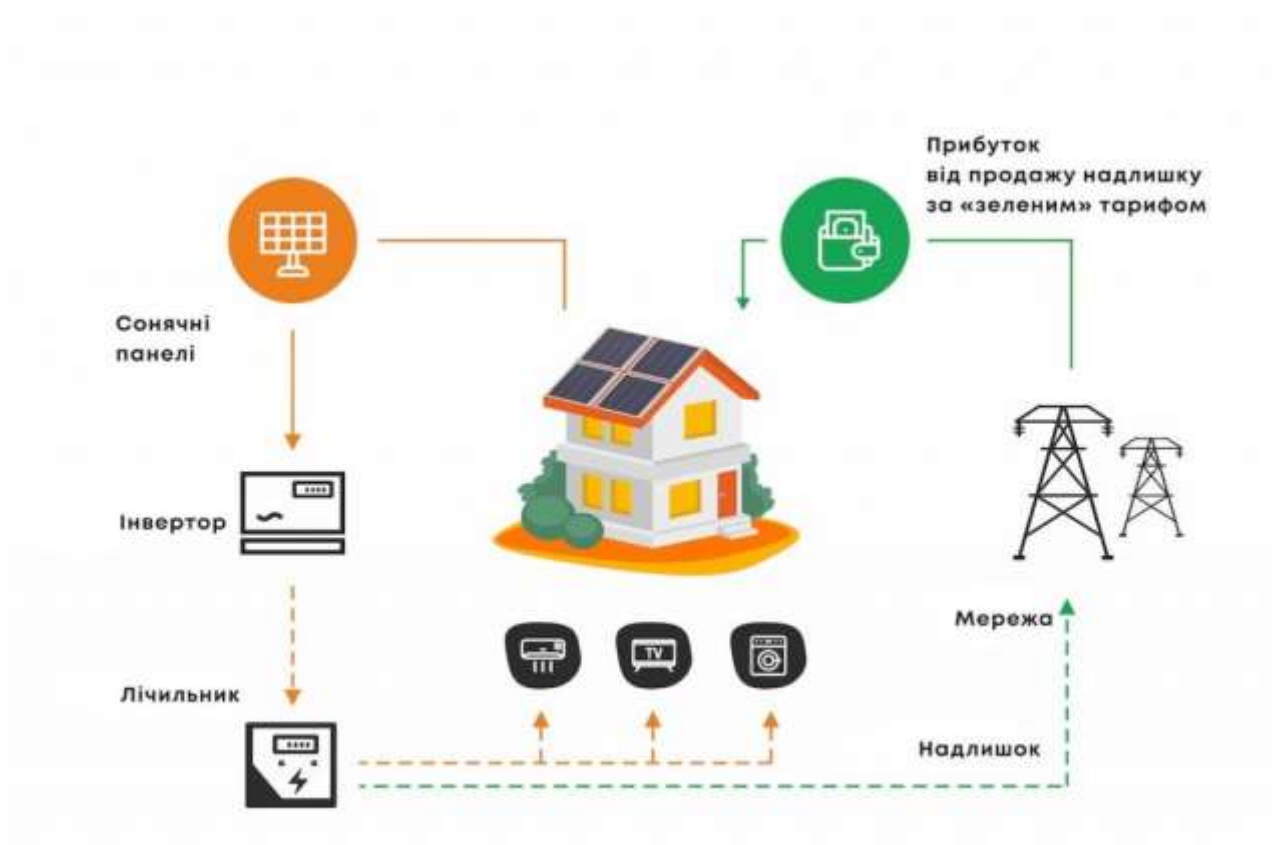
мережевий інвертор – перетворювач постійного електричного струму у змінний, щоб його можна було використовувати для живлення електричних приладів вдома з напругою у 220 Вольт та для передачі до зовнішньої електромережі для продажу;

лічильник – не звичайний, а двонаправлений. Він враховує як споживання, так і вироблену за “зеленим” тарифом електроенергію;

система кріплення – необхідна для закріплення сонячних панелей під необхідним кутом та азимутом на даху або ґрунті;

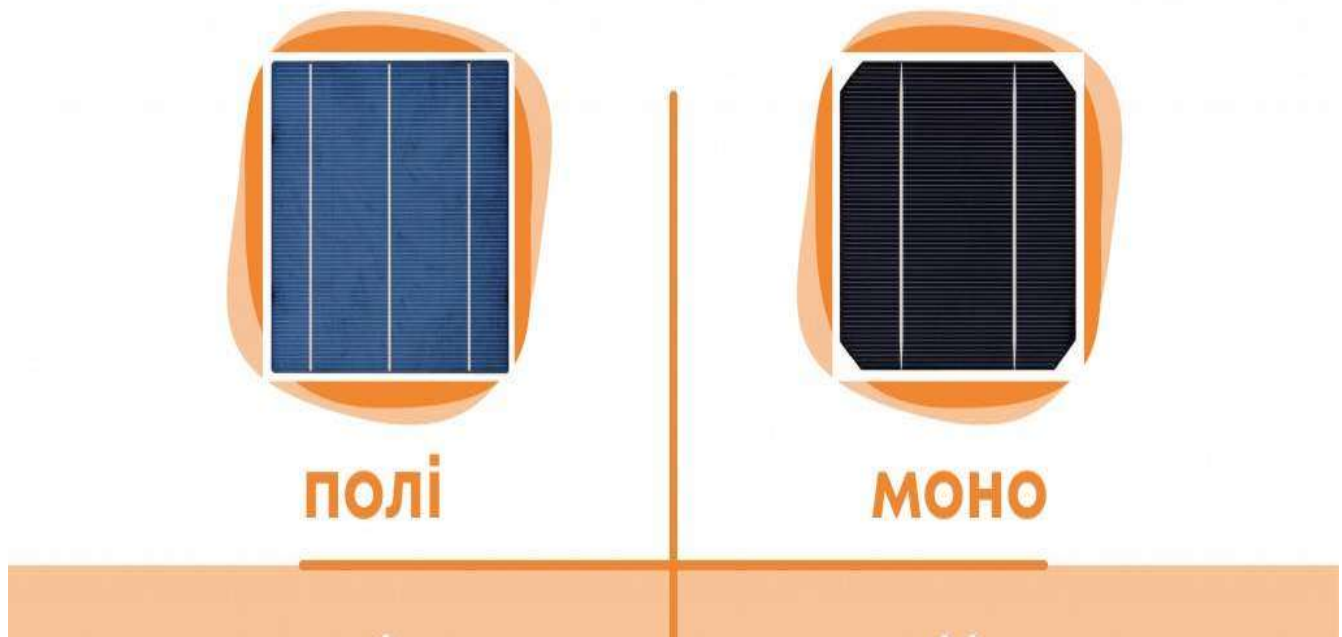
акумуляторна батарея – використовується тільки на СЕС автономного або гібридного типу і дозволяє накопичувати електричну енергію та використовувати її тоді, коли хмарна погода або вночі, забезпечити автономність подачі електроенергії до будинку у випадку аварійних ситуацій.

Фотомодулі поглинають сонячне світло і перетворюють його на постійний електричний струм. А інвертор модифікує постійний струм в змінний – такий, який і застосовується для побутових потреб. За рахунок двонаправленого лічильника система враховує кількість виробленої станцією і спожитої будинком електроенергії. Надлишок направляється в мережу.



Види фотомодулів і їх продуктивність

Основний матеріал, з якого виробляють сонячні панелі – кремній. Від виду кремнію безпосередньо залежить ефективність роботи всієї станції. Це пов'язано з тим, що спочатку кремній містить різні домішки. Для виготовлення сонячних батарей його розплавляють і очищають від домішок. Чим однорідніший склад кремнію, тим вища продуктивність сонячних батарей.



Кремній для сонячних батарей застосовується двох видів:

- полікристалічний – бюджетний і містить домішки. З природного матеріалу отримують пари кремнію, які охолоджують, осаджують і перетворюють у пластини для сонячних батарей;
- монокристалічний – більш якісний і “чистий”. Його вирощують з природного цілісного кристала, який, своєю чергою, отримують із розплавленої маси кремнію. Це моноліт, який розрізається на найтонші пластини для майбутніх батарей. Сам процес складний і дорогий, тому такі панелі дорожчі за полікристалічні.

Сонячні панелі двох видів легко розрізнити між собою: полікристалічні мають світло-синій колір, а монокристалічні – темно-синій. Номінал потужності однієї панелі залежить від її розмірів. Для прикладу, при розмірах $1,64 \times 0,992$ м потужність монокристалічної панелі може досягати 320 Вт.

ПРИКЛАДИ ПОЖЕЖ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

18 березня 2019 року в с. Великі Низгірці Бердичівського району Житомирської області на Ганській сонячній електростанції через коротке замикання виникла пожежа в одному із трансформаторів на площі 4м^2 .

Потужність станції становила 15 МВт.



6 серпня 2019 року у Білозерському районі Херсонської області виникло загоряння на території фотоелектричної електростанції. Рятувальники, які прибули до місця події, виявили, що горіла проводка та чотири трансформатори.

Пожежа сталася через коротке замикання електромережі.



10 вересня 2019 року в Японії виникла пожежа на одній із найбільших сонячних електростанцій, що складалась із 50 тисяч батарей на площі 180000 м².



І. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ЗАГОРЯНЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Приймаючи рішення про інвестування у фотоелектричні установки - крім очевидних аспектів, пов'язаних з економічними та екологічними вигодами -

виникає одне принципове питання: чи безпечна така установка? Зрештою, матимемо справу з мікроелектростанцією, що розташована на даху будинку. Тому, в цьому розділі варто розглянути основні питання, пов'язані з безпекою фотоелектричних установок з точки зору мешканця будинку, обладнаного такими установками. Ця інформація, безумовно, також буде корисною багатьом компаніям, що займаються фотоелектрикою.

Ринок фотоелектричних батарей у світі динамічно розвивається. До порівняння, у Польщі ще у 2012 році фотоелектричні установки лише починали поодиноким чином вводити в експлуатацію, тоді як уже у 2015 році було підключено 4 227 мікроустановок у приватних будинках, а у 2018 році ця кількість зросла до 55105. Надалі у цій країні спостерігається тенденція до зростання цього показника, що пов'язано з кількома факторами:

- значна користь з точки зору принципів Закону про відновлювані джерела енергії,
- підвищення цін на енергоносії,
- отримання субсидій (наприклад, програма "Моя електрика", допомога на термомодернізацію).

Окрім того, що фотоелектрична система, встановлена на даху будівлі, не займає місця, безшумна і не забруднює навколишнє середовище, а її монтаж займає лише кілька днів.

Аналогічна ситуація спостерігається і в Україні (*див. стор 13*).

Іноді з новин можна почути про загоряння будинку або враження струмом. При цьому варто пам'ятати, що ринок фотоелектричних батарей в Україні знаходиться лише на початковій стадії розвитку. Тому, розглядаючи їх безпечність, значним чином ми використовуємо досвід наших західних сусідів - Німеччину, яка є лідером в цій сфері і на комерційній основі використовують їх з 2000 року (а перші системи - з 1991 року).

Такі дослідження проводились не лише у Німеччині, а й у наших сусідів - чехів. У 2012 році вони провели два випробування пожеж фотоелектричних систем, щоб визначити їх слабкі місця та методи гасіння.

В 2015 році в Німеччині міжнародним концерном TÜV Rheinland, що займається проведенням аудиторських послуг та Інститутом систем сонячної енергетики ім.Фраунгофера було проведено перевірку та аналіз пожеж, що виникли на будівлях, обладнаних фотоелектричними системами. При аналізі 1,3 млн. пожеж фотоелектричних установок, в результаті яких пошкоджено 430 будівель, з цієї кількості пожеж лише 210 спровоковано фотоелектричними установками. Аналіз пожеж в Німеччині показав, що пожежі спричинені фотоелектричними системами складають лише 0,02% від загальної кількості пожеж, але, як ви бачите, проблема виникає.

Наведене вище дослідження показує, що проблема існує, і хоча наразі можливість її виникнення низька, ніхто з нас не хотів би опинитися в ній і втратити все своє майно.

Тому давайте подивимося, які можуть бути причини несправностей / пожеж та як їх уникнути.

Причини аварійних ситуацій і запобіжні заходи.

Спочатку потрібно звернути увагу на специфіку роботи фотоелектричної установки. Фотоелектричні модулі виробляють енергію постійного струму напругою до 1000 В, що створює ризик смертельного ураження електричним струмом (*номінальне значення яке загрожує життю 120 В*), а також через постійний характер струму в разі короткого замикання може утворитися електрична дуга, тобто ... джерело пожежі.

Тому необхідно перевірити, чи мають фотоелектричні модулі сертифікати і чи призначені вони для європейського ринку (це також перевіряється дистриб'юторами при поданні заявки на встановлення мікроустановки).



Електрична дуга виготовлена з 4 фотоелектричних модулів (потужністю 1 кВт)

Слід зауважити, якщо підрядник хотів "зекономити" і використав звичайні електричні дроти, велика ймовірність пожежі!

Подвійні ізольовані кабелі для передачі сонячної енергії придатні для роботи системи потужністю до 1000 В (звичайні кабелі - до 450 В) і стійкі до зовнішніх умов (УФ-випромінювання, зміни температури, гризунів) і є негорючими, або ж гаснуть самостійно.

Однак, використання відповідних кабелів буде замало, щоб уникнути небезпеки, оскільки вони вимагають правильного прокладання кабельних маршрутів. Важливими є також з'єднання проводів (бажано за допомогою оригінальних роз'ємів MC4). Кабелі та з'єднувачі не повинні вільно лежати на даху. Це створює ризик їхнього протирання або ж взагалі відривання під час дощу / снігопаду. Тому, якщо помітите обвислі кабелі та роз'єднання на установці, або коли почуєте надмірний шум на даху, вам слід негайно поскаржитись підряднику.

Особливо небезпечно це на дахах, вкритих листками металу. Оскільки в разі пошкодження ізоляції висока (небезпечна для життя) напруга пошириться по всій поверхні даху.

Важливо також заземлити модульні рамки та монтажну конструкцію системи, що забезпечує додаткову безпеку у разі відмови. Через ймовірність

розрядів блискавки слід перевірити, чи встановлені захисні пристрої від перенапруги (чи оснащені інвертором).



Зображення неналежного прокладання кабелів постійного струму та роз'ємів MC4, які вільно лежать на даху, що створює ризик поломки або розриву.

Ще одними елементами фотоелектричної установки, які можуть становити загрозу, є інверторні та електричні коробки/кабельні маршрути. Звичайно, як і у випадку з модулями, інвертор також повинен бути сертифікованим та затвердженим для європейського ринку. Однак варто звіритись з інструкцією з установки, чи вона правильно встановлена. Головне призначення інвертора - перетворити постійний струм з фотоелектричних модулів на змінний струм - такий, який ми використовуємо в наших будинках. Це перетворення супроводжується виробленням тепла, тому у перетворювачів є тепловідводи/вентилятори для охолодження обладнання.

Неправильне встановлення або подальше блокування перетворювача може призвести до зниження виробництва електроенергії. Інвертор знижує продуктивність роботи, якщо він не може охолонути. І з рештою це може призвести до пожежі. Варто пам'ятати, що хороші інвертори обладнані пристроями управління, які перевіряють правильність електричних з'єднань і перевіряють постійний опір ізоляції постійного струму щоразу, коли вони включаються, тобто він перевіряє чи ізоляція на проводах не була пошкоджена (наприклад, внаслідок протирання, прогризання). Варто також підключити інвертор до Інтернету, так можна значно знизити ризик пожежі та допоможе невідкладно втрутитися у разі відмови.



Інвертор встановлений занадто близько до стелі – та створюється проблема з тепловиділенням

Іншим рішенням, що знижує ризик виходу з ладу інвертора, є використання оптимізаторів живлення з фотоелектричними модулями, які (залежно від виробника) знижують напругу постійного струму до незначного значення, якщо установка відключена або ізоляція пошкоджена. Такі рішення забезпечують додаткову безпеку, але також максимізують вихід електрики з фотоелектричної системи. Варто пам'ятати, що всі кабелі постійного та змінного струму повинні бути сховані в трубопроводах / трубах / каналах.

Фотоелектричні установки повинні бути забезпечені, поміж іншим блискавкозахистом та захистом від перенапруг, а також роз'єднувачами запобіжників та вимикачами. На жаль, багато інвесторів економлять витрати, що часто може призвести до поломки або пожежі.

Звичайно, правильна робота установки - це не тільки якісні пристрої, але і їх правильна збірка. Тому варто обирати компанії з досвідом та відповідними дозволами / сертифікатами (основою є електрична кваліфікація G1, також варто співпрацювати з монтажниками, які мають сертифікати на встановлення фотоелектричних систем UDT).

В країнах Західної Європи після складання фотоелектричних систем компанія повинна здійснити випробування відповідно до стандарту PN-EN

62446-1: "Фотоелектричні системи (PV) - Вимоги до тестування, документації та технічного обслуговування. Частина 1: Системи, підключені до сітки - Документація, прийом та обслуговування".

До випробувань категорії "Г", пов'язаних із безпекою установок, належать:

- безперервність заземлення,
- опір ізоляції дроту,
- перевірка полярності (перевірка правильності проводів "+" та "-"),
- напруга відкритого контуру (V_{oc}),
- струм короткого замикання (I_{kz}),
- функціональна перевірка.

Після проведення перевірок інвестор отримує звіт. Відсутність такого протоколу у випадку, наприклад, пожежі чи відмови певного елемента установки може стати причиною відмови у виплаті компенсації або втрати гарантії від виробника. Такий протокол дійсний впродовж 5 років, після чого випробування необхідно повторити. Якщо підрядник не надав такого протоколу, інвестор має право подати скаргу. Тим більше, що інсталювальники підписують "Додаток для мікроінсталяції", який підтверджує, що все було зроблено відповідно до стандартів та правил. Звичайно, варто також пам'ятати про періодичне технічне обслуговування / сервісне обслуговування системи PV (ІЕС 62446-2: «Системи з PV - Випробування, документація та технічне обслуговування»).

На даний час в Україні встановлення, експлуатація та безпека фотоелектричних систем здійснюється у відповідності вимог наступних основних документів: [ДСТУ 7503:2014](#) «Геліоенергетика. Станції фотоелектричні. Терміни та визначення понять», [ДСТУ 8328:2015](#) «Геліоенергетика. Модулі фотоелектричні. Загальні технічні вимоги», [ДСТУ 8635:2016](#) «Геліоенергетика. Площадки для фотоелектричних станцій. Приєднання станцій до електроенергетичної системи» та Стандартом ДП «Національна енергетична компанія «Укренерго»» [СОУ НЕК 341.001:2019](#) «Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України», [ДСТУ EN 12975-2:2019 \(EN 12975-2:2006, IDT\)](#) «Установки сонячні термічні та їхні складники. Сонячні колектори. Частина 2. Методи випробувань», [ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010](#) «Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення».

II. ОСНОВНА ДОКУМЕНТАЦІЯ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБ'ЄКТІ

На кожному енергетичному підприємстві має бути розроблена документація з пожежної безпеки.

1) Організація спеціального навчання, перевірки знань, інструктажів з питань пожежної безпеки та протипожежних тренувань

Наказ (або відповідне положення) про порядок організації спеціального навчання, перевірки знань, проведення інструктажів з питань пожежної безпеки та протипожежних тренувань.

Програми для проведення вступних та первинних (повторних) протипожежних інструктажів.

Журнали реєстрації інструктажів з питань пожежної безпеки.

Наказ про організацію порядку, форми та місця проведення спеціального навчання та перевірки знань працівників, залучених до робіт з підвищеною пожежною небезпекою, а також перелік робіт та спеціальностей, за якими проводяться такі навчання.

Програма та тематичний план проведення спеціального навчання працівників, залучених до робіт з підвищеною пожежною небезпекою.

Наказ про створення комісії для проведення перевірки знань працівників, зайнятих на роботах з підвищеною пожежною небезпекою. Протоколи результатів проведення перевірки знань та посвідчення про проходження спеціального навчання.

Наказ про затвердження переліку посад, у разі призначення на які працівники зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Наказ про створення постійно діючої комісії з перевірки знань з питань пожежної безпеки посадових осіб, до обов'язків яких належить забезпечення виконання заходів з пожежної безпеки, а також виконання цих заходів. Протоколи результатів проведення перевірки знань та відповідні посвідчення.

Затверджені графіки і тематики цехових, об'єктових та спільних протипожежних тренувань.

Затверджені програми протипожежних тренувань.

Журнали обліку протипожежних тренувань.

2) Організація діяльності добровільної пожежної охорони

Наказ про створення добровільно-пожежної дружини та призначення начальника ДПД.

Заяви членів ДПД та рішення загальних зборів.

Реєстр членів ДПД, навчальні програми, журнал обліку та розклад занять із членами ДПД, журнал обліку профілактичної і роз'яснювальної роботи.

Документація страхових організацій щодо обов'язкового особистого страхування членів ДПД.

Табель оперативного розрахунку ДПД, схема та спосіб оповіщення про пожежу членів ДПД та працівників підприємства, протоколи проведення оглядів-конкурсів протипожежного стану та практичних занять (тренувань) із членами ДПД з відпрацювання навичок з евакуації персоналу та матеріальних цінностей на випадок виникнення пожежі.

3) Утримання систем протипожежного захисту

Наказ або розпорядження про призначення особи, відповідальної за експлуатацію та оперативного персоналу для контролю за справним станом систем протипожежного захисту.

Інструкція про порядок дій чергового (оперативного) персоналу на випадок появи сигналів про пожежу або про несправність в системах протипожежного захисту.

Схема системи пожежної сигналізації та системи пожежогасіння. Схема обв'язки насосної станції. Інструкція з управління автоматичною системою пожежогасіння.

На об'єкті має бути наступна документація:

- проектна документація та виконавчі креслення на систему;
- акт приймання і здавання системи в експлуатацію;
- паспорти на устаткування та прилади системи;
- інструкція з експлуатації системи;
- акти і протоколи ведення монтажних і налагоджувальних робіт;
- договір на виконання робіт протипожежного призначення з підтримання експлуатаційної придатності (технічного обслуговування) систем протипожежного захисту (систем пожежогасіння, пожежної сигналізації, протидимного захисту, сповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, устаткування для передачі тривожних сповіщень) із суб'єктом господарювання, який має ліцензію відповідно до вимог чинного законодавства;
- план-графік з підтримання експлуатаційної придатності системи;
- матеріали перевірки засобів вимірювання та свідоцтва на посудини, що працюють під тиском;
- перелік регламентних робіт із підтримання експлуатаційної придатності системи; копії сертифікатів відповідності або свідоцтва про визнання приладів і обладнання СПЗ та вогнегасні речовини;
- опис алгоритму (порядку) функціонування системи, у складі якої є технічні засоби на базі мікропроцесорних пристроїв, з можливістю перепрограмування їх роботи;
- графік чергувань оперативного (чергового персоналу);
- посадові інструкції оперативного (чергового) персоналу;
- журнал обліку вогнегасної речовини автоматичної системи пожежогасіння;
- акт зарядки систем газового або порошкового пожежогасіння;
- план-схема приміщень, які захищаються, та розміщення приладів систем протипожежного захисту;
- журнал обліку робіт з підтримання експлуатаційної придатності й ремонту (планового та позапланового) систем протипожежного захисту;
- журнал обліку санкціонованих та несанкціонованих спрацювань (відмов, несправностей) систем протипожежного захисту.

4) Утримання систем протипожежного водопостачання

Наказ про призначення особи, відповідальної за технічний стан протипожежного водопостачання.

Акти перевірки справності пожежних гідрантів та акти випробування працездатності мережі систем зовнішнього протипожежного водопроводу на тиск і витрату води. Журнал контролю стану системи протипожежного водопостачання, журнал реєстрації результатів перевірок надійності переведення пожежних насосів з основного на резервне електропостачання та журнал обліку технічного обслуговування пожежних кран-комплектів.

Загальна схема протипожежного водопостачання.

Інструкції з експлуатації систем протипожежного водопостачання.

Інструкція про порядок відкривання засувки або пуску насосу.

Журнал обліку перевірок джерел зовнішнього протипожежного водопостачання.

Відомість періодичного обліку джерел зовнішнього протипожежного водопостачання на об'єкті.

Акт приймання на облік джерел зовнішнього протипожежного водопостачання.

Акт зняття з обліку джерел зовнішнього протипожежного водопостачання.

Акт виявлених несправностей джерел зовнішнього протипожежного водопостачання.

5) Експлуатація засобів пожежогасіння

Наказ або розпорядження про призначення особи, відповідальної за утримання й експлуатацію первинних засобів пожежогасіння.

Договір з організацією про технічне обслуговування вогнегасників.

Сертифікат відповідності та паспорт на кожний вогнегасник.

Акти приймання вогнегасників на технічне обслуговування та після їх технічного обслуговування.

Журнал обліку вогнегасників на об'єкті.

б) Загальна документація щодо утримання території, будівель, споруд і приміщень

Посадові інструкції, положення про підрозділи з відображенням обов'язків посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту.

Наказ (інструкція) про встановлення відповідного протипожежного режиму.

Наказ про призначення осіб, відповідальних за утримання вогнезахисного покриття будівельних конструкцій. Акти перевірки технічного стану вогнезахисного покриття (просочення).

Наказ про встановлення порядку підготовки і проведення всіх вогневих робіт. Перелік видів дозволених вогневих робіт та інструкція про заходи пожежної безпеки під час проведення пожежонебезпечних видів робіт. Акт приймання постійних місць проведення вогневих робіт. Наряди-допуски на проведення вогневих робіт.

Наказ про закріплення кабельного господарства. Графік огляду кабельних споруд.

Загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки.

Інструкції про заходи пожежної безпеки для кожного приміщення об'єкта, враховуючи всі вибухо- та пожежонебезпечні приміщення.

Інструкція для працівників охорони (сторожів, вахтерів, вартових тощо), у якій визначені їхні обов'язки щодо контролю за додержанням протипожежного режиму, огляду території і приміщень, порядок дій в разі виявлення пожежі, спрацювання засобів пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння, а також зазначення посадових осіб адміністрації, кого викликають в нічний час у разі пожежі. Список (для працівників охорони) посадових осіб підприємства із зазначенням їхньої домашньої адреси, службового і домашнього телефонів.

Перелік необхідних інструкцій та іншої технічної документації.

Плани (схеми) евакуації людей у разі пожежі.

Схема території з розміщенням будівель, водойм, гідрантів, пірсів та градирень, під'їздів пожежних автомобілів до них. Спеціальний план розміщення транспортних засобів з описом черговості та порядку евакуації в разі виникнення пожежі.

Акти перевірок (ревізії) пристроїв захисту від блискавок.

Протоколи замірів опору ізоляції і перевірки спрацювання приладів захисту електричних мереж та електроустановок від короткого замикання.

Журнал огляду складів, лабораторій та інших приміщень перед їх закриттям після роботи.

Бланки допусків на проведення гасіння пожежі.

План пожежогасіння на підприємстві та оперативні картки дій у разі виникнення пожежі.

Журнал перевірок приладів опалення.

7) Для кожного приміщення об'єкта мають бути розроблені та затверджені керівником об'єкта або уповноваженою ним посадовою особою інструкції про заходи пожежної безпеки

У цих інструкціях зазначати:

категорію приміщення з вибухопожежної та пожежної небезпеки (для виробничих, складських приміщень та лабораторій);

вимоги щодо утримання евакуаційних шляхів та виходів;

спеціальні місця для куріння та вимоги до них;

порядок утримання приміщень, робочих місць;

порядок зберігання та застосування легкозаймистих рідин, горючих рідин (далі - ЛЗР, ГР), пожежовибухонебезпечних речовин і матеріалів;

порядок прибирання робочих місць, збирання, зберігання та видалення горючих відходів, промасленого ганчір'я;

порядок утримання та зберігання спецодягу;

місця, порядок та норми одночасного зберігання в приміщенні сировини, напівфабрикатів та готової продукції;

порядок проведення зварювальних та інших вогневих робіт;
порядок огляду, вимкнення електроустановок, приведення в пожежобезпечний стан приміщень та робочих місць, закриття приміщень після закінчення роботи;

заходи пожежної безпеки у разі роботи на технологічних установках та апаратах, які мають підвищену пожежну небезпеку;

граничні показання контрольно-вимірювальних приладів, відхилення від яких можуть викликати пожежу або вибух;

обов'язки та дії працівників у разі виникнення пожежі.

Ці інструкції мають вивчатися під час проведення протипожежних інструктажів, проходження навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму, а також в системі виробничого навчання і вивішуватися у загальнодоступних місцях.

Для кожного підрозділу (цеху) головний інженер повинен затверджувати перелік необхідних інструкцій та іншої технічної документації.

Загальнооб'єктова інструкція розробляється службою пожежної безпеки (далі - СПБ), затверджується керівником енергетичного підприємства (уповноваженою особою).

Інструкції з пожежної безпеки в цехах, лабораторіях, майстернях, на складах та в інших приміщеннях розробляються керівниками відповідних підрозділів, погоджуються із СПБ і затверджуються керівником енергетичного підприємства (заступником керівника).

Інструкції з експлуатації систем водопостачання, систем протипожежного захисту мають розроблятися на підставі паспортних даних на встановлене обладнання. Ці інструкції затверджуються керівником енергетичного підприємства (уповноваженою особою) і переглядаються в строки, встановлені правилами технічної експлуатації.

8) Оперативний план пожежогасіння

На підстанції з напругою 500 кВ і більше розробляються плани пожежогасіння. План пожежогасіння є основним документом, який визначає дії персоналу енергетичного підприємства у разі виникнення пожежі, порядок взаємодії з пожежно-рятувальними підрозділами, напрями ведення сил і засобів на гасіння пожежі з урахуванням заходів безпеки і раціонального розміщення пожежної-рятувальної техніки тощо.

Він має розроблятися спільно працівниками ДСНС України і фахівцями енергетичного підприємства, затверджуватися керівником підприємства та структурним підрозділом територіального органу ДСНС України.

План пожежогасіння необхідно розробляти в найкоротші строки, але не менше ніж за місяць до пуску підприємства або окремих енергетичних установок і споруд. Має складатись з текстової частини, оформленої окремою книжкою на цупкому папері єдиного формату розміром не менше 210 x 297 мм, і графічної частини.

Оперативний план пожежогасіння на СЕС визначає:

дії персоналу СЕС при виникненні пожежі до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів;

порядок організації роботи Штабу на пожежі, взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів, що прибувають з персоналом СЕС. До складу Штабу має входити старший з присутніх інженерно-технічних працівників об'єкта;

порядок допуску пожежно-рятувальних підрозділів на гасіння пожеж електроустановок під напругою;

умови введення сил і засобів на гасіння пожежі з урахуванням безпеки праці для учасників гасіння пожежі і ліквідації її наслідків;

раціональну розстановку пожежно-рятувальної техніки і розміщення Штабу на пожежі;

схеми і плани об'єктів та приміщень;

схеми розміщення протипожежного водопостачання (пожежних кранів, гідрантів тощо);

порядок матеріально – технічного забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів, які приймають участь у гасінні довготривалих пожеж.

Для керівника гасіння пожежі розробляють конкретні рекомендації щодо гасіння пожеж на об'єктах енергетики і включають в план пожежогасіння.

План пожежогасіння має переглядатися або коригуватися у разі:

розширення чи реконструкції енергетичного підприємства;

виявлення недоліків у передбачених діях персоналу і пожежних підрозділів під час гасіння пожежі або протипожежних тренувань;

виявлення недоліків під час проведення перевірок енергетичного підприємства.

9) Оперативні картки пожежогасіння

Згідно п.7 «Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України» енергетичними підприємствами розробляються картки пожежогасіння на кожний відсік (приміщення) кабельних споруд, генератор, трансформатор (блоковий, зв'язку, власних потреб), тракти паливоподачі, вузли пересипання, повітропідігрівачі котлів, підстанції з напругою від 35 кВ до 500 кВ та інші об'єкти, затверджуються технічним керівником енергетичного підприємства й зберігаються у начальника зміни електростанції (начальника зміни, цеху, блока), чергового диспетчера підстанції з напругою 35-110 кВ і вище, енергетичного підприємства електромереж згідно з пунктом 9.3 розділу IX НАПБ В.05.027-2011/111 Інструкції з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України.

На СЕС мають бути складені переліки приміщень (устаткування), на які необхідно скласти оперативні картки пожежогасіння, які затверджуються керівництвом СЕС і узгоджуються з підрозділом ДСНС.

Оперативні картки пожежогасіння розробляються фахівцями СЕС з участю представників ДСНС, затверджуються керівництвом СЕС,

узгоджуються з керівником місцевого підрозділу ДСНС і зберігаються в оперативного персоналу СЕС.

Вони мають складатися з текстової та графічної частин. Зразок оперативної картки наведено у додатку 1.

Оперативні картки переглядаються у разі:

- зміни технологічних схем;
- виявлення недоліків у діях персоналу при гасінні пожеж або проведенні протиаварійних тренувань і протипожежних тренувань.

В картках вказуються порядок виклику, зустрічі та забезпечення безпечної роботи пожежно-рятувальних підрозділів, відключення і зняття напруги з агрегатів і установок. В графічній частині оперативних карток обов'язково вказують відповідними знаками місця під'єднання гнучких заземлювачів до заземлених конструкцій, а також оперативні позиції пожежників з урахуванням безпечних відстаней до конкретної установки.

Особливо детально розробляють порядок дій чергового персоналу і пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж на установках без зняття напруги. Ці дії включають в картки пожежогасіння чергового персоналу і в плани пожежогасіння.

Основні положення плану та карток пожежогасіння мають доводитися до відома працівників енергетичного підприємства під час проведення протипожежних та протиаварійних тренувань.

ІІІ. ПІДГОТОВКА ПЕРСОНАЛУ, УКОМПЛЕКТУВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИМИ ЗАСОБАМИ

Успішне гасіння пожеж на об'єктах енергетики залежить від заздалегідь проведеної підготовки. Весь начальницький склад, який залучатиметься до гасіння повинен знати оперативні - тактичні особливості об'єкта.

Особовий склад всіх караулів пожежних частин і підрозділів, які прибувають для гасіння пожежі, не рідше одного разу на рік повинен проходити спеціальний інструктаж з особливостей експлуатації енергетичних установок та техніки безпеки при пожежах.

Інструктаж проводиться інженерно-технічним персоналом об'єкта за узгодженою програмою.

На кожному енергетичному об'єкті повинні регулярно проводитися протипожежні тренування з черговим персоналом, а також спільні з пожежними частинами пожежно-тактичні навчання. Навчання проводяться працівниками ДСНС України. Графік навчань щороку розробляється начальником пожежно-рятувального підрозділу спільно з керівником енергетичного підприємства.

На кожному енергопідприємстві зберігають необхідну кількість діелектричного взуття, рукавиць і заземляючих пристроїв. Визначають

порядок їх видачі пожежно-рятувальним підрозділам і надання їм допомоги із заземлення пожежної техніки. Згідно з вимогами Інструкції з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України заземлювачі повинні бути виконані з гнучких мідних дротів перерізом не менше 25 мм² (визначається з відповідної таблиці для конкретної напруги) і мати струбцини для підключення до заземлених конструкцій.

Пожежно-рятувальні автомобілі підрозділів, в районі виїзду яких знаходиться СЕС, укомплектовуються індивідуальними ізолювальними електрозахисними засобами (діелектричні рукавиці, боти) з урахуванням чисельності оперативного розрахунку, який безпосередньо бере участь у гасінні пожежі.

Індивідуальні ізолювальні електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, боти) необхідно застосовувати для електробезпечності персоналу і особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, які безпосередньо беруть участь у гасінні пожежі на електроустановках, що знаходяться під напругою.

IV. ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Основними причинами пожеж в сонячних панелях можуть бути: займання сміття (сухої трави) під панелями, коротке замкнення, операції по технічному обслуговуванню, фізичні пошкодження або перегрів панелей.



Модулі сонячних панелей

Особливості організації і гасіння пожеж, дотримання правил безпеки праці і взаємодія з черговим персоналом визначені Статутом дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж, Інструкцією з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України, Правилами пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України тощо.

У разі пожеж на енергетичних підприємствах в приміщеннях з електроустановками можливі:

швидке поширення вогню у разі пошкодження мастильної системи трансформаторів і розподільних пристроїв, ізоляцією кабелів, розтікання мастила, що горить, у кабельні тунелі, напівповерхи та мастильні підвали, а також по горючому утеплювачу та конструктивних елементах будівлі;

викиди та розбризкування під тиском мастила, що горить;

горіння рідкометалевого теплоносія (натрію, калію), у разі взаємодії якого з водою та деякими іншими вогнегасними речовинами підвищується температура, виділяється водень, внаслідок чого можуть відбуватися вибухи;

порушення сталого радіозв'язку;

сильне задимлення з утворенням токсичних продуктів горіння;

деформація та обвалення незахищених металевих конструкцій покрівлі, ходових містків, майданчиків, технологічного обладнання;

перебування електроустановок під високою напругою, ураження особового складу електричним струмом.

1) Розвідка пожежі

КГП пожежно-рятувальних підрозділів негайно зв'язується зі старшим по зміні енергопідприємства і отримує від нього необхідні відомості про пожежу.

При пожежі на енергооб'єктах, незалежно від кількості підрозділів, організовується Штаб на пожежі, в склад якого обов'язково входить старший представник адміністрації енергопідприємства.

Всі оперативні дії пожежно-рятувальних підрозділів проводяться з урахуванням вказівок представників адміністрації об'єкта. В свою чергу старший з інженерно-технічного персоналу узгоджує свої дії з керівником гасіння пожежі та інформує його про зміни в роботі електрообладнання.

Одночасно з організацією розвідки по прибуттю КГП з черговим персоналом узгоджує маршрут руху до пожежі і визначає оперативні позиції ствольщиків. Після цього КГП інструктує особовий склад і дає розпорядження на оперативне розгортання.

Розвідку пожежі організовують і проводять декількома ланками в різних напрямках. Групи розвідки газодимозахисників доцільно створювати в складі 4-5 чоловік під керівництвом осіб начальницького складу. Обов'язково організовуються контрольні-пропускні пункти і резервні ланки.

При розвідці пожежі необхідно постійно підтримувати зв'язок зі старшим по зміні енергооб'єкта.

Крім загальних задач в розвідці визначають:

які стаціонарні системи доцільно привести в дію;

можливість вибуху і розтікання горючих рідин;

ділянки і приміщення, де перебування і робота пожежників неможлива;

робота яких агрегатів може сприяти розповсюдженню вогню і продуктів згорання;

які установки і апарати будуть небезпечними для пожежників під час гасіння.

В ході розвідки особовому складу входити в приміщення, де є установки під високою напругою, дозволяється лише після узгодження дій з черговим персоналом.

2) Оперативне розгортання

КГП визначає розстановку сил і засобів з урахуванням обстановки і маршрутів слідування, позиції ствольщиків і місця заземлення стволів і машин;

ствольщики заземлюють стволи приєднанням струбцин і ручних заземлювачів до стаціонарного контуру заземлення і виходять на оперативні позиції, підствольщики прокладають рукавні лінії по вказаних маршрутах;

водії пожежних машин заземлюють насоси під'єднуючи заземлювачі до стаціонарного контуру заземлення або до заземлених конструкцій (гідрантів, опор ліній електропередач та ін.);

командири відділень спостерігають за якістю виконання перерахованих робіт і доповідають керівнику гасіння пожежі.

Керівник гасіння пожежі перевіряє правильність виконання цих робіт і дає команду на подачу вогнегасних речовин.

Роботи із згортання сил і засобів після ліквідації пожежі проводять у зворотному порядку:

припиняють подачу вогнегасних речовин;

від'єднують заземлення;

пожежники виходять з оперативних позицій за встановленим маршрутом і прибирають пожежне обладнання.

3) Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою

Під час гасіння електроустановок та кабелів під напругою використовуються вогнегасні речовини: негорючі гази (CO₂), хладони (фреон 114 В-2, 13В1, 12В1) та порошкові суміші, а також комбіновані суміші (вуглекислоту з хладоном).

Заземлення ручних пожежних стволів і насосів пожежно-рятувальних автомобілів під час гасіння пожеж на електроустановках, які знаходяться під напругою, здійснюється за допомогою гнучких мідних проводів перетином не менше 25 мм², оснащених спеціальними струбцинами для підключення до заземлених конструкцій: гідрантів водогінних мереж, металевих опор повітряних ліній електропередачі, обсадних труб артезіанських свердловин, шурфів тощо. *(Довідник керівника гасіння пожежі, схвалений науково-технічною радою УНДЦЗ, протокол №3 від 03.02.2016 року)*

Під час гасіння пожежі в приміщеннях з електроустановками КГП зобов'язаний:

утворити Штаб на пожежі, до якого включити інженерно-технічний персонал об'єкта енергетики;

установити зв'язок зі старшим зміни на об'єкті енергетики, уточнити в

нього обстановку та отримати письмовий допуск за встановленою формою допуску на гасіння пожежі та (або) ліквідацію наслідків аварії, зокрема допуск на проведення гасіння пожежі на енергетичному об'єкті;

установити наявність та працездатність стаціонарних установок пожежогасіння, сухотрубів для подачі вогнегасних речовин і порядок приведення їх у дію;

уточнити, які електроустановки під час гасіння пожежі будуть небезпечні для особового складу, робота яких систем і агрегатів сприятиме поширенню вогню;

визначити особливості проведення оперативних дій, не допускати скупчення особового складу в приміщеннях з електроустановками та його перебування в заборонених зонах, приміщеннях, на дільницях;

отримати від уповноважених на те посадових осіб об'єкта інструктаж з безпеки праці під час гасіння пожежі;

ужити заходів щодо заземлення стволів і насосів пожежно-рятувальних автомобілів та забезпечення особового складу діелектричними засобами;

здійснювати розвідку в усіх напрямках можливого поширення вогню;

узгодити з інженерно-технічним персоналом об'єкта енергетики припинення подачі водню в систему охолодження генераторів, до виконання цих робіт залучити обслуговуючий персонал;

здіяяти для гасіння пожежі насамперед стаціонарні засоби пожежогасіння, використовувати порошок і діоксид вуглецю, для захисту перекриттів і металевих конструкцій будівель застосовувати лафетні стволи та стволи "А" (*Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України, розділ II. "Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою", п. 2.17. "Компактні струмені води доцільно застосовувати тільки під час гасіння пожеж у електроустановках під напругою до 110 кВ, але тільки в тих випадках, коли до осередку горіння неможливо наблизитись для подачі розпиленої води."*);

здійснювати гасіння вогню всередині трансформаторів та іншого наповненого мастилом електрообладнання порошком, піною чи розпиленою водою, стволи подавати через отвори шинопроводів, уникати аварійного зливання мастила з трансформаторів;

ужити заходів для виклику виїзної аварійної бригади у разі виникнення пожежі на об'єкті енергетики, де не передбачено постійне чергування персоналу. До прибуття аварійної бригади організувати оперативні дії з гасіння пожежі в обсязі, визначеному заздалегідь розробленим та узгодженим оперативним планом пожежогасіння (*Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України, Розділ II. Особливості гасіння пожеж на електроустановках під напругою, п. 2.14. «Після прибуття до місця виклику першого ПРП старша посадова особа (начальник караулу, заступник начальника підрозділу тощо) зобов'язана оперативно зв'язатись із начальником зміни для уточнення ситуації на пожежі, одержання інструктажу і письмового допуску на проведення гасіння пожежі на*

електроустановках.»)

У виняткових випадках допускається гасіння електроустановок під напругою, за умови дотримання таких вимог:

стволи та насоси пожежних автомобілів мають бути заземленими;

особовий склад повинен бути в сухому спеціальному одязі та використовувати діелектричні засоби;

вид вогнегасних речовин та мінімальні відстані від пожежних стволів до електроустановки при визначеній величині напруги мають відповідати рекомендованим мінімальним безпечним відстаням до електроустановок під напругою, які горять, під час подачі пожежними вогнегасних речовин з ручних стволів. **Забороняється використовувати піну для гасіння електроустановок і обладнання під напругою, а також речовин і матеріалів, взаємодія яких з піною може призвести до їх вибуху, викиду, закипання або посилення горіння.**

Мінімальні безпечні відстані до електроустановок під напругою, які горять, під час подачі пожежними вогнегасних речовин з ручних стволів

з/п	Речовини, які застосовуються для гасіння	Безпечні відстані (м) до електроустановок під напругою (кВ), що горять				
		до 1 кВ включно	понад 1 кВ до 10 кВ включно	понад 10 кВ до 35 кВ включно	10 кВ	понад 110 кВ до 220 кВ включно
1	Компактні струмені води	4,0	6,0	8,0	10,0	Гасіння компактними струменями не допускається
2	Розпилені струмені води; вогнегасні порошкові суміші; одночасна подача розпиленої води й вогнегасних сумішей	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Примітка: оптимальною, з точки зору безпеки та ефективності гасіння під час подачі вогнегасних речовин, зазначених у пункті 2, є відстань 4 м для всіх рівнів напруги.						

4) Гасіння трансформаторів

Під час виникнення пожеж на трансформаторах їх негайно вимикають з усіх боків та надійно заземлюють. Під час розвинених пожеж одночасно організовують захист від високої температури сусідніх трансформаторів а також металевих опор та іншого обладнання. Гасіння та охолодження

трансформаторів здійснюють тільки після зняття напруги, заземлення насосів пожежних машин та стволів.



Трансформаторна підстанція потужністю 40 МВт

За наявності на трансформаторі автоматичної установки пожежогасіння її необхідно ввімкнути дистанційно (вручну), якщо вона не ввімкнулась автоматично.

Для гасіння трансформаторного масла застосовують повітряно-механічну піну низької та середньої кратності з інтенсивністю її подачі за розчином піноутворювача $0,15-0,2 \text{ л/(м}^2\text{с)}$, тонкорозпилену воду з інтенсивністю подачі $0,1 \text{ л/(м}^2\text{с)}$ і розпилену воду із перекиривних стволів.

В першу чергу використовують стаціонарні установки пінного та водяного гасіння.

Під час горіння масла над кришкою трансформатора, коли нижче неї маслбак не пошкоджений, на гасіння подають перекиривні водяні стволи, які забезпечують оптимальні витрати води при інтенсивності її подачі $0,2-0,4 \text{ л/(м}^2\text{с)}$.

У випадках, коли розширювальний бачок на трансформаторі потрапляє у полум'я, він може деформуватись і з нього проллється масло, яке буде горіти. В цих умовах необхідно частину масла (приблизно 10% від об'єму масла у трансформаторі) злити в аварійну ємність, за умови отримання консультації у представників адміністрації про необхідність аварійного зливання трансформаторного мастила. Більше масла із трансформатора зливати забороняється, тому що це може призвести до пошкодження внутрішніх обмоток та ускладнити пожежу.



Трансформаторна підстанція потужністю 1 МВт

Складна пожежна обстановка може виникати тоді, коли пожежа почалася з вибуху суміші продуктів розкладу масла з повітрям, внаслідок якої кришка трансформатора зірвана і масло горить як в ємності трансформатора, так і навколо нього. В цих умовах спочатку необхідно погасити масло навколо трансформатора розпиленою водою, повітряно-механічною піною низької та середньої кратності або комбінованим способом, тобто розпиленою водою та вогнегасними порошками одночасно. Якщо горіння масла навколо трансформатора гасять розпиленою водою, то стволи необхідно розміщувати по усьому периметру пожежі рівномірно. Під час гасіння в цих умовах піною або комбінованим способом стволи розміщують з навітряного боку так, щоб вогнегасні речовини подавались у зону горіння у супутньому потоці повітря.

Гасіння масла, що горить у баках трансформаторів здійснюють піною середньої кратності, яку подають за допомогою телескопічних пінопідіймачів або висувних драбин, на верхньому коліні яких закріплюють ГПС-600.

Якщо маслобаки і маслопроводи трансформаторів зруйновані, масло може розтікатись трансформаторними майданчиками, а також потрапляти на сусіднє обладнання. Для запобігання розливу масла, що горить, у небезпечних напрямках до обладнання та металевих опор ЛЕП у процесі гасіння пожеж влаштовують вали з землі або піску на шляхах його розтікання, або відводять його канавами у безпечних напрямках за нахилом місцевості. Одночасно розпочинають гасіння мастила і готують сили та засоби до гасіння трансформатора, також подають водяні струмені для охолодження сусідніх трансформаторів та металевих опор з інтенсивністю подачі води $0,5-1,0 \text{ л/м}^2 \text{ с}$ на 1 м периметра баків.

V. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ У ПРИВАТНИХ ДОМОВОЛОДІННЯХ

Суттєва частка сонячних батарей встановлено у приватних домоволодіннях, що в деякій мірі ускладнює гасіння пожеж і частково впливає на хід гасіння пожеж.

Так, за інформацією Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України на понад 24 тисячах домогосподарств країни встановлено сонячні панелі.

Модулі сонячних панелей мають вихідну напругу 30-60 В. Хоча напруга з однієї панелі може бути безпечною, підключення декількох модулів послідовно створює високу напругу, що може бути небезпечним. Після того, як модулі будуть підключені послідовно, напруга може доходити до 1500 В постійного струму.

Після підключення струн до **інвертора** система буде працювати при цій високій напрузі. Якщо вимкнути головний вимикач, вимкнеться



традиційний струнний інвертор, але він не вимкне напругу постійного струму, яка залишатиметься високою при денному світлі.

Супутні чинники небезпек:

додаткова вага системи сонячних панелей може призвести до більш швидкого обвалу покрівлі на палаючій конструкції. На похилій покрівлі

скляна поверхня модуля створює небезпеку ковзання для пожежних, що може призвести до падіння;

площа даху, зайнята масивами сонячних панелей, обмежує площу, де можуть переходити пожежні, і зону, доступну для прорізування вентиляційних отворів;

навіть піддаючись впливу сонця, системи сонячних панелей залишаються під напругою навіть після відключення будівлі від електромережі.

Важливо пам'ятати, що під час денного світла фотоелектричні панелі та кабелі живляться від високих напруг постійного струму. Не вживаючи належних запобіжних заходів, високі напруги постійного струму можуть становити небезпеку ураження електричним струмом пожежних.

Зважаючи на це, безпека є важливим чинником в разі пожежі.

Фотоелектричні установки, як і будь-яка система, що виробляє електроенергію, можуть загорітися.

Найбільш вірогідними причинами пожежі є: коротке замикання в установці, удар блискавки або неправильне підключення. Коротке замикання може виникнути і у фотоелектричних панелей, якщо вони низької якості, а також, коли електричний захист всієї системи був обраний неправильно. Решта причин пожежі пов'язані, головним чином, з невідповідним захистом установок подачі постійного струму фотоелектричних систем, наприклад, з погано підібраними кабелями, неякісними пробками, які можуть загорітися, або відсутністю будь-яких елементів захисту, наприклад запобіжників або вимикачів.

На жаль, ні в Україні ні в країнах Західної Європи немає чітких вказівок (алгоритмів) щодо того, як боротися з пожежею в будинках з фотоелектричною системою. А чинне законодавство та стандарти не в змозі йти в ногу зі швидким розвитком цієї технології. В Україні немає норм, які зобов'язували б кожен будівлю з фотоелектричною установкою оснащувати порошковим вогнегасником, розміщеним поруч із інвертором, та пристроями, що захищають установки.

На основі вивчення європейського досвіду, у випадку гасіння пожеж у приватних домоволодіннях (об'єктах), у яких встановлені сонячні електростанції, власник будинку (об'єкту) повинен повідомити керівника гасіння пожежі, про оснащення будівлі альтернативними джерелами живлення (автоматичне включення резерву - генератор живлення, фотоелектрична установка чи інші.

Ця інформація має вирішальне значення для прийняття рішення щодо способу подальшого пожежогасіння та використання засобів гасіння (вода, піна, порошок, вуглекислий газ).

Якщо на місці немає власника чи адміністратора, щоб не наражати пожежників на небезпеку ураження електричним струмом керівник гасіння пожежі повинен провести ретельну розвідку навколо будівлі, щоб переконатися, чи вона не обладнана фотоелектричною установкою. Він також

повинен враховувати, що до будівлі, яка горить, можуть бути підключені фотоелектричні установки, розташовані на сусідніх будівлях (гараж, господарська споруда, сарай). У цьому випадку компоненти системи, такі як інверторний або постійний захист, повинні розташовуватися на цих будівлях.

Першочергові дії пожежно-рятувального підрозділу, за вказівкою керівника гасіння пожежі, мають бути спрямовані на знеструмлення будинку (чи об'єкту).

Для цього необхідно вимкнути головний вимикач живлення в приватних будинках, а на виробничих та громадських об'єктах - пожежний вимикач.

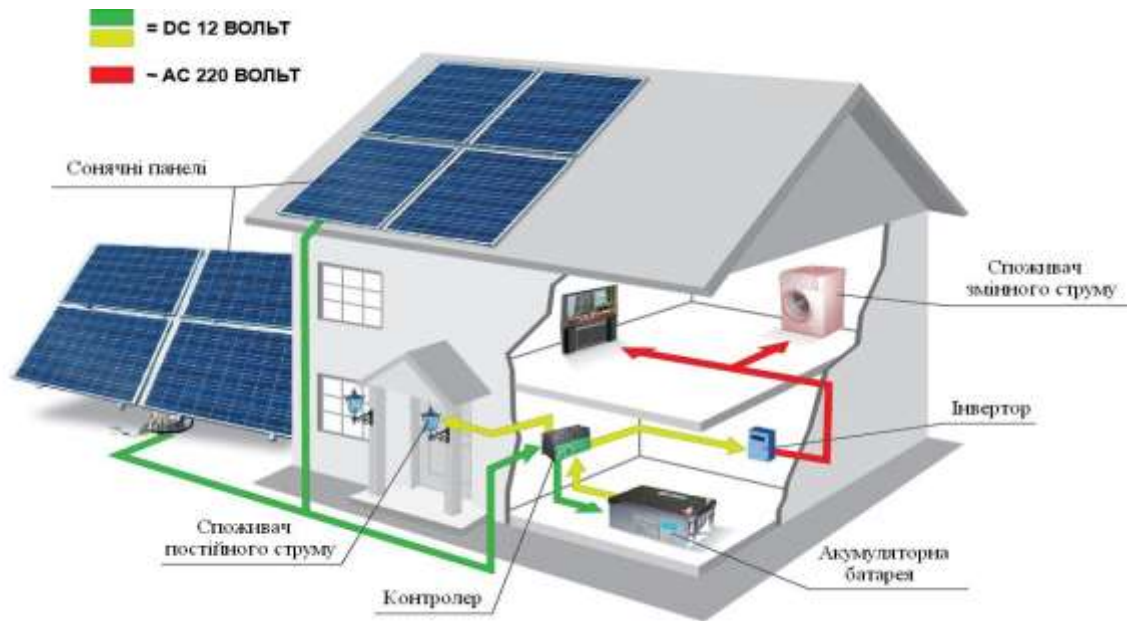
Робота зі знеструмлення будинку (чи об'єкту) має виконуватись під контролем начальника караулу (командира відділення) та з дотриманням вимог правил безпеки праці.

Спочатку необхідно вимкнути напругу за допомогою автоматичних вимикачів або автоматичних вимикачів живлення будинку (головний вимикач), запобіжники, розташовані на щиті запобіжників будинку, а потім відключити струм, наприклад, за допомогою вимикача PKZ SOL 16A, який має знаходитись у коробці поруч з інвертором.

Однак слід пам'ятати, що незважаючи на відключення PV-установки, напруга в кілька сотень вольт буде присутня на клеммах кабелів, що з'єднують модулі PV!



Інвертор (зліва) та коробка запобіжників постійного струму (праворуч)



Важливо знати, що відключення основного джерела живлення в будівлі, оснащій фотоелектричною установкою, не зупинить генерування напруги постійного струму установкою. Тому, пожежники повинні діяти з урахуванням того, що установка в будівлі ввімкнена (використовувати порошкові вогнегасники, не торкатися жодних виступаючих, обпалених проводів тощо).

Слід зазначити, що більшість пожеж, з якими мають справу пожежники, - це внутрішні пожежі, в яких застосування водяних стволів не становить небезпеки з боку постійних ліній електропередачі системи PV (якщо їх не встановлено в будівлі).

У ситуації вільного розвитку пожежі та її потрапляння на дах, на якому встановлена фотоелектрична установка, цей ризик збільшується, оскільки пожежа та висока температура можуть пошкодити ізоляцію проводів та самих панелей.

З досвіду європейських колег, для роботи на даху варто визначити необхідну кількість пожежників. Якщо проводиться гасіння пожежі на даху із встановленою фотоелектричною системою, пожежні не повинні використовувати електропровідні вогнегасні засоби (вода, піна). Стоячи на мокрій металевій покрівлі, де знаходиться пошкоджений «мінусовий» кабель установки, і поливаючи водою конструкцію, де може лежати кабель «плюс», пожежник ризикує потрапити під повний розряд напруги фотоелектричної установки. Життю пожежників також може загрозувати недотримання правил техніки безпеки при застосуванні водяного або пінного струменю до модулів, пробок, інверторів та у разі безпосереднього контакту пожежника з електроустановкою модулів. Слід пам'ятати, що навіть відключення всіх можливих елементів живлення не виключає генерації напруги панелями протягом дня.

У багатьох європейських країнах визнано, що фотоелектростанції можна гасити водою так само, як і інше електрообладнання напругою до 400 В.

Однак, під час гасіння потрібно дотримуватися таких правил (згідно DIN VDE 0132):

- відстань 1 м між пожежним та електричним пристроєм під струмом;
- відстань 1 м між пожежним та електричним пристроєм під час гасіння розпиленими струменями води;
- відстань 5 м між пожежним та електроприладом, підключеним до електрики під час гасіння компактними струменями води.

Поряд з тим, науковий прогрес не стоїть на місці, так Австралійська компанія Solar Development розробила вогнегасний засіб виключно для PV-систем. У вогнегаснику є спеціальна рідина, яка після контакту зі склом створює на панелях шар, непроникний для сонячного світла. Таким чином, вона гасне, відключаючи доступ до сонячного випромінювання, без якого панелі не в змозі генерувати напругу. Шар вогнегасної речовини твердне через короткий час і може відшаровуватися від скла. На жаль, вогнегасник PV STOP наразі недоступний в Україні.

Фотоелектричні модулі є вогнетривкими і не сприяють поширенню вогню. Тому, засоби пожежогасіння застосовуються безпосередньо до них лише у разі пожежі на даху будівлі, на якому вони встановлені.

Варто знати, що найменш небезпечне значення струму, що може пройти крізь тіло людини протягом тривалого часу - 30 мА для змінного струму, або 70 мА для постійного струму. На практиці, однак, частіше використовується поняття *максимально допустимої напруги безпечної дотику*, яке може зберігатися тривалий час за певних умов навколишнього середовища. У нормі при так званих “сухих умовах” (суха земля, сухий одяг, суха шкіра), прийнятне значення безпечної контактної напруги становить 50 В для змінної напруги (змінного струму) і 120 В для постійної напруги (постійного струму), а якщо “умови мокрі” - 25 В змінного струму і 60 В постійного струму.

Слід зазначити, що напруга постійного струму на фотоелектричних установках може досягати декількох сотень вольт протягом доби, що перевищує прийнятні безпечні значення.

VI. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

Електричні мережі і установки під напругою вище 220 В **відключають представники енергослужби (енергонагляду).**

Відключення електрообладнання при фазній напрузі в мережі не вище 220 В може виконуватись особовим складом підрозділів ДСНС України тільки за вказівкою керівника гасіння пожежі. У разі неможливості застосовувати для цього знеструмлюючі пристрої (рубильники, запобіжники тощо) електропроводи перерізають спеціальними ножицями.

Роботи, з перерізання електропроводів мають виконуватись під контролем начальника караулу (командира відділення) тільки особами, які пройшли практичне навчання і споряджені ножицями для перерізання електропроводів, гумовими діелектричними рукавицями і калошами (ботами).



Комплексна трансформаторна підстанція PVIS/1000/10

При цьому необхідно:

визначити ділянку мережі, де перерізання проводів найбільш доступне, безпечне і забезпечить знеструмлення на потрібній площі (будівля, секція, поверх і т.п.);

обрізати живильні зовнішні проводи тільки біля ізоляторів з боку споживання електроенергії із розрахунком, щоб проводи, що падають або обвисають, не залишались під напругою. Перерізання проводів треба проводити, починаючи з нижнього ряду, і закінчувати верхнім;

обрізати кожний провід (жилу) окремо від інших.

Забороняється обрізати багатожильні та одножильні проводи й кабелі, прокладені групами в ізолюючих трубах (оболонках) і металевих рукавах. За наявності на об'єкті прихованої електропроводки роботи необхідно проводити після знеструмлення всієї електромережі об'єкта.

Під час гасіння пожеж у приміщеннях з електроустановками, що перебувають під високою напругою, особовому складу пожежно-рятувальних підрозділів забороняється проводити будь-які самостійні дії щодо знеструмлення електроліній, електроустановок і застосування засобів пожежогасіння до отримання у встановленому порядку письмового допуску на гасіння пожежі від адміністрації об'єкта.

Під час ліквідації пожежі в приміщенні з наявністю великої кількості кабелів і проводів у гумовій або пластмасовій ізоляції КГП зобов'язаний вжити необхідних заходів для попередження можливого отруєння людей газами, які виділяються в процесі горіння. Особовий склад зобов'язаний працювати в ізолюючих протигазах КГП, не допускати скупчення у приміщеннях з електроустановками надмірної кількості особового складу.

На основі аналізу гасіння пожеж в електроустановках під напругою



Комутаційний щит

можна зробити висновок, що їх гасіння необхідно здійснювати при дотриманні таких обов'язкових умов:

недопускання наближення пожежних до струмоведучих частин електроустановок на відстані, менше зазначених у додатку 10 Статуту дій органів управління та підрозділів ОРСЦЗ під час гасіння пожеж;

погодження з черговим персоналом енергооб'єкту маршрутів руху особового складу на оперативні дільниці і конкретне вказання їх розміщення кожному пожежнику під час інструктажу;

виконання робіт пожежниками і водіями пожежних автомобілів, які забезпечують подачу вогнегасних речовин, у діелектричних рукавицях, ботах та чоботах;

подавання вогнегасних речовин після заземлення ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів;

недопускання до гасіння пожежі у електроустановках під напругою ручними засобами при видимості менше 10 метрів;

виконання КГП перестановки сил та засобів, зміни оперативних дільниць і т.п. після погодження із старшою посадовою особою з числа інженерно-технічного персоналу енергетичного об'єкту.

Для забезпечення безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів рекомендується на території будинків, які обладнані фотоелектричними установками розміщувати на видному місці основну інформацію про фотоелектричну систему - схему підключення, розташування окремих елементів та кабелів. **Табличка (інформація) попередження повинна бути встановлена на видному місці, поблизу точки відключення електричної енергії.**

На жаль, в Україні як і в Польщі немає норм, які зобов'язували б власників фотоелектричних установок розміщувати вищезазначену інформацію. Проте, як приклад, у Німеччині, Данії та США використовуються наклейки для позначення того, що будівля обладнана альтернативним джерелом живлення.



ПАМ'ЯТАЙТЕ

- *не торкайтеся струмопровідних (металевих) частин монтажної конструкції
- *не відключайте вилки, розташовані біля панелей
- *не стійте на модулях
- *не демонтуйте пошкоджені панелі
- *максимально уникайте контакту з металевими елементами даху
- *уникайте подачі водних розчинів з відстані менше 5 м.

Приклад наклейки з процедурою вимкнення системи PV

VII. ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Здебільшого аспекти пожеж, пов'язаних з сонячними панелями, мало чим відрізняються від пожеж, що пов'язані з електрикою.

Однак, системи сонячних панелей представляють деякі нові ризики для пожежних:

Пожежні можуть не розпізнати систему сонячних батарей.

Наявна велика кількість різних типів фотоволоконних систем, а в комерційних будівлях вони можуть бути заховані на плоских дахах.

Пожежні зазвичай не мають справу з постійним струмом у будівлях.

Існують потенційно дуже високі напруги постійного струму (до 1000 В постійного струму у великих установках), які небезпечніші за звичайні електричні установки.

Щоб вимкнути подачу світла і таким чином запобігти виробленню електроенергії панелями, використовують переносні чохла для фотоелектричних панелей. Важкі, щільноткані тканини та темні пластикові плівки можуть бути ефективними для зменшення потужності до майже нуля.

Інвертори і вимикачі постійного струму часто встановлюються на верхньому поверсі будівлі або на / під дахом. Це, ймовірно, не буде доступним для пожежників, які займаються гасінням пожежі в будівлі.

Існує небезпека ураження електричним струмом, якщо кабелі будуть порізані або пошкоджені вогнем.

Якщо дах будівлі зазнає пожежі, то додаткове механічне навантаження через вагу сонячних панелей або додаткове вітрозавантаження, спричинене панелями, може спричинити раннє обвалення даху.

Існує ризик, що панелі або скло з панелей можуть зламатися і впасти на пожежних, що працюють знизу.

Панелі можуть нагріватися (від сонця) з (незначним) ризиком опіку.

Панелі на даху будівлі не можуть бути демонтованими особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів.

Існує ризик, що електричний ланцюг фотоелектричної системи буде розірвано під час пожежі на будівлі через механічне втручання пожежників. Потім ударна напруга може з'явитися між сталевією конструкцією дахового покриття та пожежно-технічним обладнанням, що стоїть на ній (драбини, стовпи тощо). Відключення проводів або обрізання їх під навантаженням в установці потужністю 5 кВт може утворити дугу, яка може знищити стандартні пожежні рукавички і як результат нанести опіки пальцям та очам.

ВИСНОВКИ

Таким чином нами наведено аналіз важливого науково-практичного завдання, що полягає в обґрунтуванні методологічних засад визначення механізмів організації, змісту дій та заходів безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях (фотоелектричних систем).

Отримані в процесі дослідження результати дають змогу сформулювати такі висновки.

1. При перевірці та аналізі пожеж, що виникли на будівлях, обладнаних фотоелектричними системами в країнах Західної Європи встановлено, що з 1,3 млн. пожеж фотоелектричних установок, в результаті яких пошкоджено 430 будівель, лише 210 пожеж спровоковано фотоелектричними установками. Аналіз пожеж показав, що пожежі спричинені фотоелектричними системами складають лише 0,02% від загальної кількості пожеж, але, проблема виникає.

2. Дослідження сучасного стану організації пожежогасіння фотоелектричних систем в Україні та країнах Західної Європи показав, що на жаль, немає чітких вказівок (алгоритмів) щодо того, як боротися з пожежею в будинках з фотоелектричною системою. А чинне законодавство та стандарти не в змозі йти в ногу зі швидким розвитком цієї технології.

3. В Україні як і в Польщі немає норм, які зобов'язували б власників фотоелектричних установок розміщувати на видному місці основну інформацію про фотоелектричну систему - схему підключення, розташування окремих елементів та кабелів. А також розміщувати поруч із інвертором, та пристроями, що захищають установки порошкові вогнегасники.

4. Успішне гасіння пожеж на об'єктах енергетики залежить від заздалегідь проведеної підготовки. Весь начальницький склад, який залучатиметься до гасіння повинен знати оперативні - тактичні особливості об'єкта.

5. Під час гасіння електроустановок та кабелів під напругою необхідно використовувати вогнегасні речовини: негорючі гази (CO_2), хладони (фреон 114 В-2, 13В1, 12В1) та порошкові суміші, а також комбіновані суміші (вуглекислоту з хладоном).

6. Заземлення ручних пожежних стволів і насосів пожежно-рятувальних автомобілів під час гасіння пожеж на електроустановках, які знаходяться під напругою, здійснювати за допомогою гнучких мідних проводів перетином не менше 25 мм^2 , оснащених спеціальними струбцинами для підключення до заземлених конструкцій: гідрантів водогінних мереж, металевих опор повітряних ліній електропередачі, обсадних труб артезіанських свердловин, шурфів тощо.

7. У виняткових випадках допускається гасіння електроустановок під напругою, за умови дотримання таких вимог:

стволом та насосом пожежних автомобілів мають бути заземленими;

особовий склад повинен бути в сухому спеціальному одязі та використовувати діелектричні засоби;

вид вогнегасних речовин та мінімальні відстані від пожежних стволів до електроустановки при визначеній величині напруги мають відповідати рекомендованим мінімальним безпечним відстаням до електроустановок під напругою, які горять, під час подачі пожежними вогнегасних речовин з ручних стволів.

8. Забороняється використовувати піну для гасіння електроустановок і обладнання під напругою, а також речовин і матеріалів, взаємодія яких з піною може призвести до їх вибуху, викиду, закипання або посилення горіння.

9. На основі вивчення європейського досвіду, у випадку гасіння пожеж у приватних домоволодіннях (об'єктах), у яких встановлені сонячні електростанції, власник будинку (об'єкту) повинен повідомити керівника гасіння пожежі, про оснащення будівлі альтернативними джерелами живлення (автоматичне включення резерву - генератор живлення, фотоелектрична установка чи інші).

Ця інформація має вирішальне значення для прийняття рішення щодо способу подальшого пожежогасіння та використання засобів гасіння (вода, піна, порошок, вуглекислий газ).

Якщо на місці немає власника чи адміністратора, щоб не наражати пожежників на небезпеку ураження електричним струмом керівник гасіння пожежі повинен провести ретельну розвідку навколо будівлі, щоб переконатися, чи вона не обладнана фотоелектричною установкою. Він також повинен враховувати, що до будівлі, яка горить, можуть бути підключені фотоелектричні установки, розташовані на сусідніх будівлях (гараж, господарська споруда, сарай).

10. Першочергові дії пожежно-рятувального підрозділу, за вказівкою керівника гасіння пожежі, мають бути спрямовані на знеструмлення будинку (чи об'єкту).

11. Відключення основного джерела живлення в будівлі, оснащій фотоелектричною установкою, не зупинить генерування напруги постійного струму установкою. Тому, пожежники повинні діяти з урахуванням того, що установка в будівлі ввімкнена (використовувати порошкові вогнегасники, не торкатися жодних виступаючих, обпалених проводів тощо).

12. З досвіду європейських колег, для роботи на даху варто визначити необхідну кількість пожежників. Якщо проводиться гасіння пожежі на даху із встановленою фотоелектричною системою, пожежні не повинні використовувати електропровідні вогнегасні засоби (вода, піна). Стоячи на мокрій металевій покрівлі, де знаходиться пошкоджений «мінусовий» кабель установки, і поливаючи водою конструкцію, де може лежати кабель «плюс», пожежник ризикує потрапити під повний розряд напруги фотоелектричної установки.

13. Фотоелектричні модулі є вогнетривкими і не сприяють поширенню вогню. Тому, засоби пожежогасіння застосовуються безпосередньо до них

лише у разі пожежі на даху будівлі, на якому вони встановлені.

14. На основі аналізу вітчизняного та європейського досвіду гасіння пожеж в електроустановках під напругою можна зробити висновок, що їх гасіння необхідно здійснювати при дотриманні таких обов'язкових умов:

недопускання наближення пожежних до струмоведучих частин електроустановок на відстані, менше зазначених у додатку 10 Статуту дій органів управління та підрозділів ОРСЦЗ під час гасіння пожеж;

погодження з черговим персоналом енергооб'єкту маршрутів руху особового складу на оперативні дільниці і конкретне вказання їх розміщення кожному пожежнику під час інструктажу;

виконання робіт пожежниками і водіями пожежних автомобілів, які забезпечують подачу вогнегасних речовин, у діелектричних рукавицях, ботах та чоботах;

подавання вогнегасних речовин після заземлення ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів;

недопускання до гасіння пожежі у електроустановках під напругою ручними засобами при видимості менше 10 метрів;

виконання КГП перестановки сил та засобів, зміни оперативних дільниць і т.п. після погодження із старшою посадовою особою з числа інженерно-технічного персоналу енергетичного об'єкту.

15. Спільне галузеве дослідження, проведене в Німеччині (Fraunhofer ISE 2017), прийшло до висновку, що сонячні системи (PV) не становлять особливого ризику для пожежників, доки вони дотримуються правил безпеки. За результатами науково-дослідних робіт, проведених Національним сонячним центром BRE (BRE 2017), автоматичні вимикачі для PV-систем у ланцюзі постійного струму досі сприймаються як неперевірена технологія. Ця технологія ще не доводила свою надійність протягом терміну експлуатації фотоелектричної системи. Встановлення таких пристроїв може створити пожежникам помилкове почуття безпеки, що в свою чергу може призвести до нещасних випадків, травм або загибелі, оскільки пошкоджена фотоелектрична система все ще може працювати під напругою. Цей же висновок можна зробити і для відключення напруги на рівні модуля.

16. Дослідження ISE TÜV Rheinland і Fraunhofer ISE (Sepanski et al., 2015) передбачає, що основна причина пожежі в PV-системі, це виникнення електричної дуги, і більшість пожеж, спричинених PV-системами, можна віднести до несправностей установки.

17. Рекомендації для німецьких пожежників та аварійних служб у випадку інциденту, який може спричинити ризик контакту з електричними установками, також застосовуються до сонячних PV-систем. Німецький стандарт VDE 0132: 2008 "Боротьба з пожежами в електроустановках або поблизу них" визначає безпечні відстані для аварійних служб, які повинні допомогти їм уникнути ризику ураження електричним струмом, коли вони знаходяться поблизу частин живлення при гасінні пожежі, включаючи потенційно пошкоджену PV-систему. Для фотоелектричної установки з

максимальною напругою 1,5 кВ VDE 0132: 2008 рекомендує мінімальну відстань безпеки 1 м, якщо ви гасите пожежу розпиленими струменями води та 5 м, використовуючи компактний струмінь води.

В Австрії подібні дистанції безпеки рекомендовані в офіційних документах (ÖNORM F2190) щодо навчання пожежників.

Щоб продемонструвати, що відстань безпеки достатня для захисту персоналу надзвичайних ситуацій від ураження електричним струмом, у Німеччині було проведено випробування (Fire Retardants Online 2011, цитується BRE 2017). У цьому випробуванні була підпалена система ПВ для виявлення впливу пожежі на PV-систему. На додаток до інших висновків, результати показали, що при дотриманні мінімальних відстаней безпеки, рекомендованих німецьким пожежним при гасінні пожежі на об'єктах обладнаних фотоелектричною системою, аномальних небезпек не виникає.

18. Аналіз світового досвіду в управлінні та організації гасіння пожеж в електроустановках під напругою цікавий, перед усім тим, що проблеми аналогічні українським, є і в тих країнах, які прийнято відносити до економічно розвинених. При цьому на національному рівні можна визнати, що існуюча модель організації управління та гасіння пожеж на об'єктах обладнаних фотоелектричною системою не відповідає сучасними вимогам і погрозам, тому потребує реформування.

Додаток 1
до МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ
щодо порядку дій аварійно-рятувальних
формувань ДСНС під час гасіння
пожеж на сонячних електростанціях

ДОПУСК
на проведення гасіння пожежі

_____ (назва об'єкта)

1. Місце проведення гасіння пожежі та що дозволяється гасити: _____
(назви приміщень, відкритих пристроїв)

2. Електроустановки, кабелі в зоні пожежі і на підступах до них знеструмлені: _____
(перераховуються)

_____ не знеструмлені електроустановки і кабелі, зазначаються місця їх розміщення і максимальна напруга)

3. Допуск видав: _____
(години, хвилини, число, місяць, рік)

_____ (посада працівника енергооб'єкта)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

4. Інструктаж з електробезпеки на енергооб'єкті під час гасіння пожежі пройшов: _____
(години, хвилини, число, місяць, рік)

_____ (посада керівника гасіння пожежі)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

Додаток 2
до МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ
щодо порядку дій аварійно-рятувальних
формувань ДСНС під час гасіння
пожеж на сонячних електростанціях

**Форма оперативної картки основних дій персоналу при пожежі
(рекомендована)**

Погоджено

Затверджую

Начальник 18 ДПРЧ

Головний інженер СЕС

ОПЕРАТИВНА КАРТКА №

Приміщення № 340 , приміщення акумуляторної .

Об'єм-290 м³.

Пожежна сигналізація ППС-3, 8 сповіщувачів ДИП-3;

Стационарна установка газового пожежогасіння , 3 модулі;

Вузол управління № 2 (приміщення № 222) засувки напрямку №6А.

Дистанційне управління в диспетчерській (панель № 24).

Приміщення захищене вогнегасниками ВП-90 – 2 шт., ручними вуглекислотними вогнегасниками ВВ-8 – 8шт.

№ п/п	Дії під час пожежі	Виконавець
1	Зазначається порядок виклику підрозділів ДСНС (телефон 101 , телефон в диспетчерській, а також оповіщення персоналу:, виклик оперативного персоналу, задіяння засобів пожежогасіння, порядок повідомлення про пожежу диспетчерів, адміністрації і охорони об'єкта	
2	Здійснюється перевірка включення в роботу автоматичної установки пожежогасіння (панель №) і додаткових насосів водопостачання (панель №).	
3	За необхідності відключення обладнання або при аварійному його відключенні виконуються можливі операції з переведення роботи на резервне обладнання, особливо в частині забезпечення власних потреб, а також з переключення обладнання, а у виняткових випадках – і виведення його з роботи, якщо траси силових, контрольних кабелів і ланцюгів керування цього обладнання проходять у зоні пожежі. Операції з переведення відповідного обладнання в зоні пожежі відсіку (приблизно):	
3.1	Увімкнути: МВ ПЕН № 6 (комірка № 43, секція 2А); Перевести живлення з 1-ї на 2-у секцію 0,4 кВ; МВ трансформатора № 30 і ін.	

3.2	Вимкнути АВР 1 і 2 секцій 0,4 кВ; МВ комірки 37, 39. 42. 57 (секція 2А);	
3.3	Зняти оперативний струм (панель №...) і т.п	
3.4	Увімкнути заземлювальні ножі комірки 39,42 (за командою диспетчера кабельної мережі, а за відсутності зв'язку – після перевірки відсутності напруги) і т. ін	
4	Направити чергового електрика, який добре знає розташування під'їзних шляхів, для зустрічі і супроводження пожежних підрозділів	
5	Вжити можливих заходів щодо створення сприятливих умов роботи для персоналу і пожежних підрозділів з гасіння пожежі (включити стаціонарні заземлювальні пристрої або підключити переносні), видати діелектричні боти і рукавиці.	
6	Видати письмовий допуск на гасіння пожежі першому прибулому старшому оперативному начальнику пожежної охорони – КГП	
7	Коротко проінформувати КГП про вжиті заходи і дати свої пропозиції і рекомендації	

Начальник підрозділу _____

