



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ ТА  
АНГЛІЙСЬКОЮ МОВАМИ**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*Регіональна науково-  
практична конференція*

### **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ**

**Львів – 2020**

#### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Кузик Андрій Данилович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з науково-дослідної роботи ЛДУ БЖД;

**Лин Андрій Степанович**, кандидат технічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД;

**Паснак Іван Васильович**, кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД з навчально-наукової роботи;

**Башинський Олег Іванович**, кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Кравець Ігор Петрович**, кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Ференц Надія Олександрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Вовк Сергій Ярославович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Шапалов Олег Валерійович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Пелешко Марта Зенонівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Міллер Олег Васильович**, професор кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Кушнір Андрій Петрович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Назаровець Олег Богданович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Бережанський Тарас Григорович**, кандидат технічних наук, викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;

**Харишин Дем'ян Васильович**, кандидат технічних наук, викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД.

**ОРГАНІЗАТОР  
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,  
комп'ютерна верстка  
Друк на різнографі  
Відповідальний за друк**

Климус М.В.  
Климус М.В.  
Фльорко М.Я.

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**

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

**Контактні телефони:**

(032) 233-24-79,  
тел/факс 233-00-88

**Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення:** Зб. наук. праць Регіональної науково-практичної конференції. – Львів: ЛДУ БЖД, 2020 – 235 с.

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

**Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:**

- Державний нагляд у сфері пожежної та техногенної безпеки;
- Системи протипожежного захисту та профілактика електроустановок.

© ЛДУ БЖД, 2020

Здано в набір 23.11.2020. Підписано до друку 25.11.2020. Формат 60x84<sup>1/3</sup>. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 14,75.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 50 прим.

**Друк:** ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.  
ldubzh.lviv@mns.gov.ua

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

---

## Секція 1. Державний нагляд у сфері пожежної та техногенної безпеки

---

УДК 614.842.847

### АНАЛІЗ ЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ЗАПОВНЕННЯ КАРТКИ ОБЛІКУ ПОЖЕЖІ

*О.І. Башинський, канд. техн. наук, доцент, Є.А. Левик,  
Д.В. Ружицький  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

З метою вдосконалення статистичного обліку пожеж та їх наслідків в Україні встановлено нові вимоги щодо заповнення карток обліку пожеж, що набрали чинності з 1 січня 2018 року. Наказом ДСНС України затверджено форму картки обліку пожежі, інструкцію по роботі з картою обліку пожеж, форму журналу реєстрації інформації про пожежі та обліку пожеж, інструкцію із заповнення (ведення) журналу реєстрації інформації про пожежі та обліку пожеж, титульний аркуш справи про пожежу.

Порядок роботи з картою обліку пожежі (далі – КОП) та вимоги до її заповнення визначено інструкцією по роботі з картою обліку пожежі (далі – Інструкція), що складається з семи розділів, у яких передбачено інформацію про загальні дані, інформацію про об'єкт пожежі, наслідки пожеж, врятованих на пожежі, розвиток і гасіння пожежі, сили та засоби гасіння пожежі, а також про заходи державного нагляду (контролю), що здійснювалися на об'єкті пожежі. Також, інструкція містить 31 таблицю з переліком кодів для відповідних позицій КОП. Всього КОП передбачає 75 кодових і текстових позицій, деякі з яких логічно взаємопов'язані.

Багаторічний практичний досвід роботи з КОП та аналіз масиву первинних даних про пожежі свідчать про численні невідповідності та неточності під час заповнення та формування

первинних даних, що у подальшому призводить до певного викривлення реальної ситуації з пожежами та не дає змоги об'єктивно оцінювати протипожежний стан територій і населених пунктів на загальнодержавному рівні. Тож, з метою належного забезпечення повноти, достовірності інформації про пожежі та їх наслідки, підвищення якості складання КОП та мінімізації помилок і невідповідностей, необхідно враховувати логічні взаємозв'язки під час заповнення карток обліку пожеж.

Так, наприклад, якщо об'єкт пожежі є суб'єктом господарювання, то для нього, відповідно до критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності і визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю), встановлених, обов'язково визначається один з трьох ступенів ризику. Отже, під час складання КОП для такого об'єкта пожежі, поряд із зазначенням ступеню ризику господарської діяльності, обов'язково необхідно заповнювати позиції щодо "підконтрольності об'єкта" й умов, на підставі яких здійснюється господарська діяльність. У свою чергу, якщо об'єкт, на якому здійснюється державний нагляд (контроль) у сфері ПБ, то обов'язково необхідно заповнити позиції КОП щодо дати та виду останньої перевірки.

Для будинків виробничого та складського призначення, а також зовнішніх установок, залежно від кількості пожежовибухонебезпечних речовин і матеріалів, що в них знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництв та об'ємно-планувальних рішень, наявності технічних засобів, що запобігають виникненню аварійних ситуацій, відповідно визначаються їх категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Тож, якщо об'єктом пожежі є будівля, цех, склад або зовнішня установка виробничого призначення, то позиція щодо категорії небезпеки є обов'язковою для заповнення. Відповідно, якщо об'єктом пожежі є транспортні засоби або відкриті території, згадана позиція не заповнюється. У разі наявності системи протипожежного захисту на об'єкті пожежі у

відповідних позиціях КОП обов'язково кодом зазначається вид певної системи протипожежного захисту та результат її дії. Якщо встановлено, що людина загинула внаслідок пожежі, то у КОП обов'язково повинні зазначатися: прізвище, ім'я та по батькові загиблого, його вік, стать, соціальний статус, а також момент настання смерті й умови, що вплинули на загибель людини.

Також можна виділити взаємозв'язки між деякими причинами виникнення пожеж та виробами-ініціаторами, на яких або від яких виникла пожежа. Наприклад, для номенклатури причин пожеж унаслідок порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок логічно зазначати як виріб-ініціатор електрокабелі, електроприлади, електричні розподільчі пристрої, електричні апарати та обладнання. Із запровадженням нових керівних документів, що регламентують діяльність, пов'язану зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків, для автоматизації й оптимізації процесу формування масиву карток обліку пожеж у ДСНС України, їх обробки, узагальнення та підготовки статистичних форм про пожежі та їх наслідки на районному, обласному та державному рівнях, розроблено відповідне програмне забезпечення. Оновлення автоматизованої системи моніторингових процедур зі створенням програмного продукту з урахуванням зазначених логічних взаємозв'язків дозволить мінімізувати недоліки та невідповідності під час формування масиву первинних статистичних даних у територіальних органах ДСНС України та сприятиме підвищенню якості інформації, що в свою чергу дозволить ефективно оцінювати стан пожежної безпеки в Україні, розробляти превентивні заходи для захисту життя та здоров'я громадян, майна всіх форм власності від пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України від 16 серпня 2017 р. № 445 “Про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків”.
2. Климась Р.В. Реалізація шляхів з удосконалення обліку пожеж в Україні / Р.В. Климась, А.В. Одинець // Сучасний стан

цивільного захисту України: перспективи та шляхи до європейського простору: матеріали 18 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників, 11-12 жовтня 2016 року. – К.: ІДУЦЗ, 2016. – С. 158-159.

3. Климась Р.В. Шляхи удосконалення статистичного обліку пожеж та їх наслідків в Україні на регіональному та державному рівнях / Р.В. Климась, Д.Я. Матвійчук // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 2 (24), 2011. – С. 54-58.

4. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки” від 29 лютого 2012 р. № 306 зі змінами (Офіційний вісник України, 2012 р., № 30, ст. 1115).

5. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – чинний від 2017-01-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 31 с.

6. Державні будівельні норми ДБН В.2.5-56:2014 “Системи протипожежного захисту”. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 127 с.

7. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків” від 26 грудня 2003 року № 2030 зі змінами (Офіційний вісник України, 2003 р., № 52, ст. 2802).

УДК 614.841.1;681.846.3

## **ВИКОРИСТАННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*О.І. Башинський, канд. техн. наук, доцент, В.І. Лендел, кур-  
сант, В.І. Софроня, курсант*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Ефективність забезпечення пожежної безпеки залежить від імовірності раннього виявлення осередку пожежі. Для підвищення ефективності та достовірності раннього виявлення осередку пожежі існують фізичні явища такі, як - акустична емісія (АЕ). Акустична емісія, як характеристика фізичного процесу горіння в технологічних системах раннього виявлення загоряння до недавнього часу не застосовувалася.

Фізико-хімічна складова акустичної емісії при горінні полягає в тому, що в процесі окислювально-відновної реакції формується спектр акустичних коливань, пов'язаних з виникненням і руйнуванням на молекулярному рівні напруги в кристалічній решітці матеріалу. У рідинах відбувається переміщення мас реагентів, продуктів і формування бульбашок газу, що призводять до коливань навколишнього середовища об'єкта загоряння (кавітаційного явища). Для дослідження явища було вибрано 4 види зразків целюлозовмісних матеріалів — деревина, картон, вата, бинт, з кожним з яких проведено по 3 експерименти із записом акустичних спектрів випромінювання при горінні зразків.

Обробка отриманих спектрів акустичних коливань процесу горіння проведена по заздалегідь створеному алгоритму, детально викладеного в [1]. Обробка отриманих спектрів в єдиних координатах  $P_{\text{min}}/P_a$  (відносна амплітуда сигналу) -  $f$  (частота сигналу) показала задовільну збіжність пікових амплітуд досліджуваних зразків в різних діапазонах частот від 5 Гц до 25 кГц.

Встановлено, що процес горіння характеризується високою щільністю максимальних амплітуд в областях частот від 5 Гц до 200 Гц і від 400 Гц до 25 кГц.

Результати досліджень показують, що процес горіння зразків целюлозовмісних матеріалів характеризується наявністю спектрів АЕ в низькочастотному діапазоні від 0 до 800 Гц, в середньому від 1000 до 6000 Гц і в високочастотному діапазоні від 10 до 25,4 кГц.

Для перевірки адекватності отриманих результатів та однозначної ідентифікації спектра процесу АЕ різних матеріалів в роботі через трансформаційний метод фрактальної розмірності можна дізнатись більш детально [2]. Фрактальна розмірність  $D$  пов'язана з показником Херста ( $H$ ) [2] залежністю

$$D = 2 - H = 2 - \frac{\ln \left( \frac{R}{S} \right)}{\ln \left( \frac{n}{2} \right)}$$

де:  $R$  - максимальний розмах досліджуваного ряду, який визначається як  $R = x_{\max}(t) - x_{\min}(t)$ ;

$S$  - середньоквадратичне відхилення спостережень;

$n$  - кількість спостережень (може приймати будь-яке ціле значення і відповідає відліку тимчасового інтервалу дослідження сигналу);

$t$  - інтервал часу, що складається з  $n$  відділків.

Дробна розмірність сигналу, отримана в такому випадку, розглядається як сукупність фону та ефекту АЕ процесу горіння відповідного зразка.

На рис. 1 наведено динаміку зміни фрактальної розмірності  $D(n)$  для 4 видів зразків. Суттєвою близькістю відрізняється показники пресованого картону та деревини у порівнянні зразків вати та бинту. На підставі результатів, отриманих різними методами дослідження процесу АЕ (були застосовані: аналіз спектра на характерні пікові частоти і метод динаміки фрактальної розмір-



ності) можна стверджувати, що процес АЕ різних матеріалів піддається однозначній ідентифікації на основі  $D=f(n)$  і може бути використаний як надійний критерій для виявлення загоряння.

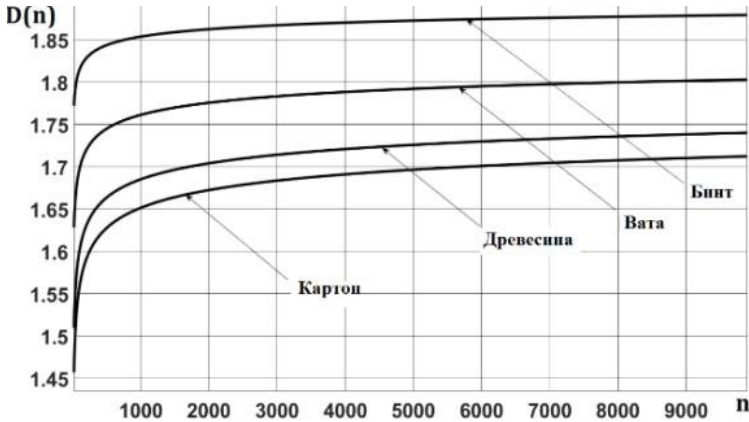


Рисунок 1 – Динаміка зміни фрактальної розмірності  $D(n)$  для 4 видів зразків

Наведені результати також узгоджуються з даними, отриманими при аналізі пікових частот спектрів. Тому, запропоноване авторами, одночасне застосування декількох методів в схемі алгоритму аналізу АЕ дає можливість підвищити ступінь вірогідності виявлення раннього загоряння і знизити ймовірність помилкових спрацьовувань приладів виявлення, заснованих на використанні ефекту АЕ. Дослідження особливостей процесу АЕ при горінні різних целюлозовмісних матеріалів та ідентифікації їх спектрів різними методами вказують на високу ефективність виявлення і встановлення фактів загоряння в приміщеннях з великим вмістом целюлозовмісних матеріалів (меблі, пиломатеріали, тканини, медичні матеріали та інші).

Результати проведених експериментів підтверджують доцільність використання процесу АЕ як інструментального методу для виявлення осередків пожежі і гасіння пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Левтеров А.А. Использование эффекта акустической эмиссии при раннем обнаружении возгорания целлюлозосодержащих материалов объектовой подсистемой универсальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций в Украине / А.А. Левтеров, В.Д.Калугин, В.В. Тютюник // Прикладная радиоэлектроника. – Харьков: АН ПРЭ, ХНУРЭ, 2017. – Т. 16.–№ 1, 2. – С. 23 – 40.
2. Федер Е. Фракталы / М.: Мир, 1991. – 258с.
3. С.Ф. Филоненко. Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, диагностика / С.Ф. Филоненко. – К.: КМУГА, 1999. – 312 с.
4. ГОСТ 27655-88. АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ. Термины, определения и обозначения. – М.:Изд-во стандартов, 1988. – 18 с.

УДК 614.833

## ВАЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ІНСПЕКТОРСЬКОГО СКЛАДУ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАГЛЯДОВО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ПИТАНЬ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

*О.І. Башинський, канд. техн. наук, доцент, Ю.Т. Судніцин,  
М.В. Борис, О.С. Вітковська*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

З кожним роком в Україні відбувається дедалі більше пожеж. За статистикою ДСНС України за 8 місяців 2020 року відбулося 71999 пожеж, це на 8,7% більше ніж за аналогічний період 2019 року. Звертаючи на це увагу, стає зрозуміло, що більшість цих пожеж виникло через неможливість перевірити об'єкти на

предмет пожежної та техногенної безпеки. Забезпечення пожежної та техногенної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності суб'єктів господарювання.

Закон України “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності” визначає правові та організаційні засади, основні принципи і порядок здійснення державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності, повноваження органів державного нагляду (контролю), їх посадових осіб і права, обов'язки та відповідальність суб'єктів господарювання під час здійснення державного нагляду (контролю). Цим законом регламентується робота з перевірок об'єктів різного ступеня ризику Державною службою України з надзвичайних ситуацій.

З даних за останні декілька років, працівником державного нагляду(контролю)проводиться така робота:

- організація і проведення в кожній області комплексних та контрольних перевірок;
- складення в середньому дванадцяти адміністративних протоколів;
- винесення двадцяти чотирьох постанов про застосування запобіжних заходів.

Враховуючи вище вказане виникла необхідність розроблення Методики визначення необхідної нормативної чисельності інспекторського складу Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

В основу розрахунку покладено річний обсяг витрат робочого часу, необхідний для виконання функціональних обов'язків інспекторами, згідно з вимогами постанови Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2018 р. № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій», наказ МВС від 17.01.2019 №22 «Про затвердження уніфікованої форми акта, складеного за результатами проведення планового

(позапланового) заходу державного нагляду (контролю) щодо дотримання суб'єктом господарювання вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, та інших форм розпорядчих документів» і наказу МВС від 06.02.2017 № 92 «Про затвердження Інструкції з організації перевірок діяльності міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту».

Річна норма робочого часу при 40-годинному робочому тижні з двома вихідними днями становить 2051 годину. За середню тривалість відпустки приймається 36 календарних або 30 робочих днів (240 години). У середньому інспектору протягом року надаються лікарняні, тривалість яких становить 3% від величини річної норми робочого часу – 61 година. Таким чином, корисний річний фонд робочого часу одного інспектора становить 1750 годин.

Окрім проведення наглядово-профілактичних робіт на об'єктах, інспектори один день на тиждень займаються вивченням нормативної літератури, беруть участь у навчаннях, проведенні нарад, семінарів тощо (наприклад вручення повідомлень про перевірку, позапланові перевірки, вихідні та святкові дні, підготовку адміністративних справ, розробку планів роботи і т. п.).

З метою покращення організації діяльності інспекторського складу необхідно передбачити створення міських відділів/секторів в обласних центрах, секторів в районах області та містах обласного значення за територіальною ознакою.

Розробка даної методики може бути запроваджена для проведення розрахунку нормованої чисельності інспекторського складу, який здійснює наглядово-профілактичну діяльність у галузі пожежної та техногенної безпеки.

Отже, дана методика внесе корисні зміни для інспекторів ДСНС України у сфері пожежної та техногенної безпеки, а саме:

– оптимізує роботу інспекції ДСНС України;

- розрахує кількість робочих місць в залежності від потреб обласних центрів, районів областей та міст;
- зменшить кількість пожеж на об'єктах різного ступеня ризику.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» від 5 квітня 2007 року № 877-V.

2. Указ Президента України від 9 грудня 2010 р. № 1085 «Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади».

3. Постанови Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2018 р. № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій»

4. Наказ МВС від 17.01.2019 №22 «Про затвердження уніфікованої форми акта, складеного за результатами проведення планового (позапланового) заходу державного нагляду (контролю) щодо дотримання суб'єктом господарювання вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, та інших форм розпорядчих документів».

5. Наказ МВС від 06.02.2017 № 92 «Про затвердження Інструкції з організації перевірок діяльності міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту».

6. А.П. Половко, Ю.Г. Сукач, І.В. Дворянин «Методика розрахунку інспекторського складу щодо забезпечення наглядово-профілактичної діяльності з питань техногенної безпеки та цивільного захисту», Збірник наукових праць ЛДУ БЖД – 2011.

УДК 614.84

## ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ (КОНТРОЛЮ) У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

*Д.М. Баштова, О.В. Савченко, канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
Національний університет цивільного захисту України*

За останні десять років в Україні сталося понад 600 тис. пожеж, від яких загинуло більше 20 тис. осіб, полум'ям знищено понад 10 тис. од. автотехніки, матеріальні втрати склали майже 30 млрд гривень. Кожний рік у державі незмінно відбувається 80 - 90 тис. пожеж, гине близько 2 тис. осіб, знищується майже 30 тис. будівель та споруд. Втрати від пожеж помітно перевищили загальний збиток держави від інших надзвичайних ситуацій, до того ж вони безповоротні та вимагають великих витрат на відновлення. Невжиття невідкладних заходів щодо підвищення захисту населених пунктів та об'єктів - може призвести тільки до прямих збитків від пожеж на суму більше 3,5 млрд. грн, а з урахуванням побічних збитків ця сума може скласти понад 10 млрд. гривень.

Загальновідомо, що контрольно-наглядова діяльність, як невід'ємне право і обов'язок органів державної влади, здійснюється у відповідності із приписами правових норм та є складовою державного управління. Державний нагляд (контроль) з питань ЦЗ здійснюється за додержанням вимог чинного законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, захисту населення і території від НС. Основні принципи і порядок здійснення державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності, повноваження наглядових органів, їх посадових осіб і права, обов'язки та відповідальність суб'єктів господарювання під час здійснення державного нагляду в Україні визначаються рамковим Законом «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності».

Згідно з Кодексом цивільного захисту України (далі — Кодекс) діяльність із забезпечення пожежної безпеки є складовою виробничої та іншої діяльності посадових осіб і працівників підприємств, установ та організацій. Забезпечення пожежної безпеки суб'єкта господарювання покладається на власників та керівників таких суб'єктів господарювання.

Виробничі, житлові, інші будівлі та споруди, обладнання, транспортні засоби, що вводяться в дію чи експлуатацію після завершення будівництва, реконструкції або технічного переоснащення, а також технологічні процеси та продукція мають відповідати вимогам нормативно-правових актів з пожежної безпеки.

Центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сфері техногенної та пожежної безпеки, уповноважений організувати та здійснювати державний нагляд (контроль) щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту.

Перевірки проводяться з метою здійснення контролю за додержанням суб'єктами господарювання вимог законодавства з питань цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки, виявлення порушень і запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, захисту життя та здоров'я людей.

Контроль та нагляд з боку держави за діяльністю господарюючих суб'єктів, за дотриманням ними норм і приписів законодавства, правил та стандартів, якістю виробленої продукції та наданих послуг є одним з важливих заходів у реалізації завдань та функцій держави.

Основною метою, з якою здійснюється контроль та нагляд з боку держави за господарською діяльністю, є захист життя і здоров'я людини, навколишнього природного середовища.

При чому, чим досконаліший, прозоріший та зрозуміліший для всіх порядок його здійснення, тим контроль ефективніше досягає своєї мети, Однією з першочергових проблем державного нагляду та контролю в Україні є недосконалість нормативно-правової бази.

Практика діяльності наглядових органів показує, що ряд задекларованих принципів, під час реалізації наглядових функцій, порушується або залишається не реалізованими. Зокрема, це стосується неприпустимості дублювання повноважень органів державного нагляду (контролю) недопущення встановлення планових показників чи будь-якого іншого планування щодо притягнення суб'єктів господарювання до відповідальності та застосування до них санкцій, здійснення державного нагляду (контролю) на основі принципу оцінки ризиків і доцільності та деякі інші.

В останні роки органами державної влади проводиться політика щодо обмеження функцій і повноважень наглядових органів, з метою зниження тиску на суб'єкти господарювання, посиляючись на недосконалість системи та мирові практики, які рахуються більш ефективними.

Головним недоліком чинного законодавства у сфері державного нагляду та контролю за господарською діяльністю є те, що правове регулювання цих відносин значною мірою здійснюється за допомогою відомчих та інших підзаконних актів. Для багатьох контролюючих органів закони визначають лише повноваження, а підстави та спосіб здійснення контрольної діяльності прописується у підзаконних актах.

Застарілість, неузгодженість та велика кількість нормативних документів, що регулюють проведення перевірок контролюючими органами, є чинником, що призводить до суперечок між господарюючими суб'єктами та контролюючими органами і, як наслідок, – численні скарги від суб'єктів господарювання до органів влади усіх рівнів на дії контролюючих органів.

Прийняття нового закону у цій сфері, який врахує недоліки попередніх нормативних актів, конкретність завдань та відповідальності, за проведення заходів контролю надасть можливість підвищення ефективності контролю за господарською діяльністю з боку органів державного нагляду (контролю), який здійснюється шляхом проведення планових, позапланових та ін-



ших перевірок, обстежень, інспекцій, моніторингу тощо. Удосконалення здійснення заходів державного нагляду (контролю), дозволить запобігти людським втратам, зокрема, внаслідок пожеж, забезпечить збереження життя і здоров'я людей та безпеку середовища, що є головним обов'язком Держави.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України «Про основні засади здійснення державного нагляду у сфері господарської діяльності» // Відомості Верховної Ради України, 2007, № 29, ст.389.

2. Кодекс цивільного захисту України [Електрон. ресурс] : Закон України від 02.10. 2012 р. № 5403-VI. – Режим доступу:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>

**УДК 699.81**

## **ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ТА ПРОФІЛАКТИКА У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

***Б.В. Білоножко, М.З. Пелешко**, канд. техн. наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Школи є одними з найбільш вразливих об'єктів з точки зору протипожежної небезпеки. Будь-яка надзвичайна ситуація може призвести до виникнення безпосередньої загрози для здоров'я і навіть життя дітей. Саме тому пожежна безпека є пріоритетом як для державних органів, так і для адміністративного апарату самого навчального закладу.

***Комплекс заходів щодо забезпечення безпеки шкіл включає в себе наступні роботи:***

- придбання та утримання в цілості первинних засобів гасіння, що включають в себе вогнегасники різних марок, ємності з піском, пожежні стенди зі щитом і спеціальним інвентарем;
- установка протипожежної сигналізації;
- оснащення шкільних будівель "тривожною" системою оповіщення про надзвичайну ситуацію;
- наявність і свобода проходів в евакуаційних виходах з будівлі, оснащення їх спеціальними знаками безпеки;
- оформлення інформаційних стендів зі схемами з профілактики надзвичайних ситуацій;
- проведення занять та уроків з персоналом школи та учнями на тему пожежної безпеки (рис. 1).





**Рисунок 1** – Навчальна тривога у школі

Відповідальність за повне і своєчасне забезпечення виконання нормативів та правил протипожежної безпеки лежить на адміністрації навчального закладу.

Керівництво і відповідальні співробітники школи повинні:

- негайно і повною мірою усувати будь-які фактори, які можуть призвести до виникнення пожежі на території школи;
- розробити і неухильно слідувати графіку проведення навчання та інструктажу, які призначені для підтримки необхідного рівня знань з пожежної безпеки;
- розробити та затвердити план евакуації, а також комплекс заходів з екстреного оповіщення персоналу та учнів;
- визначити розподіл обов'язків співробітників в екстреній ситуації;
- призначити осіб, відповідальних за протипожежну безпеку в періоди проведення різних урочистих зборів і заходів – концертів, шкільних вечорів, лінійок та ін.

Процес навчання дітей нормам протипожежної безпеки необхідно починати з початкових класів школи. У цьому віці дітям

повинні засвоїти базові поняття – вогонь, в чому полягає його небезпека, як його використовують і як можна його застосовувати. Крім того, обов'язково необхідно пояснювати основні правила поведінки під час пожежі і будь-якої іншої надзвичайної ситуації.

Учні середніх класів повинні знати і вміти поводитися з електроприладами та побутовим обладнанням, легкозаймистими та горючими матеріалами. Вони повинні оволодіти навичками використання вогнегасників та іншими первинними засобами боротьби з вогнем. У надзвичайних ситуаціях вони повинні вміти допомогти учням молодших класів залишити охоплену вогнем будівлю, а також врятуватися самим.

Старшокласники повинні залишати школу з повним набором навичок, якими володіють дорослі люди. Вони включають в себе знання про основні причини виникнення пожеж, способи їх ліквідації на ранніх етапах, навички надання першої медичної допомоги, а також правила поведінки в побуті і на природі. Процес навчання у всіх класах повинен йти в ігровій формі, а для старшокласників включати елементи навчань з практичними вправами. Дітей потрібно не просто вчити, а й доступно пояснювати їм, що саме потрібно робити під час пожежі, а чого робити категорично не слід. Прості і зрозумілі правила, засвоєні з дитинства, допоможуть їм у дорослому житті уникнути багатьох бід і неприємностей.

Необхідно пам'ятати, що в освітніх установах пожежа поширюється зі швидкістю 1-1,5 метра в хвилину, в коридорах - 4-5 м / хв. При горінні меблів та паперу в навчальних приміщеннях в повітрі накопичується оксид вуглецю, який при вдиханні його протягом 5-10 хвилин стає смертельним.

Ось чому при надзвичайній ситуації пожежі в школі потрібно діяти швидко, рішуче і грамотно, відповідно до розроблених раніше планів евакуації та практичних відпрацювань на випадок пожежі.

- Не піддаватися паніці самому і заспокоїти дітей.
- У першу чергу евакуювати дітей із тих приміщень, де знаходиться небезпечно для життя, а також з верхніх

поверхів, причому першими виводити учнів молодших класів.

- Уточнити обстановку: чи немає задимлення в коридорі, чи можливий вихід і евакуація учнів.
- Якщо вихід з класу безпечний, вишукувати учнів. Портфелі, одяг залишити на місцях. Якщо є, надіти на дітей марлеві пов'язки для захисту органів дихання. Взяти класний журнал.
- Виводити учнів з будівлі школи по найбільш безпечного та найкоротшому шляху. Вчитель при цьому повинен йти попереду, а в кінці ланцюжка дітей поставити найросліших і фізично розвинених хлопчиків, щоб у разі потреби вони змогли надати допомогу більш слабким.
- По закінченню евакуації, у заздалегідь визначеному безпечному місці збору, провести перекличку всіх дітей за списками. Вчитель повинен невідлучно знаходитися поряд з виведеними з будівлі учнями.
- Якщо коридор задимлений і вихід з класу небезпечний, потрібно закрити входні двері, ущільнити їх підручною тканиною, посадити дітей на підлогу і трохи відкрити вікно для провітрювання. Якщо на вікнах металеві ґрати, їх необхідно відразу відкрити. Як тільки почуєте шум під'їхавших пожежних машин, подайте сигнал, щоб рятівники негайно приступили до евакуації дітей через вікна. Вчитель у такому разі залишає клас останнім.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН В 2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
3. ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти».
4. ДБН В.2.2-9-2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».

УДК 614.841.24

## ЗАГОРЯННЯ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ ЧЕРЕЗ ТЕПЛОВИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*О.М. Борачок, М.З. Пелешко, канд. техн. наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

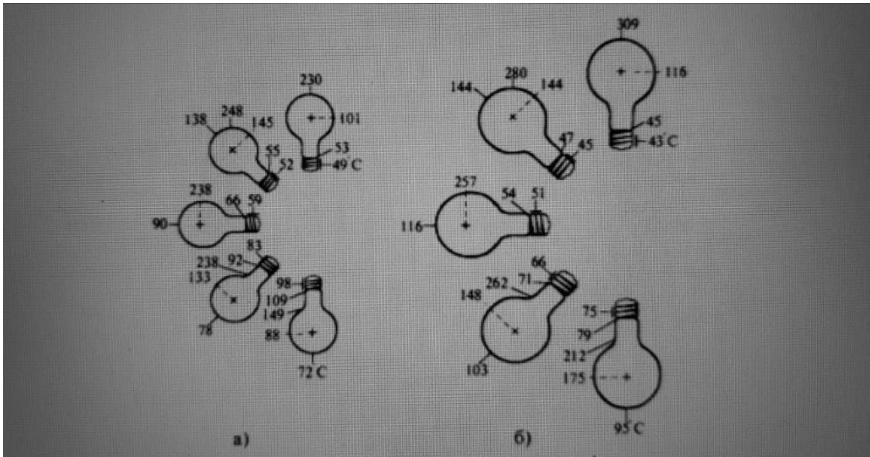
У багатьох місцях, де ми мешкаємо, працюємо, навчаємося, відпочиваємо, горюче середовище присутнє постійно, й суто пожежонебезпечне джерело тепла є єдиним фактором, який слід виявити й усунути з метою запобігання пожежі. Звідси впливає особлива важливість ретельного вивчення умов появи й методів запобігання виникненню пожежонебезпечних теплових джерел. Досить поширене загоряння матеріалів і конструкцій від теплового впливу електронагрівальних елементів, особливо в умовах обмеженого тепловідведення. В зв'язку із цим велику пожежну небезпеку являють побутові електронагрівачі: чайники, праски, кип'ятильники.

Незахищена дерев'яна основа під чайником загоряється приблизно через 10-15 хвилин після википання води, внаслідок того, що його температура сягає 400°C. Подошва електропраски, що не має терморегулятора та залишена на щільно прилягаючій основі, може нагрітися до 400-500°C. З терморегулятором нагрів не перевищує 200°C, але в залежності від часу впливу теплоти й умов її 35 акумуляції горючий матеріал, з яким контактує подошва праски, може також зайнятися. Пожежну небезпеку являють лампи накалювання, люмінесцентні та ртутні лампи високого тиску. Про це можна судити по наступним даним: через 30 хв. після включення ламп накалювання температура на їхній зовнішній поверхні досягає в залежності від потужності наступних величин: 40 Вт - 145°C, 75 Вт -

250°C, 100 Вт - 290°C, 200 Вт - 330°C. При торканні лампи з текстильними матеріалами її колба нагрівається ще сильніше, причому нагрів залежить від ступеня теплоізоляції, що створюється цим матеріалом. Так, лампа потужністю 40 Вт, загорнена у ватну ковдру, нагрівається до 250°C, а лампа потужністю 100 Вт, обгорнена бавовняною тканиною нагрівається до 340°C. Солома, що стосується поверхні лампи потужністю 60 Вт, спалахує приблизно через 67 хвилин. Температура нагрівання колби електричної лампочки залежить від потужності лампи, геометричної форми, її розмірів, розташування в просторі і ступені її теплоізоляції. Так, наприклад, температури, що розвиваються на поверхні відкритих електричних ламп, не однакові у всіх її точках. Вони залежать від положення ламп. На рис. 1 приведена відповідна залежність для ламп потужністю 100 і 500 Вт при температурі навколишнього повітря, яка дорівнює 25°C. Теплові джерела запалювання вельми різноманітні. Наприклад, навіть звичайний графин з водою, залишений на підвіконні, може зіграти роль оптичної лінзи, у фокусі якої опиниться спалима портьєра. Знання теоретичних основ виникнення горіння здатне ефективно допомогти у розробці заходів, що сприяють запобіганню виникненню пожежі, а також дає змогу правильно оцінити пожежну небезпеку того чи іншого технологічного процесу.

Джерелом запалювання може бути таке нагріте тіло (у випадку примусового запалювання) чи такий екзотермічний процес (при самозайманні), які здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до визначеної температури, коли швидкість тепловиділення (за рахунок реакції горючої суміші) дорівнює чи перевищує швидкість тепловідводу із зони реакції. При цьому потужність та тривалість теплового впливу джерела повинні забезпечувати підтримання критичних умов протягом часу, необхідного для розвинення реакції з формуванням фронту полум'я, здатного до подальшого самостійного поширення. З метою охолодження речовин до температури 10-30 °C найчастіше використовують воду та повітря як найдоступніші та дешеві охолоджувальні агенти. Охолодження до більш низьких температур проводиться шляхом застосування льоду та спеціальних холодильних агентів,

які являють собою пари низькокиплячих рідин, зріджені гази та холодильні розсоли.



**Рисунок 1** – Температура нагрівання поверхні лампи в різних положеннях:  
а) 100 Вт; б) 500 Вт.

Важливим фактором, що визначає можливість загоряння горючого матеріалу під впливом теплоти, яке випромінюється лампою, є відстань від її поверхні до матеріалу. Відповідна залежність для температури випромінювання ламп накаливання різної потужності і джерела інфрачервоних променів у 250 Вт. Оскільки лампи однієї і тієї же потужності, але що відрізняються розмірами колб, нагріваються неоднаково, варто розглядати як орієнтовні.

Люмінесцентні світильники можуть бути джерелом загоряння через несправність пуско-регулюючої апаратури, перегріву працюючих елементів світильника (дросель, стартер) унаслідок порушення вимоги монтажу світильників. При “залипанні” стартера нагрів світильників сягає 190-200°C, а дроселів - 120°C. Відповідне підвищення температури на дроселі викликає розм'якшення заливальної маси з наступним її витіканням і запаленням від нагрівання обмоток дроселя. Пожежонебезпечним елементом



у люмінесцентних світильниках є стартер, усередині якого знаходяться горючі (спалимі) матеріали (паперовий конденсатор, картонні прокладки). У випадку пробою полум'я викидається із сигнального отвору стартера і може бути джерелом загоряння. Можливе оплавлення електродів світильників, що відбувається при температурі 1450- 3300°С (у залежності від матеріалу електродів), може також служити джерелом 37 загоряння при механічному (або з іншої причини) руйнуванні скла колби світильника. Вихід з ладу конденсаторів у запальних пристроях люмінесцентних ламп також може спричинити пожежу. У цьому випадку зазвичай плавиться і загоряється пластмасовий корпус конденсатора і його палаючі краплі підпалюють інші матеріали. Кінцевою метою аналізу пожежної небезпеки буде максимально можливе виключення потенційних джерел запалювання, зведення до мінімуму горючого середовища, встановлення такого рівня протипожежного режиму, при якому можливість виникнення пожежі та масштаби її наслідків будуть найменші.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Конституція України.
2. Кодекс цивільного захисту України.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. Федотов А.И., Ливчиков А.П., Ульянов Л.Н. Пожарно-техническая экспертиза. – М.: Стройиздат, 1986 г. Логинов Ф.Л. Пожарно-профилактические мероприятия при окраске и сушке изделий. М.: 1973. – 114 с.

**УДК 614.8****ВРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОГРІВУ СТАЛЕВИХ  
КОНСТРУКЦІЙ ЗІ СПУЧУВАЛЬНИМИ ПОКРИТТЯМИ  
ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЇХ ВОГНЕСТІЙКОСТІ**

*О.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, В.С. Ольховський,  
курсант*

*Національний університет цивільного захисту України*

Об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН), в яких обертаються легкозаймисті речовини, в основному відносяться до каркасної конструктивної системи з несучим сталевим каркасом. Основна небезпека при нагріванні металевих конструкцій полягає в значних деформаціях і швидкій втраті ними міцності, починаючи вже з 350 °С. Ефективним методом вогнезахисту сталевих конструкцій є використання покриттів, що спучуються [1].

При проектуванні та зведенні сталевих каркасних конструкцій, захищених спучувальними покриттями, для забезпечення нормативних значень їх вогнестійкості з'являється необхідність прогнозування відповідних показників з урахуванням умов силових навантажень. Тут можливі два підходи:

- оцінити межі вогнестійкості існуючих сталевих конструкцій, захищених спучувальними покриттями;
- запропонувати тип і товщину шару покриттів, що спучуються, для забезпечення необхідної вогнестійкості сталевих конструкцій.

Експериментально визначити вогнестійкість великих сталевих конструкцій, захищених спучувальними покриттями, в складі споруди практично неможливо. Тому необхідна попередня оцінка їх меж вогнестійкості.

Проблема розрахункової оцінки полягає в тому, що при нагріванні кардинально змінюються не тільки властивості захисного покриття, його товщина і структура, але також властивості

металевої конструкції, і все це слід враховувати при розробці методу розв'язання задачі [1].

Особливістю вогнезахисних покриттів, що спучуються, є швидке збільшення їх об'єму при нагріванні і утворення "шуби" з низькою теплопровідністю, що захищає основний матеріал від нагрівання [1]. Існуючі методики розрахунку дозволяють достовірно розраховувати ефективність таких захисних покриттів, враховуючи час прогріву початкового шару до початку його спучування і, потім, час, протягом якого спучений шар здатний захищати конструкцію [1, 2]. При цьому для сталевих конструкцій в зв'язку з високою теплопровідністю сталі часом досягнення межі вогнестійкості вважають момент, коли температура на межі «захисне покриття - метал» стає рівною критичній температурі конструкції [2]. Значення меж вогнестійкості, розраховані таким чином, тобто ті, що не враховують час прогріву власне металевої конструкції, яка знаходиться в напруженому стані, можуть бути трохи заниженими.

Для уточнення розрахункової межі вогнестійкості стиснутої сталевий конструкції, захищеної покриттям, що спучуються, необхідно розрахувати час її прогріву до критичної температури в залежності від початкової товщини покриття.

Межа вогнестійкості сталевий конструкції  $\tau_{kp}$  можна уявити як суму часів прогріву:

- захисного покриття  $\tau_{Fb}$  до температури його спучування  $t_{Fb}$ ;
- спученого шару  $\tau_{Fs}$  до критичної температури сталевий конструкції  $t_{kS}$ ;
- сталевий конструкції до втрати міцності  $\tau_{kS}$ :

$$\tau_{kp} = \tau_{Fb} + \tau_{Fs} + \tau_{kS} . \quad (1)$$

Розрахунки проводилися на прикладі сталевих одноопорних центрально стиснутих колон різного перетину, покритих вогнезахисним спучувальним покриттям "Терма", що обігріваються з 4-х

боків. Знаючи характеристики колони, коефіцієнт зниження несучої здатності  $\gamma_T$ , параметри вогнезахисного спучувального покриття "Терма" і задавшись постійним навантаженням, можна визначити для неї критичну температуру. Обчисливши наведену товщину колони  $\delta_k$ , можна визначити час втрати міцності [2, 3].

При розрахунках були зроблені наступні допущення [3]:

- процес прогріву розглядався для локальної ділянки як для напівнескінченного тіла з граничними умовами 3 роду;
- час спучування захисної плівки не враховувався;
- передбачалося, що тепловий контакт між шаром захисного покриття як до спучування, так і після спучування і сталевую конструкцією є ідеальним.

**Таблиця 1**

Розрахункові значення межі вогнестійкості сталевих одноопорного колон покритих вогнезахисним покриттям "Терма"

Профіль колони	Периметр що обігрівається, мм	Площа перерізу, мм <sup>2</sup>	Наведена товщина, мм	Товщина покриття, мм	Час прогріву покриття, $t_{gr}, t_{cr}, t_{st}, t_{st,xb}$	Час прогріву колони, $t_{ks}, t_{xb}$	Межа вогнестійкості, $t_{kr}, t_{xb}$
Двотавр 50Б1	1766	9298	5,26	1,0	59	10	69
				2,0	70		80
Двотавр 50Ш1	2146	14570	12	1,0	60	12	72
				2,0	72		84

Розрахунки показали, що час прогріву власне сталевих конструкцій до втрати ними міцності становить 10...15 % від розрахункової межі вогнестійкості. Причому цей внесок буде зростати

при збільшенні наведеної товщини конструкції. І оскільки критична температура сталевих конструкцій залежить від величини навантаження на них і межі опору сталі, то ці критерії слід враховувати при проектуванні вогнезахисту.

Таким чином, на прикладі показано, що при розрахунках межі вогнестійкості захищеної сталеві конструкції обов'язково слід враховувати крім часу прогріву покриття, що спучується, до критичної температури також час втрати міцності самої сталеві конструкції, яке залежить від величини навантаження на неї і межі опору сталі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. – М.: Изд. Стройиздат, 1984.– 240 с.
2. Бессонов Н.М. Расчетный метод определения пределов огнестойкости металлоконструкций, покрытых огнезащитным вспучивающимся составом / Бессонов Н.М., Еремина Т.Ю., Дмитриева Ю.Н., Крашенинникова М.В. // Пожарная безопасность. – 2007. – № 1. – С. 22-28.
3. Васильченко А.В. Оценка огнестойкости стальных колонн каркаса со вспучивающимся огнезащитным покрытием / Васильченко А.В. // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2017. – Вып. 42. – С.7-11. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5663>.

## УДК 614.8

**ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗГИНАЛЬНИХ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПОСИЛЕНИХ  
ФІБРОМАТЕРІАЛАМИ**

*О.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, А.В. Семенов,  
курсант*

*Національний університет цивільного захисту України*

В даний час для підвищення ефективності залізобетонних конструкцій здійснюються спроби підвищення міцності бетону введенням в його склад дискретних волокон (фібр) різного походження [1, 2].

Визначення параметрів будівельних елементів з фібробетону здійснюються за тими ж принципами, що і для залізобетону. Розрахунок при цьому необхідно погоджувати з методом визначення внутрішніх сил і моментів. Однак, при всіх перерахованих достоїнствах виробів на основі фібробетонів недостатньо дослідженою залишається проблема їх стійкості при пожежі.

У даній роботі оцінка вогнестійкості згинальних залізобетонних елементів на основі фібробетонів різного складу здійснювалася за їх розрахунковими межами вогнестійкості [3].

Найвний досвід випробувань залізобетонних конструкцій на вогнестійкість свідчить, що за інших рівних умов конструкції з більш високими механічними характеристиками мають зазвичай і більшу межу вогнестійкості. Можна припускати, що матеріал фіброволокон, змінюючи теплофізичні властивості бетону, вплине на характеристики його вогнестійкості.

Для оцінювання впливу вогнестійкості в якості базових обрано залізобетонні балки з різним відсотком армування на основі бетону класу В25 з гранітним заповнювачем. Перетин елементів прямокутний з розмірами:  $b = 300$  мм,  $h = 700$  мм,  $h_0 = 650$  мм. Розрахунковий опір бетону  $R_b = 14,5$  МПа. Для цього елемента

прийнято одиночне армування сталевими арматурами класу А400 з розрахунковим опором  $R_s = 355$  МПа.

Для порівняння розглядалися подібні балки на основі такого ж бетону, але з дисперсним армуванням сталевую і базальтовою фіброю.

Для обраної балки несуча здатність відносно центра ваги перерізу стиснутої зони бетону розраховувалася за формулами:

– для вихідної балки і балки з дисперсним армуванням:

$$M = \sigma_s A_s (h_0 - 0,5x), \quad (1)$$

де  $\sigma_s$  – напруга в сталевій арматурі;  $A_s$  – сумарна площа перетину сталеві арматури;  $x$  – розрахункова висота стиснутої зони бетону.

Умовами рівноваги для розрахунків обрано:

– у вихідній балці:  $\sigma_s A_s - R_b b x = 0$ ; (2)

– в балках с дисперсним армуванням:  $\sigma_s A_s - R_{bf} b x = 0$ . (3)

де  $R$  – розрахунковий опір; індекси  $s$ ,  $b$ ,  $bf$  означають сталь, бетон та фібробетон, відповідно.

Розрахункова висота стиснутої зони бетону обчислювалася як:

$$x = \xi \cdot h_0, \quad (4)$$

де  $\xi$  – відносна висота стиснутої зони бетону.

Розрахунки несучої здатності балок проводилися за методикою СНиП 2.03.01-84 \* з урахуванням властивостей матеріалів відповідних елементів, і результати показані в таблиці 1.

Межі вогнестійкості досліджуваних залізобетонних балок т оцінювалися з урахуванням їх несучої здатності за методикою [4]

Результати оціночних розрахунків меж вогнестійкості балок показано в таблиці 1.

За результатами розрахунків видно, що використання фібробетонів збільшує несучу здатність балки. Причому, особливо наочно цей ефект проявляється при великих навантаженнях.

Також позитивно позначається використання фібробетонів і на вогнестійкості балки. Причому, цей ефект більше проявляється при великих навантаженнях. Слід зауважити, що розрахунок межі вогнестійкості проводився для несучої здатності відповідної відсотку армування кожної балки. Тому розкид цих значень не дуже великий.

**Таблиця 1.**

Несуча здатність і межа вогнестійкості залізобетонних балок з  
фіброармуванням

Діаметр арматури, мм		22	28	36	40
Сумарна площа арматури, $A_s, \text{м}^2$		0,00114	0,00184	0,00305	0,00376
Відсоток армування, %		0,5	1,0	1,5	2,0
Несуча здатність, $M, \text{кН}\cdot\text{м}$	Без фіброармування	152	312	476	605
	Сталева фібра	219	395	542	676
	Базальтова фібра	200	365	525	672
Межа вогнестійкості, $\tau, \text{хв}$	Без фіброармування	105	99	92	80
	Сталева фібра	95	94	91	83
	Базальтова фібра	100	98	95	90

Як і слід було очікувати, бетон з базальтовою фіброю найменш чутливий до нагрівання. Але і бетон зі сталевую фіброю виявився за цим показником близьким порівняно зі звичайним бетоном. Можливо, це пояснюється тим, що за час прогріву сталевій арматури до критичної температури розрахункова висота стиснутої зони фібробетону залишається більшою, ніж у звичайного бетону.



Таким чином, розрахунки показали, що дисперсне армування бетону залізобетонної балки сталевую і базальтовою фіброю збільшує її несучу здатність, а також підвищує її межу вогнестійкості, особливо при великих робочих навантаженнях.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Баженов Ю.М. Технология бетонов XXI века / Ю.М. Баженов // Новые научные направления строительного материаловедения: материалы докладов Академических чтений РААСН. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – С. 9-19.
2. Пухаренко Ю.В. Эффективные фиброармированные материалы и изделия для строительства / Ю.В. Пухаренко // Промышленное и гражданское строительство. – № 10. – 2007.
3. Васильченко А.В. Оценка предела огнестойкости изгибаемых железобетонных элементов, усиленных фиброматериалами / Васильченко А.В., Золочевский Н.Б., Хмыров И.М. // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Вып.33.– Харьков: НУГЗУ, 2013. – С.27-32.
4. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И.Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.

**УДК-614.841.41**

### **ПОВЕДІНКА ДЕРЕВИНИ ПРИ ВОГНЕВОМУ ВПЛИВІ ТА ЇЇ МЕХАНІЧНІ ТА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

*Н.В. Вегреновський, М.З. Пелешко, канд. техн. наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Широке застосування дерев'яних конструкцій пов'язане з наявністю у деревини багатьох позитивних властивостей. Деревина має високу механічну міцність, невелику об'ємну вагу, малу

теплопровідність, незначний коефіцієнт температурного розширення, що дозволяє відмовитись від температурних швів, високу хімічну стійкість. Деревина є одночасно і пластичним і пружним матеріалом, має високі акустичні властивості та високу довговічність. Заготівля деревини та її обробка не потребують складного устаткування, можуть проводитися у будь-яку пору року. Затрати праці на виготовлення конструкцій є невеликими. В разі потреби дерев'яні конструкції можуть бути виготовлені за допомогою найпростіших інструментів. Деревина відповідає вимогам збірності будівництва з елементів і деталей, виготовлених на заводах, з наступним монтажем на місці будівництва. Проте деревина має ряд негативних властивостей: неоднорідну волокнисту структуру та дефекти, пов'язані з ростом дерева, які дуже впливають на механічні властивості. Деревина висихає або розбухає за зміни температурно-вологісних умов, в яких знаходяться конструкції, гниє, може вражатися дерево-руйнуючими комахами, є горючою речовиною. Негативні властивості деревини вимагають старанного аналізу умов роботи дерев'яних конструкцій, особливої уваги при їх зведенні та усунення або зменшення причин, які сприяють виявленню цих властивостей, а в деяких випадках і обмеження застосування таких конструкцій.

Головні властивості деревини:

1. Вологість деревини – це кількість води, що міститься в ній, виражена у відсотках від ваги деревини. Волога, що заповнює внутрішні порожнини деревини, називається вільною або капілярною. Волога, що знаходиться у стінках клітин деревини, називається зв'язаною або гігроскопічною. За певних умов зовнішнього середовища волога з деревини поступово випаровується.

2. Об'ємна вага деревини змінюється у широких межах залежно від породи деревини, кількості порожнин, товщини стінок волокон та вологості. Об'ємна вага свіжозрубаної деревини, наприклад, хвойних порід може прийматися  $8,5\text{кН/м}^3$ , а при розра-

хунках конструкцій  $-5\text{кН/м}^3$ . Слід мати на увазі ще таке: чим більше відсоток пізньої деревини, тим більшою буде об'ємна вага, а деревина з більшою об'ємною вагою має більшу міцність.

3. Температурне розширення. Лінійне розширення у деревині є різним уздовж волокон чи під кутом до волокон. Коефіцієнт лінійного розширення деревини є невеликим; він є приблизно удвічі меншим, ніж у металів, тому відпадає потреба у температурних швах для дерев'яних будівель і споруд, які мають велику довжину.

4. Теплопровідність. Деревина через пористу будову погано проводить тепло, має дуже малий коефіцієнт теплопровідності, особливо поперек волокон ( $0,15\text{ккал}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}\cdot\text{град}^{-1}$ ), що дозволяє використовувати її в конструкціях не тільки як конструкційний матеріал, але й як тепло-ізолюючий. Механічні властивості деревини. Властивості деревини чинити опір дії зовнішніх сил називаються механічними властивостями деревини. Через її анізотропію механічні властивості залежать: від кута між напрямком діючого зусилля і напрямком волокон деревини; від породи, будови деревини та її об'ємної ваги, від наявності дефектів деревини, особливо сучків; від швидкості прикладання навантаження: чим вищою є швидкість навантаження, тим більшим є опір деревини; від тривалості навантаження. На рис. 1 показано криву тривалого опору деревини при випробуванні серії однакових зразків, завантажених тривалим навантаженням різної величини. Характер кривої показує, що зі зміною напруження збільшується час опору деревини (від початку навантаження до руйнування). Таким чином, границею тривалого опору деревини під дією

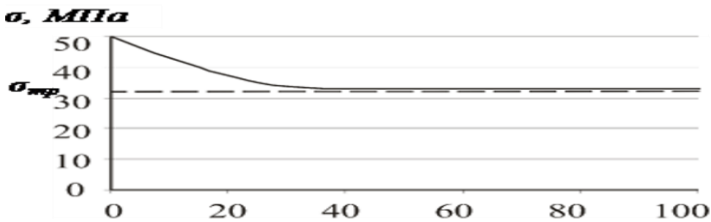


Рисунок 1 – Крива тривалого опору деревини

постійного статично прикладеного навантаження називається те найбільше навантаження, під впливом якого дерев'яний елемент не руйнується за необмежено тривалого часу дії навантаження.

За чинними нормами значення границі тривалого опору деревини для будь-яких напружених станів одержують, помноживши границю її міцності, визначену при статичних випробуваннях стандартних, вільних від дефектів зразків, на коефіцієнт. При визначенні в лабораторних умовах границі міцності одержують достатньо різні показники, внаслідок зазначених вище факторів, що впливають на механічні властивості. Тому щоб забезпечити надійність роботи конструкцій при нормуванні показників міцності деревини, виходять з можливих мінімальних значень міцності, які одержують статистичною обробкою результатів численних випробувань. Ці мінімальні значення опору матеріалу силовим діям з урахуванням тривалої дії навантаження встановлюються нормами як його механічні властивості і контролюються відповідно до правил приймання і випробування матеріалів. Їх називають нормативними опорами матеріалу.

Деревина є матеріалом природного походження, який на 99% складається з органічних речовин (50% складових деревини – це целюлоза, а іншу частину складає лігнін та геміцелюлоза, які вміщують речовини ароматичної природи, полісахариди, моносахариди, органічні кислоти). Наявність целюлози у структурі деревини і обумовлює її горючість. Під дією високої температури відбувається так званий піроліз целюлози – процес хімічного перетворення целюлози в інші речовини, який супроводжується виділенням газів. Піроліз проходить у дві стадії: 1 стадія – спостерігається при нагріванні деревини до температури 200...250°C. Целюлоза перетворюється на вугілля і виділяє негорючі газу (чадний газ, вуглекислий газ, водяний пар); 2 стадія – спостерігається при нагріванні деревини до температури 280...360°C і вище. Целюлоза перетворюється на смоли і виділяє горючі газу, зокрема метан. При піролізі лігніну, який інтенсивно іде при температурі

350...500°C, утворюється, в основному, вугілля та дьоготь. Характер будови деревини визначає її низьку теплопровідність і, одночасно, швидку займистість. При впливі джерела запалювання відбувається швидке нагрівання тонкого шару, випаровування вологи і розкладення деревини. Продукти розкладу, що утворюються при температурах нижче 250 °С, містять, в основному, водяну пару, вуглекислий газ і малу кількість палих газів (вони не загоряються). При  $t = 250...260$  °С починає виділятися велика кількість окису вуглецю і метану і виникає можливість запалювання і самостійного горіння.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Програма курсу "Несуча здатність конструкцій в умовах пожеж".
2. ДБН В.1.2-7:2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
3. ДБН В.1.2-8:2008 Основні вимоги до будівель і споруд безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища
4. Шналь Т.М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій. – Львів: Вид. НУ "Львівська політехніка", 2006. – 214 с
5. ДСТУ 2272-06 "Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять".
6. ДБН В.1.1-7-2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва".
7. Правила пожежної безпеки в Україні.

УДК 614.841.2

## ПОРІВНЯННЯ СПРОЩЕНОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНО-ПОТОКОВОЇ МОДЕЛЕЙ РУХУ ЛЮДСЬКИХ ПОТОКІВ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕВАКУАЦІЇ ІЗ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

*С.Я. Вовк, канд. техн. наук, О.В. Хлевной*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

На території держави розташовано близько 5583 висотних будинків і будинків підвищеної поверховості, з яких 5196 – житлові. Серйозних катастроф в українських висотках поки не виникло, однак за кордоном трагедії траплялися неодноразово. Так, 14 червня 2017 року внаслідок пожежі у 24-поверховому житловому будинку Гренфелл-тауер на заході Лондона загинуло 30 людей. Це доводить, що забезпечення своєчасної евакуації із висотних будівель є проблемою значної актуальності.

Наприкінці 2019 року було затверджено остаточну редакцію ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». В цьому стандарті прописано усі параметри для розрахунку часу евакуації людей із приміщень різного призначення. Розрахункова тривалість евакуації людей із приміщень будівель і споруд визначається на основі моделювання руху людей до виходу назовні одним з наступних способів:

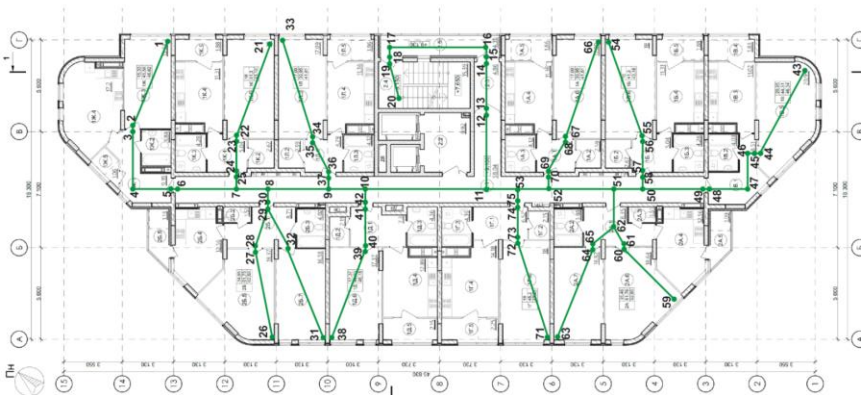
- за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку;
- за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей;
- за імітаційно-стохастичною моделлю руху людських потоків.

Під час визначення розрахункової тривалості евакуації враховуються розрахункові схеми евакуації людей, параметри руху

людей різних груп мобільності, а також значення площ горизонтальних проекцій різних контингентів людей[1].

Порівняємо результати, отримані за спрощеною аналітичною моделлю із аналогічними результатами за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей на прикладі розрахунку часу евакуації із 14-поверхового односекційного житлового будинку, розташованого у одному з обласних центрів України.

Спочатку визначимо час евакуації усіх мешканців будинку назовні за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку. Розрахункова схема евакуації із типового поверху будинку наведена на рисунку 1.

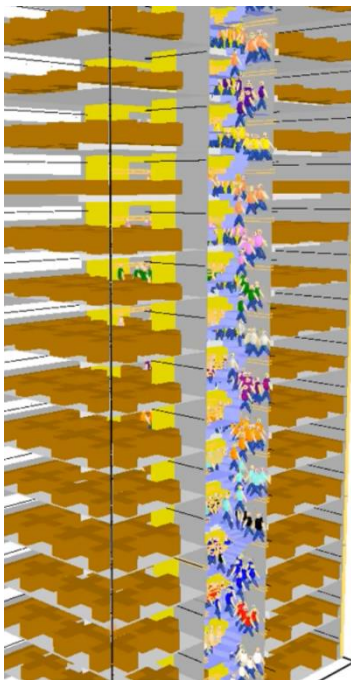


**Рисунок 1** – Розрахункова схема евакуації з типового поверху 14-поверхового житлового будинку

За результатами розрахунку часу евакуації за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку встановлено, що від моменту виникнення пожежі до виходу назовні останнього мешканця (час початку евакуації прийнято 120 с) мине 947 с. Загальна кількість людей, що евакуюються із будинку – 288.

Визначимо час евакуації за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей. Для цього скористаємося

програмним продуктом Pathfinder. Pathfinder дає змогу моделювати евакуацію при пожежах з урахуванням можливості порятунку людей, включає в себе графічний інтерфейс користувача для створення моделі і модуль для перегляду анімованих тривимірних результатів (рисунок 2)



**Рисунок 2** – Результати моделювання евакуації людей з 14-поверхового будинку в програмі Pathfinder

За результатами розрахунку часу евакуації з використанням математичної моделі індивідуально-потокowego руху встановлено, що від моменту виникнення пожежі до виходу назовні усіх 288 мешканців (час початку евакуації прийнято 120 с) мине 811 с.

Як бачимо, результати відрізняються приблизно на 15%, якщо ж брати до уваги лише «чистий» час руху (без врахування часу початку евакуації), різниця становитиме майже 20%.



Основною причиною цієї відмінності є те, що спрощена аналітична модель руху не дає можливості враховувати різний час підходу людей, що знаходяться у приміщеннях, до евакуаційних виходів та виключає можливість враховувати групу мобільності кожного мешканця[2].

Отже, під час розрахунку значення індивідуального пожежного ризику при проектуванні житлових будинків підвищеної поверховості доцільно використовувати програмні засоби, що дають змогу виконувати розрахунок часу евакуації за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».
2. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Isaevich I. I. *Naturny yenablyu deniyalyudskikhpotokov. Uchebnoyeposobiye* [Human flow observations. Schoolbook]. Moscow, State Academy of Fire Safety of Russia Publ., 2009. 191 p.

**УДК 614.841.3**

### **АУДИТ ОБ'ЄКТІВ З ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ, ТЕХНОГЕННОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

*А.П. Гаврись, канд. техн. наук, Х.В. Судніцина  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Сьогодні питання аудиту з цивільного захисту, техногенної, пожежної безпеки та страхування об'єктів стає найактуальнішим питанням. Суспільство, зокрема суб'єкти господарювання, переорієнтовуються під Європейські стандарти ведення бізнесу, де страхування власності та майна є обов'язковим, воно гарантує їм відшкодування збитків при виникненні надзвичайної ситуації [1,2].

В статті 57 пункт 2 Кодексу цивільного захисту України (далі Кодекс) визначено, що початок роботи новоутворених підприємств, початок використання суб'єктом господарювання об'єктів нерухомості (будівель, споруд, приміщень або їх частин) здійснюється суб'єктом господарювання на підставі поданої декларації відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з пожежної безпеки (декларація), а для суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику - також за наявності позитивного висновку, за результатами оцінки (експертизи) протипожежного стану підприємства, об'єкта чи приміщення (оцінка протипожежного стану). Висновок за результатами оцінки протипожежного стану оформляється та надається суб'єктом господарювання, який проводив оцінку протипожежного стану. Позитивний висновок, за результатами оцінки протипожежного стану, надається до початку роботи новоутворених підприємств, до початку використання суб'єктом господарювання об'єктів нерухомості, за відсутності фактів порушення правил пожежної безпеки та діє до реєстрації декларації [3,4].

В ході проведення експертної оцінки протипожежного стану об'єкту визначається:

- відповідність приміщень, будівель, споруд і їх територій, технологічних процесів виробництва і тому подібне нормам пожежної безпеки;
- достатність і відповідність організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних витрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення;
- створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів і успішного гасіння пожежі у разі її виникнення.

Експертна оцінка протипожежного стану об'єктів є основним документом для:

- отримання Декларації відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки підприємцям і організаціям будь-якої форми власності;
- визначення страхового платежу при страхуванні майна від пожеж;
- захисту підприємців від неправомірних дій пожежного інспектора;
- визначення реального (фактичного) стану пожежної безпеки на об'єкті.

Експертиза включає аналіз наступних аспектів:

- генеральний план і транспорт: протипожежні розриви з сусідніми будівлями і спорудами, протипожежні проїзди, можливість доступу пожежників в приміщення з допомогою автосходів і кімнатних підйомників.
- об'ємно-планувальні рішення: площі пожежних відсіків, відповідність шляхів евакуації, забезпечення вимоги до внутрішніх технологічних сходів, необхідність облаштування тамбур-шлюзів 1-го типу з підпором повітря при пожежі, необхідність захисту отворів протипожежними дверима, люками, воротами, облаштування протидимних систем, облаштування ліфтів і вантажних підйомників тамбур-шлюзами, відповідність прийнятих конструкцій мірі вогнестійкості.
- визначення типу систем пожежогасіння, пожежної сигналізації.
- необхідність облаштування системи протипожежного водопроводу.
- визначення міри і типу захисту будівельних конструкцій від пожежі.

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №852 «Деякі питання ліцензування господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення» від

23.11.2016 року визначено кваліфікаційні вимоги до надавачів послуг протипожежного призначення та ліцензіатів [5]. Проте в цій постанові нічого не вказано, які кваліфікаційні вимоги ставляться до суб'єкта господарювання чи фізичної особи, що можуть проводити оцінку техногенного стану чи стану цивільного захисту об'єкта. Це питання не визначено в жодному нормативно-правовому акті (документі). В статті 57 Кодексу вказано, що оцінка (експертиза) протипожежного стану проводиться лише за наявності ліцензії, проте, нічого не вказано про аудит (експертизу) (далі-експертну оцінку) з питань цивільного захисту та техногенної безпеки.

В законодавчих документах визначення терміну «експертна оцінка з цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки» відсутнє. Автори розуміють під терміном «експертна оцінка з цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки, як документально оформлені результати перевірки (обстеження), незалежною організацією у якій увійшли зібрані матеріали та відповідності (не відповідності) стану цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки вимогам законів, правил та інших нормативно-правових актів забезпечення безпечної експлуатації об'єкта та безпеки найманих працівників».

Тому, на думку авторів на законодавчому рівні необхідно розробити та прийняти поняття аудиту з цивільного захисту, техногенної, пожежної безпеки, розробити положення про аудиторські організації та аудиторів, де буде визначено кваліфікаційні вимоги, структуру, права, обов'язки, звітність, порядок проведення та оформлення результатів проведених перевірок і т. п. А основне питання та необхідність обов'язкового страхування підприємств, установ та організацій у прямій залежності від їх стану з питань цивільного захисту, техногенної, пожежної безпеки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П., Федюк Я.І. Структура та методологія управління ризиками надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру // Збірник наукових праць «Вісник ЛДУ БЖД». – Львів, 2014. - №10. – С. 118-123.

2. Гаврись А.П., Скрипка А.В. Проблеми розвитку виробництва пестицидів в Україні // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту». – НУЦЗ. – Харків, 2018. – С. 40.

3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 року № 5403-VI.

4. Кодекс України про адміністративне правопорушення від 13.08.2020 року № 80731-X.

5. Постанова Кабінету Міністрів України №852 «Деякі питання ліцензування господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення» від 23.11.2016 року.

**УДК 622.691.4**

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ГАЗОМОТОКОМПРЕСОРІВ ГАЗОВИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ**

*А.П. Гаврись, канд. техн. наук, Р.В. Чіх, А.Б. Тарнавський,  
канд. техн. наук, доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Газові компресорні станції є одними з найбільш небезпечних об'єктів підвищеної пожежо- та вибухонебезпеки, що входять до інфраструктури підприємств транспортування природного газу. Пожежі, що виникають на території газових компресорних станцій, характеризуються швидкоплинним характером та призводять до значних матеріальних збитків.

Одним із напрямків забезпечення пожежної безпеки технологічного процесу компримування природного газу є регулювання

силової частини газомотокомпресорів (ГМК) газових компресорних станцій. Метою регулювання силової частини ГМК є усунення механічних і теплових перевантажень на конструктивні елементи силової електричної частини, зменшення витрат паливного газу і викидів забруднюючих речовин в атмосферу під час експлуатації ГМК. Ця необхідність регламентується положеннями статті 51 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” та статті 3 Закону України “Про енергозбереження”.

Під час перевірки системи запалювання ГМК необхідно контролювати такі характеристики її роботи:

- кут випередження запалювання;
- стійкість кута випередження запалювання;
- роботу свічок запалювання;
- роботу електричної частини – магнето або електронних приладів формування електричних імпульсів на котушки запалювання.

Характер запалювання (раннє, пізнє) визначається за виглядом діаграми процесу згоряння, яка одержана за допомогою майгака.

Кут випередження запалювання визначається за положенням мітки на маховику при освітленні його стробоскопом з боку стрілки.

Оптимальний кут запалювання встановлюється поворотом регулятора датчика-генератора або корпусу датчика-розподільника за мінімальною витратою паливного газу на режимі експлуатації. При цьому робота двигуна повинна залишатися м'якою і без ударів. Встановлений кут запалювання необхідно виміряти із застосуванням стробоскопа і підтримувати його у процесі експлуатації.

Одним із можливих дефектів складання датчиків-розподільників є неоднаковий радіальний зазор між полюсами ротора і статора. Відмінність величини зазору призводить до відмінності амплітуд керуючих імпульсів, а це, у свою чергу, до відмінності моментів (фаз) іскроутворення для циліндрів одного ряду або між парним і непарним рядами. Датчик-розподільник з таким дефектом необхідно замінити.

Стійкість кута випередження запалювання залежить від наявності люфтів у кінематичному ланцюгу привода магнето або датчика-розподільника (датчика-генератора), а також дефектів самого датчика-розподільника (датчика-генератора). Під час освітлення маховика стробоскопом, що підключений до високовольтного проводу 1-го або 2-го силового циліндра (датчик стробоскопа накладається на ізоляцію проводу), коливання мітки верхньої мертвої точки не повинні бути більше  $\pm 1^0$ , тобто 16,1 мм для маховика діаметром 1850 мм і 17 мм для маховика діаметром 1950 мм. Найбільш слабким елементом кінематичного ланцюга є муфта привода датчика запалювання. Зазори між півмуфтами і кільцем повинні бути мінімальними. При збільшеному зазорі між муфти у діаграмі робочого процесу силового циліндра спостерігаються робочі цикли як з раннім, так і з пізнім запалюванням.

Перевірка роботи свічок запалювання на працюючому ГМК виконується прикладанням до ізоляції високовольтного проводу газорозрядної неонові лампи. На нормально працюючому циліндрі спостерігаються рівномірні помірно яскраві спалахи з частотою робочих циклів. В електронних системах запалювання можливе майже безперервне горіння неонові лампи. Це вказує на виникнення генерації у каналі запалювання. Якщо спалахи неяскраві і нерівномірні, періодично зникають або відсутні взагалі, то, ймовірно, що свічка вкрита нагаром і розряд відбувається по вуглецевому шару на поверхні ізолятора. Якщо ні, то несправність необхідно шукати у схемі формування імпульсів.

Якщо спалахи неонові лампи є більш яскраві, ніж на нормально працюючому циліндрі, але нормальні робочі цикли відсутні або виникають нерегулярно, то можливе збільшення зазору між електродами свічки внаслідок протікання електричної ерозії (нормальний зазор – 0,4 мм).

Якщо свічка є замасленою, то спалахи неонові лампи можуть бути такими ж, як і на нормально працюючому циліндрі, але робочі цикли будуть відсутні або нерегулярні. Додатковою ознакою підвищеної кількості масла у циліндрі є наявність масла у заглибленні для газовпускного клапана у кришці циліндра. Під час

заміни свічок необхідно звернути увагу на стан знятої свічки. Якщо вона замаслена, то можливі такі причини цього:

- надмірна подача масла лубрикатором;
- зношування, руйнування маслосніжних кілець, зношування циліндра і поршня;
- пропуски робочих циклів через несправність запалювання або газопускного клапана (масло при нормальному надходженні не встигає згоряти).

Серед інших можливих порушень роботи системи запалювання слід звернути увагу на такі:

- обрив (поганий контакт) у високовольтному проводі;
- обрив або замикання у низьковольтному проводі;
- пробій котушки запалювання.

В електронних системах запалювання можливі такі несправності:

- пробій тиристора в одному з каналів;
- обрив обмотки датчика запалювання;
- хаотичне запалювання в одному з циліндрів (генерація у схемі формування імпульсів).

З метою забезпечення безперервної роботи ГМК у разі припинення електропостачання від основного джерела енергії на газовій компресорній станції повинні передбачатися агрегати аварійного електропостачання. Ці агрегати повинні працювати на газовому або дизельному пальному.

Крім того, електропостачання газової компресорної станції повинно передбачатися від двох незалежних джерел живлення першої категорії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ “Про охорону навколишнього природного середовища” (із змінами).
2. Закон України від 01.07.1994 № 74/94-ВР “Про енергозбереження” (із змінами).



3. Наказ Міністерства праці і соціальної політики України від 05.06.2001 № 252 “Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями”.

4. Наказ Міністерства праці і соціальної політики України від 21.06.2001 № 272 “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок” (ДНАОП 0.00-1.32-01).

5. Наказ Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 № 258 “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів” (із змінами).

## **УДК 614.8**

### **ЩОДО ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ АНАЛІЗУ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ФАКЕЛЬНИХ СИСТЕМ ВИРОБНИЧИХ ОБ’ЄКТІВ**

*С.І. Зімін, ад’юнкт ад’юнктури, К.А. Афанасенко, канд. техн.  
наук, старший викладач*

*Національний університет цивільного захисту України*

Трагічний досвід аварій, а також численні інциденти в роботі факельних систем (зокрема, зупинки великотоннажних агрегатів виробництва аміаку через згасання полум’я) показали, що дані системи не тільки недосконалі, але і можуть бути джерелом аварій [1, 2].

Факельні системи характеризуються підвищеним ступенем небезпеки в порівнянні з іншим технологічним обладнанням. Максимальна небезпека вибуху виникає в разі утворення в факельних системах суміші горючого газу і повітря. Якщо до такої суміші додати інертний газ, то при певному його вмісті суміш стає негорючою. Кількість інертного газу визначається його видом і складом горючого газу і складає 50-75%.

Утворення вибухонебезпечних сумішей в факельних системах пов'язано в основному з попаданням в них кисню повітря. Небезпека проникнення атмосферного повітря в факельні системи виникає, насамперед, при сильному вітрі, низькій швидкості потоку скидного газу і скиданні газів з відносною густиною по повітрю менше 1 або нагрітих газів.

Повітря в факельну систему може потрапити в основному через зріз факельної труби або через нещільності у разі порушення герметичності обладнання. В останньому випадку підсмоктування повітря в систему обумовлений розрідженням в факельної трубі.

Ще одним фактором, що обумовлює підвищену небезпеку факельних систем, є постійно палаючий смолоскип (відкритий вогонь).

Наразі, це не всі причини виникнення аварійних ситуацій на факельних системах. З урахуванням різниці в призначенні, конструктивних особливостях, виді та складі скидних газів факельних систем, причини та умови виникнення аварій можуть мати широкий спектр.

Факельні системи призначені для безпечного спалювання скидних газів.

Скидні горючі гази поділяються:

- постійні;
- періодичні;
- аварійні.

Скидаються гази мають наступні характеристики, що мають вплив на конструкцію та режим роботи факельних систем:

- температура;
- молекулярна маса;
- вміст води;
- тиск.

Таким чином, з урахуванням необхідним режимів роботи та видів скидних газів, можливо провести класифікацію факельних систем за різними параметрами [3].

За призначенням ФС можуть бути:

- загальні;
- окремі;
- спеціальні.

Загальні ФС експлуатують на об'єктах виробництва, де є необхідність здійснення скидів горючих газів з технологічних установок даного підприємства.

ФС по робочому тиску в джерелі:

- низького тиску – для обслуговування установок, що працюють під тиском до 0,2 МПа;
- високого тиску – для обслуговування установок, що працюють під тиском вище 0,2 МПа;
- локальні аварійні – для обслуговування установок, що працюють під низьким тиском, що виключає прийом газів в газ-гольдер, а також для спалювання скидних газів, що містять агресивні гази.

За своєю конструкцією ФУ поділяються на:

- горизонтальні;
- вертикальні (висотні);
- закриті (наземні);
- спрощені.

Спрощені ФУ експлуатують під час робіт по ремонту, без зупинки процесу скидання газів. Даний метод застосовують, тільки якщо зберігається безпеку експлуатації і скидів газів.

По області установки пальників, ФУ поділяють:

- висотні;
- наземні.

Висотні:

- середні, висота від 4 до 25 м;
- високі, висота від 25 м.

При використанні відкритих факельних систем можливе застосування наступних типів стволів:

- щоглові;
- самонесучі;
- з парними стволами;

– на розтяжках.

За часом дії розрізняють:

– постійні;

– періодичні (окремі періоди можуть тривати кілька діб).

На сучасному етапі в Україні існують загальні вимоги пожежної безпеки за діючим законодавством [4]. Так, на основі діючого нормативного документу в роботі [5] були проведені дослідження щодо розрахунку параметрів теплового випромінювання при використанні факельної системи в залежності від її геометричних розмірів.

Таким чином, аналіз наведених вище даних, а саме різноманітність конструкцій, технологічних рішень під час проектування факельних систем різного типу, вимагає індивідуального підходу до оцінки їх безпечних параметрів. Тобто, задача дослідження пожежовибухонебезпеки факельних систем є актуальною.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Куликов А.В., Лыков С.М., Эльнатанов А.И. Анализ эффективности применения и переработка правил устройства и безопасной эксплуатации факельных систем: отчет о НИР; инв. № 800/7-90. – М.: НТЦ Госпроматомнадзора, 1990. – 68 с.
2. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы: оценка и предупреждение. — М.: Химия, 1991. – 432 с.
3. Стрижевский И.И., Эльнатанов А.И. Факельные установки. М.: Химия, 1979. – 184 с.
4. ВБН В.1.1-00013741-001:2008 «Факельні системи. Промислова безпека. Основні вимоги».
5. Михайлюк, О. П. Дослідження щодо безпечного розташування факельних систем біогазової установки / О.П. Михайлюк, К.А. Афанасенко, О.В. Савченко, С.І. Зімін, Є.С. Статівка // Проблеми пожежної безпеки. – 2020. – Вып. 47. – С. 81-85.

УДК 614.841.332

## ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ РЕАКТИВНИХ ПОКРИТТІВ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

*А.І. Ковальов, канд. техн. наук, с.н.с., Ю.А. Отрош, д.т.н.,  
доц., НУЦЗ України, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Ю.М. Малігонова, С.М. Магдій, ДСНС України*

Проведено експериментальні дослідження з визначення температури на необігрівній поверхні сталевих пластин з мінімальним та максимальним значеннями товщини досліджуваного вогнезахисного покриття в умовах їх випробувань за стандартного температурного режиму пожежі.

Проаналізовані результати експериментального визначення температури з необігрівної поверхні сталевих пластин з вогнезахисним покриттям в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму пожежі (температура в печі, температура у визначених місцях на поверхні сталевих пластин, поведінка досліджуваного вогнезахисного покриття).

Досліджено вплив коефіцієнту тепловіддачі конвекцією та тепловою радіацією на необігрівній поверхні сталевій пластині з вогнезахисним покриттям на точність моделювання теплових процесів, що відбуваються при вогневому впливові за стандартного температурного режиму пожежі.

Побудовано розрахункову скінчено-елементну модель системи «сталева пластина–вогнезахисне покриття» для моделювання нестационарного прогріву такої системи в програмному комплексі ANSYS.

Проведено моделювання нестационарного прогріву системи «сталева пластина – вогнезахисне покриття» з однаковою товщиною (5 мм) та різних товщинах вогнезахисного покриття (0,248 мм та 1,288 мм) при стандартному температурному режимові пожежі в програмному комплексі ANSYS.

Проведено порівняння отриманих розрахункових даних (температура з необігрівної поверхні сталеві пластини з вогнезахисним покриттям) з результатами експериментального дослідження прогріву таких пластин при їх випробуваннях у вогневій печі при стандартному температурному режимі пожежі. Зроблено висновок про адекватність побудованої скінчено-елементної моделі в програмному комплексі ANSYS для системи «сталеві пластини–вогнезахисне покриття» при моделюванні нестационарного прогріву такої системи.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Kovalov, A., Otrosh, Y, Vedula, S., Danilin, O., Kovalevska, T. (2019). Parameters of fire-retardant coatings of steel constructions under the influence of climatic factors. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 46–53.
2. Kovalov, A., Slovinskyi, V., Udianskyi, M., Ponomarenko, I., Anszczak, M. (2020) Research of fireproof capability of coating for metal constructions using calculation-experimental method. *Materials Science Forum*, 2020, 1006 MSF, 3–10.

**УДК 614.8****ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ПРИМІЩЕНЬ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ**

*О.П. Михайлюк, канд. хім. наук, доцент,  
А.В. Ромін, д-р. наук з держ. упр., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Згідно вимог ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 приміщення, будинки та зовнішні установки поділяють на категорії з метою встановлення нормативних вимог щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки вказаних об'єктів відносно планування, забудови, поверховості, конструктивних рішень та інженерного обладнання. У зв'язку з цим зростає необхідність більш точного визначення категорії, оскільки при заниженні категорії призначені захисні заходи будуть недостатніми для запобігання або/та обмеження поширення пожежі, а при завищенні – збиткові.

Визначення категорії приміщень, будинків і зовнішніх установок здійснюється за величиною розрахункового надлишкового тиску вибуху, яка залежить не тільки від пожежовибухонебезпечних властивостей горючої речовини та її кількості, але і від особливостей технологічних процесів, що відбуваються у виробничих приміщеннях та будівлях [1]. При цьому не врахування специфічних особливостей процесів може істотно впливати на достовірне визначення кількості горючої речовини, що буде приймати участь у вибуху, а, отже і на значення надлишкового тиску вибуху. Серед таких виробничих приміщень слід виділити приміщення акумуляторних батарей (АБ).

Згідно вимог [1] приміщення АБ може відноситися до вибухонебезпечної категорії А або пожежонебезпечної категорії В у залежності від величини надлишкового тиску вибуху воднево-повітряної суміші, яка, у свою чергу, залежить від кількості водню, що виділяється і приймає участь у вибуху. Водночас згідно вимог

[2] переносні вентильовані акумулятори, зарядка яких здійснюється під напругою не вище 2,3 В на елемент, можуть встановлюватися у загальному виробничому вибухо- та пожежо-безпечному приміщенні без видалення повітря. У цьому випадку клас приміщення по відношенню до вибухо- пожежонебезпеки не змінюється. Але при цьому нічого не говориться про умови зарядки акумуляторів, що не обслуговуються.

Кількісна оцінка виділення водню з акумулятора, що використовується при визначенні категорії приміщення АБ, базується на розрахункових та експериментальних даних [3], де в якості розрахункових прийняті значення зарядного струму в кінці зарядки, коли значна його частина витрачається на електроліз води

$$V_z = \frac{g_z}{\rho_r} \cdot I \cdot \eta_z \cdot n \cdot K_{t,p}, \quad (1)$$

де  $V_r$  – об'єм водню, що виділяється з АБ під час її зарядки,  $g_r$  – електрохімічний еквівалент водню,  $\rho_r$  – густина водню,  $\eta_r$  - коефіцієнт витрати зарядного струму на газовиділення,  $I$  - зарядний струм,  $n$  - кількість акумуляторів в батареї,  $K_{t,p}$  - коефіцієнт, що враховує відхилення температури та тиску.

В [4] при розрахунку надлишкового тиску вибуху як розрахунковий варіант аварії приймається найбільш небезпечний період, пов'язаний з формуванням і зарядкою повністю розряджених батарей з напругою більше 2,3 В на елемент і найбільшим значенням зарядного струму, який перевищує у 4 рази максимальний зарядний струм.

Такий загальний підхід щодо оцінки кількості водню, не дозволяє достовірно визначити категорію приміщення АБ, так як не в повній мірі враховує типи акумуляторних батарей, зарядних пристроїв та режими їхньої експлуатації.

Під визначенням акумуляторне приміщення приймають виробничі приміщення з виробництва АБ і приміщення для зарядки акумуляторів на різноманітних підприємствах, де активно застосовуються акумулятори. Основним робочим елементом акумуля-



торної батареї є кислотний чи лужний електроліт. Принцип роботи акумулятора пов'язаний з окислювально-відновними хімічними реакціями в кислому (водний розчин сірчаної кислоти) або лужному (розчин лугу) середовищі електроліту. Працездатність акумулятора здійснюють шляхом його зарядки.

Потенційна вибухонебезпека приміщень АБ обумовлюється тим, що в процесі електролізу води виділяється горючий газ водень, концентрація якого в повітрі понад 4 % є вибухонебезпечною.

Виділення водню з кислотних акумуляторів відбувається безперервно під час зарядки, підзарядки та в знаходженні батареї у бездіяльному стані (зарядженої чи не повністю розрядженої), але джерела та інтенсивність газотворення можуть бути різноманітні. Під час зарядки з акумулятора виділяються гази, як результат електролізу води; по закінченні зарядки протягом декількох годин продовжують виділятися залишкові гази, що затримуються у порах пластин та у всіх тих ділянках, з яких вихід газу сповільнений. Найбільш інтенсивне виділення водню відбувається в кінці зарядки і досягає максимуму в період перезарядки, коли вся енергія, що отримана від зарядного пристрою практично повністю витрачається на розкладання води з утворенням водню та кисню.

Після видалення залишкових газів основною причиною газотворення в акумуляторах є реакції, що пов'язані з процесом саморозрядки електродів. Кількість водню, що утворюється в акумуляторі в результаті саморозрядки, може змінюватися у широких межах у залежності від деяких характеристик акумулятора, одні з яких можуть бути властиві йому за способом виготовлення (структури активного матеріалу негативної пластини та чистоти сировини, з якої виготовлений акумулятор), інші ж можуть бути перемінними для кожного типу (температура електроліту, режим зарядки).

Саморозрядка акумулятора та виділення газів з нього збільшується при підвищенні температури та густини електроліту, при неповній зарядці батарей, при сульфатації пластин, при забрудненні електроліту домішками, із збільшенням строку експлуатації батареї.

З повністю зарядженого акумулятора швидкість виділення водню більша, ніж з частково або повністю розрядженого.

Таким чином, газовиділення може відбуватися у різних станах акумулятора (у тому числі в період його розрядки) за рахунок хімічних реакцій, які протікають на електродах, що впливає на кількість водню, яка може накопичуватися в об'ємі приміщення АБ під час аварії та приймає участь у вибуху, а отже, і на значення надлишкового тиску вибуху.

Даний аналіз обумовлює розробку та затвердження методичних рекомендацій, інструкцій чи вказівок щодо розрахункового визначення категорії приміщень АБ, що дозволить на практиці більш грамотно та об'єктивно її визначити.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

2. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

3. Хрюкин Н.С. Вентиляция и отопление аккумуляторных помещений. - М.: Энергия, 1979. - 120с.

4. Білошицький М.В., Скоробогатко Т.М., Кравченко Н.В. та інші. Посібник з практичного застосування ДСТУ Б В.1.1-36:2016 “Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою”: [Науково-виробниче видання.] - Київ: ТОВ “Київська книжково-журнальна фабрика”, 2018. -192 с.

УДК 614.842.6:553.97

## **ПРОБЛЕМА ТОРФ'ЯНИХ ПОЖЕЖ ТА СПОСОБИ ЇХ ГАСІННЯ**

***О.В. Міллер, професор кафедри, М.В. Борис***

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Необережне поводження з вогнем та випалювання сухої трави поблизу лісових насаджень і торф'яних полів може спричинити масштабну пожежу. Від цих пожеж насамперед страждають люди – дим отруює повітря та сприяє загостренню захворювань органів дихання, погіршує видимість на автошляхах та збільшує ймовірність дорожньо–транспортних подій[1].

Торф'яна пожежа – це неконтрольований процес димного горіння торфу внаслідок природного або штучного загоряння. Через недостатню кількість окисника, повне згоряння на торфовищі не відбувається. Добові зміни погоди ніяк не впливають на швидкість згоряння торфу і навіть вітер. Таким чином торф'яні пожежі можуть тривати тижнями, а то і місяцями. Так, як у склад торфу входять сполуки, які згорають повільно, при пожежі виділяється значна кількість отруйного чадного газу і твердих та рідких продуктів піролізу.

Перед самим загорянням торфу відбувається його самонагрівання із швидкістю від 0,5 до 4,5°C за добу і поступово прискорюється. Накопичення продуктів життєдіяльності мікроорганізмів у анаеробних умовах призводить до поступового прогрівання маси торфу до 60 - 65°C.

Торф'яні пожежі виникають, коли вологість торфу не перевищує 40%. Такі пожежі розпочинаються в основному в таких випадках:

- самозаймання торфу в посушливі спекотні роки;
- внаслідок людського фактору;
- внаслідок «сухих гроз» (блискавки без злив)

Торф'яні пожежі виникають, коли вологість торфу не перевищує 40 %. Пожежі розпочинаються, в основному, в таких випадках: самозаймання торфу в посушливі спекотні роки, внаслідок «людського фактору» або внаслідок «сухих гроз» (блискавки без злив)[2].

Гасити торф'яні пожежі дуже складно, так як зовнішні прояви горіння це лише початок, а щоб ліквідувати внутрішнє тління торф'яних покладів, потрібні сотні тонн води.

Сам торф може горіти незалежно від напрямку і сили вітру, а під ґрунтом торф горить навіть коли падає помірний дощ. Основною ознакою підземної торф'яної пожежі є запах диму, котрий просочується із землі, а земля в цих місцях гаряча. Температура в товщі торфу під час пожежі досягає більше тисячі градусів. Таким чином, вода, яка потрапляє в середовище горіння, випаровується перш, ніж досягає вогнища.

Торф'яні пожежі створюють небезпеку провалу в прогорілий ґрунт людей і техніки.

У зв'язку з особливостями залягання торф'яних шарів і недостатньою кількістю окиснювача в їхньому складі під час пожежі, повне згоряння торфу не відбувається. Головними компонентами торфу є не геміцелюлоза і целюлоза, які досить легко горять, а сполуки ароматичних, циклопарфінового і жирних ароматичних рядів і сполук тривимірної полімерної структури, які горять відносно повільно. Обидві ці причини призводять до того, що в продуктах горіння торфу спостерігається значна кількість отруйного чадного газу, твердих і рідких продуктів піролізу. Останні суспензують в газоподібних продуктах згоряння і утворюють ядучий і небезпечний дим.

Загалом, ліквідацію торф'яних пожеж найчастіше ускладнюють важко доступні райони гасіння і віддаленість їх від джерел водопостачання, нераціональність, а часом, і неможливість залучення автотранспорту для доставки води. У той час для здійснення протипожежних заходів потреба в ній може досягати декі-

лькох тисяч тон на добу. Одним з найбільш дієвих засобів попередження торф'яних пожеж є обмеження розповсюдження вогню завдяки викопаним ровам і широким канавам уздовж лісів. Ще однією можливістю убезпечитися від стихії може бути заведення осушених торф'яників. Найбільш дієвішим способом гасіння є обкопування території огорожувальними канавами. Їх копають до мінерального ґрунту або ґрунтових вод. Пожежа гаситься шляхом перекопування палаючого торфу і заливання його великою кількістю води.

Головним способом гасіння підземної торф'яної пожежі є обкопування території огорожувальними канавами. Саму пожежу гасять шляхом перекопування торфу, що палає і заливання його великою кількістю води. Оскільки температура в товщі торфу, охопленого пожежею, більше тисячі градусів, вода, яка потрапляє на зону горіння згори, випаровується, не встигаючи досягнути вогнища. Для ліквідації торф'яної пожежі необхідні дуже великі обсяги води. Продукти згорання, які утворюються внаслідок горіння торфу, дуже небезпечні для здоров'я людей, оскільки вони є радіоактивними та негативно впливають на екологічну ситуацію[3].

Ґрунтові торф'яні пожежі провокують розвиток низової лісової пожежі. Це означає, що вогонь заглиблюється у шар торфу біля стовбурів дерев, корені дерев падають і утворюють завали.

Чималих зусиль вимагає й ліквідація лісових пожеж: величезні території, охоплені полум'ям, швидко поширення вогню, віддаленість пожежних водойм, відсутність під'їзних шляхів створюють серйозні перешкоди для роботи. Головною проблемою таких пожеж є те, що загасити тліючі торф'яники за короткий час майже неможливо – для гасіння таких загорань застосовуються потужні пожежні насосні станції та рукавні автомобілі, що забезпечують подачу води для роботи пожежних стволів з великою витратою води.

З кожним роком проблема забруднення повітря стає більш гострою. Якщо житлові райони розташовані біля лісу або торфовища, то існує загроза диму і забруднення повітря небезпечними продуктами неповного спалювання торфу під час пожежі[1].

Тому, не потрібно нехтувати правилами пожежної безпеки, будь-яке недбальство чи легковажність може стати поштовхом до розвитку наступних пожеж. Це в свою чергу може завдати ще більшого клопоту не тільки рятувальникам, а й простому населенню та екосистемам. Ми повинні берегти нашу природу та країну!

### ЛІТЕРАТУРА

1. Гасіння торф'яних пожеж – складна справа, що потребує значних людських сил та матеріальних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vl.dsns.gov.ua/ua/Ostanni-novini/10854.html>
2. Торф'яна пожежа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%>
3. Що необхідно знати про торф'яні пожежі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://javoriv-rda.gov.ua/tsyvilnyj-zahyst/scho-neobhidno-znaty-pro-torfyani-pozhezhi/>

**УДК 614.8.013**

### ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

*О.В. Міллер, професор кафедри, В.І. Лендел*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Щорічне зростання пожеж, в яких основним пожежним навантаженням є целюлозовмісні матеріали, вказує на наявність проблем при їх використанні. Кожному відомо, що такі матеріали, як деревина, тканини, очерет тощо, застосовуються у побуті та будівництві і складають чималий відсоток пожежної навантаги об'єктів, представляючи при цьому значну пожежну небезпеку.

За пожежними і будівельними нормами і правилами ці матеріали класифікують як матеріали підвищеної горючості (Г4),

легкозаймисті (В3), значного поширення полум'я (РП4), з високою димоутворювальною здатністю (Д3), токсичні, що належить до високо небезпечних (Т3). За будівельними нормами і правилами, в залежності від функціонального призначення приміщень, допускається застосування матеріалів з такими показниками, як Г1 або Г2, В1 або В2, РП1 або РП2, Д2 та Т2. Це вказує на те, що целюлозовмісні матеріали необхідно довести до необхідного стану пожежної безпеки.

Розв'язання ряду наукових та практичних задач, що пов'язані з пожежною профілактикою целюлозовмісних матеріалів, може бути вирішенням даної проблеми. Під пожежною профілактикою таких матеріалів необхідно розуміти діяльність, що направлена на запобігання утворення трикутника горіння (пожежі), коли за горючу речовину править целюлозовмісний матеріал.

Традиційно відомо, що посилення пожежної безпеки деревини існує два основних напрямки.

Перший - це просочення виробів з деревини водними та неводними розчинами антипіренів. Чим більше антипірену введено в деревину, тим ефективніше буде вогнезахист. Для задоволення різних вимог за нормами пожежної безпеки і будівельними нормами можуть використовуватись різні способи обробки: як поверхнєве просочення антипіреном, так і спосіб з використанням гарячої і холодної ванни антипірену з наступною обробкою просушеної деревини полімерним антисептиком. Після видалення розчинників з поверхні, на глибині 2-5 мм в структурі деревини залишаються антипірени. Антипіренами, в основному, служать амонійні солі, фосфорної, сірчаної кислот, бура, борна кислота тощо. Деревина, яка містить в своїй структурі антипірени, називається вогнезахисною.

Другий шлях посилення пожежної безпеки деревини полягає в тому, що на її поверхню наносять вогнезахисне покриття, яке на певний час перешкоджає доступу тепла до деревини. Така деревина теж називається вогнезахисною. В залежності від ефективності покриття та його товщини, вогнезахиснена деревина класифікується за показниками пожежної небезпеки згідно ДСТУ

4479:2005 Більш ефективними вогнезахисними покриттями є такі, що спучуються, утворюючи бар'єр для теплопровідності.

Обидва шляхи мають як переваги, так і недоліки. Недоліком першого шляху є те, що сольові антипірени під дією атмосферної вологи та температури через визначений час висолюються і на поверхні деревини утворюється шар кристалічних солей, який під дією гравітаційних сил обсипається. Деревина втрачає вогнезахисні властивості, а тому потребує додаткової обробки. За старими будівельними нормами необхідно було проводити щорічне її просочення. Окрім цього просочувальні засоби містили антисептичні речовини для біозахисту деревини. Частіше всього в якості антисептиків використовували високотоксичні речовини 1 та 2 класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007, зокрема фторид та біфторид натрію, солі важких металів (міді, кобальту, хрому та інші). Вогнебіозахисна обробка деревини проводилась на таких об'єктах, як житлові будинки, школи, дошкільні установи тощо. Шкідливі речовини висолювались разом з антипіренами і, таким чином, із року в рік забруднювали оточуюче середовище. Термін експлуатації вогнезахисних виробів з деревини, захист якої виконаний другим способом (за допомогою покриттів), є довшим. Однак, через певний термін часу покриття втрачає адгезійну здатність до деревини і починає обсипатися. Ремонтна здатність таких покриттів дуже складна. Недоліки такого типу найбільш притаманні вогнезахисному покриттю, основним компонентом якого є силікат натрію (рідке скло). Помилка розробників цього покриття була в тому, що не були враховані фізико-хімічні властивості силікату натрію, зокрема, під дією оксиду вуглецю, як ангідриду більш сильної вугільної кислоти, який переходить в карбонат натрію з утворенням оксиду кремнію. Таке покриття втрачає своє значення.

Також одним з важливих питань профілактики горіння целюлозовмісних матеріалів є забезпечення відповідного терміну дії використаних вогнезахисних матеріалів при контакті з атмосферою, насамперед — покрівель дахів з очерету, зовнішніх еле-



ментів з деревини. Під дією атмосферних опадів вогнезахисні речовини можуть поступово вимиватись з матеріалів і, таким чином, зменшувати термін використання цих матеріалів.

Для вирішення цієї задачі були проведені теоретичні та експериментальні дослідження пошуку гідрофобізуючих речовин, які б мали спорідненість до поверхні вогнебіозахищених целюлозовмісних матеріалів. Характерною особливістю гідрофобізаторів є поліамфолітність макромолекул, що визначає міцну адгезію як до аніоноактивних, так і катіоноактивних поверхонь матеріалів.

Прикладом підтвердження на практиці ефективності застосування вогнезахисної деревини може служити пожежа, що відбулася в місті Донецьку. В результаті порушення правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт відбулося загоряння частин покрівлі готелю “Палас-Донбас”, на площі біля 2500м<sup>2</sup>. Вогненна маса бітумної суміші та руберойду стекла на дерев’яні конструкції. Незважаючи на несприятливі умови (температура сягала понад 30 градусів за Цельсієм і був сильний вітер), пожежа не розвинулась, тому що дерев’яні конструкції покрівлі, на які стікала бітумна суміш, були оброблені вогнезахисною композицією і витримали термічне навантаження. Вогнеборці, які ліквідували пожежу, стверджують, що якби не було профілактичної вогнезахисної обробки дерев’яних елементів горища, то пожежа набула б значно більших розмірів.

Таким чином, захист целюлозовмісних матеріалів, які використовуються на різних об’єктах, має велике значення. Усі рішення ґрунтуються на розробленні наукових основ вогнебіозахисту цих матеріалів, з використанням сольових антипіренів, катіоновмісного полімерного антисептика та поліамфонітних крейнійорганічних речовин, а саме використання вогнебіозахищеної суміші при поверхневому просоченні деревини робить її вогнезахищеною.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Правила пожежної безпеки в Україні.
2. ДСТУ 2272-06. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.

3. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги
4. ГОСТ 16363-98 Засоби вогнезахисту для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей
5. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: В 2-х кн./А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.-М.: “Химия”, 1990. Кн. 1-496 с. Кн. 2 - 384 с.
6. Логинов Ф.Л. Пожарно-профилактические мероприятия при окраске и сушке изделий. М.: 1973. – 114 с.

УДК 614.842.6+630\*432

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ПОЖЕЖОГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*О.В. Міллер, професор кафедри, Ю.Т. Судніцин,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Стихійні лиха – це різноманітні явища природи, що спричиняють раптові порушення нормального життя населення, а також руйнування матеріальних цінностей та нанесення збитків навколишньому середовищу.

У сучасному світі існує багато ризиків, спричинених природними та виробничими катастрофами. Зазвичай стихійними лихами є землетруси, повені, зсуви, снігові замети, виверження вулканів, зсуви, посухи, урагани, бурі. До таких проблем слід додати пожежі, особливо масові лісові пожежі.

Від лісових пожеж страждає не тільки людське суспільство, а й природа. Це призводить до багатьох негативних факторів, таких як глобальне потепління, зменшення ресурсів питної води, голод та поява нових стихійних лих.

В Україні за 9 місяців 2020 року відбулося 71999 пожеж, з яких в екосистемах та на відкритих територіях 46374, що на 6854 пожежі більше ніж за аналогічний період 2019 року. Дані пожежі виникли у зв'язку зі зміною клімату, необережним поводженням з вогнем і низки інших причин.

Лісова пожежа має багато аспектів, і для опису її поведінки існує багато кількісних ознак. Найбільш основними ознаками лісової пожежі є: її тип, причини її виникнення, поширення. Лісові пожежі, як правило, визначаються шаром палива. Шар палива може мати три типи: наземна або підземна пожежа, поверхнева пожежа і пожежа крони дерев. Ці типи дуже різні. У свою чергу, в хвойних лісових пожежах можуть мати місце всі ці типи, навіть якщо це велика пожежа.

Багато вчених та рятувальників називають лісову пожежу "двосічним мечем", вони надають їй корисні аспекти (так звані «позитивні» пожежі («контрольовані пали»), що дозволяють знизити природну пожежну небезпеку, сприяють природному відновленню лісів, утриманню або відновленню на заповідних територіях зникаючих видів рослин і тварин), але також не забувають, що вогонь може бути смертельним та руйнівним. Для прикладу, пожежі 1910 року на Північній Скелястій горі США були найбільш резонансними в історії лісових пожеж. Про це йдеться, зокрема, в американській біографічній кінодрамі «Діло хоробрих». В центрі сюжету зображена елітна команда пожежних «GraniteMountainHotshots», які зіткнулися з одним із найбільших лісових пожеж в містечку Прескотт, штат Аризона. Під час боротьби зі стихійним лихом загін втратив 19 членів команди. Це призвело до багатьох смертей, принаймні 87 вогнеборців та цивільних людей зустріли свою смерть. Це показує, наскільки важливо знати про поведінку лісових пожеж, як запобігти чи зменшити збитки від них.

Керування гасінням лісових пожеж включає багато аспектів, але основними з них є:

- запобігання лісовим пожегам (наприклад, інформування населення про заборону розпалювання багаття у лісах);

- виявлення пожеж в лісах та своєчасне інформування населення про це;
- організація безпеки для людей за потреби (наприклад, якщо вогонь знаходиться занадто близько до міст та міст, евакуація населення та надання йому гуманітарної допомоги);
- початкова диспетчерська атака (наприклад, встановлення пріоритетів для цілей авіаційних танкерів та наземних екіпажів);
- розроблення планів гасіння пожеж;
- аналіз дій ліквідаторів за результатами гасіння пожежі (визначення основних помилок для подальшого їх уникнення).

Ці основні аспекти допомагають рятувальникам та урядовцям розв'язувати проблеми, які можуть виникнути під час лісової пожежі, і не запобігти їх виникненню у майбутньому.

Якщо, розглядати досвід українських вогнеборців та статистику лісових пожеж, то можна зрозуміти, що лісові пожежі в Україні починаються з кінця весни і тривають до початку осені. Але можливі пожежі, які тривають і до початку зими.

Остання найбільш резонансна лісова пожежа була у Київській області, в Чорнобильському районі, яка відбулася 4 квітня 2020 року. Пожежа охопила площу 470 км<sup>2</sup>. Це була найбільша пожежа в екосистемі за 2020 рік на лісовій території України. У даному районі спалення лісів відбувається досить часто, оскільки рівень радіації після вибуху на АЕС став занадто високим для постійного перебування людей на території. Виходячи з цього, стає зрозуміло, що ніхто не доглядає за цими лісовими масивами. Цей ліс починає горіти через велику кількість сухої трави, після чого полум'я переходить на хвойний ліс. В результаті пожежа рухалася до напівзруйнованих будинків. Оскільки в цій місцевості люди не жили понад 30 років. Цей аспект відіграв важливу роль, оскільки для існування людей потрібен урядовий дозвіл для евакуації багатьох людей.

Під час цієї пожежі Державна служба України з надзвичайних ситуацій залучила понад 500 рятувальників, 110 одиниць техніки, з яких 3 літаки та 3 вертольоти для придушення цього вогню і боролася з пожежею коло 20 діб.

Розглядаючи досвід США стає зрозумілим, що вони більш досконало підготовлена до гасіння лісових пожеж.

Для запобігання лісовим пожежам та їх гасіння в 1936 році була заснована Служба лісів США, яка включає управління пожежами (тобто Службу лісової пожежі). Служба досить ефективно протидіє лісовим пожежам.

Ці факти дають зрозуміти, що уряд США досить підготовлений до лісових пожеж. Але, зважаючи на складність цієї пожежі, навіть найбільш підготовлені підрозділи США не здатні так легко її локалізувати. Така ситуація свідчить про те, що люди постійно готові до всіх можливих надзвичайних ситуацій. Це означає, що пожежні служби цієї країни вже знають, які дії слід робити в таких стихійних лихах, щоб допомогти людям.

Таким чином, США — це країна, яка добре підготовлена до локалізації та ліквідації всіх видів лісових пожеж.

То, що ж необхідно врахувати аби протистояти поширенню лісових пожеж?

- створення та відповідного оснащення спеціальних підрозділів для розв'язку питань із запобігання та ліквідації лісових пожеж та допомоги людям;
- ґрунтова підготування рятувальників, та матеріальної бази підрозділів в районі виїзду яких трапляються лісові пожежі;
- організація спеціальних міжнародних навчань між рятувальними службами щодо гасіння лісових пожеж для підвищення навиків гасіння лісових пожеж;
- залучення міжнародних організацій до ліквідації масштабних лісових пожеж для швидкої ліквідації пожежі;
- інформування населення про небезпеку лісових пожеж;
- запобігання лісовим пожежам шляхом розчищення лісів;

- використання сучасної техніки (дронів тощо) для цілодобового спостереження з метою своєчасного виявлення осередків пожеж.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Scott, Andrew C., Bowman, D.M.J.S., Bond, William.J, Pyne, Stephen J., Alexander, Martin E. (2013) Fireonearth: anintroduction. Chichester, WestSussex: JohnWiley&Sons, Inc.

2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 8 місяців 2020 року ([https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_08.2020.pdf](https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_08.2020.pdf)).

3. Лісові пожежі в Чорнобильській зоні у квітні 2020 року([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%96\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D1%96\\_%D0%B2\\_%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9\\_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%96#%D0%97%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B0\\_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D1%96_%D0%B2_%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%96#%D0%97%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0)).

4. Пожежа біля Лос-Анджелесу продовжує неконтрольовано ширитися, 22.09.2020р. (<https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3103996-pozeza-bila-losandzelesa-prodovzue-nekontrolovano-siritis.html>).

5. Лісові Пожежі наближаються до містечка у Каліфорнії, можуть згоріти тисячі будинків, 22.09.2020р. (<https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3104556-lisovi-pozezi-u-kalifornii-zagrozuut-ponad-tisaci-budinkiv.html>).

УДК 614.835

**АНАЛІЗ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*О. Р. Мурашкін, Н.О. Ференц, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Проблема убезпечення виробничих підприємств має загальнодержавне значення і її актуальність з розвитком суспільства зростає. За даними статистики [1] у 2019 році в Україні в середньому щодня виникало 262 пожежі, на яких гинуло 5 і отримувало травми 4 людей, вогнем знищувалось або пошкоджувалось 70 будівель і споруд та 13 одиниць транспортних засобів. Щоденні матеріальні втрати від пожеж становили близько 29,1 млн грн.

Особливої уваги в наш час заслуговує деревообробна промисловість. Адже в цехах деревообробних підприємств через наявність горючої сировини, через різноманітні небезпечні технологічні процеси процес горіння може протікати з великою інтенсивністю.

Таким чином, деревообробні підприємства вимагають ефективних заходів для запобігання пожеж та аварій. Для впровадження таких заходів необхідно провести аналіз пожежної небезпеки деревообробних підприємств.

В технологічному процесі деревообробного підприємства використовуються такі вибухонебезпечні речовини, як: деревина, деревний пил, мастила. Горючі матеріали є у вигляді круглого лісу, пиломатеріалів, тріски, відходів деревини, тирси. Завантаженість деревиною заготівельних і верстатних цехів перевищує 200 кг/м<sup>2</sup>.

Одним з основних недоліків деревини є підвищена горючість. Ступінь пожежної небезпеки деревообробних підприємств визначається станом деревини та способом її зберігання. Від стану деревини залежить здатність до загоряння. Відомо, що склади пиломатеріалів мають більшу небезпеку, ніж склади колод. Склади, де зберігаються тирса, стружка, інші відходи, ще більш пожежонебезпечні.

Температура самозаймання деревини вологістю 9% знаходиться в межах 375...405 °С залежно від породи деревини. Деревний пил фракції 74...100 мкм з вологістю 6,4% має температуру самозаймання 255 °С. Пожежне навантаження в цехах механічної обробки деревини дорівнює 78 кг/м<sup>2</sup>. Такі цехи за вибухопожежною небезпекою належать до категорії «В», клас зони П-Па.

Для оцінки пожежовибухонебезпеки пилоповітряної суміші важливе значення має нижня концентраційна межа поширення полум'я пилу (для деревини НКМПП – 12...25 г/м<sup>3</sup>). На деревообробному виробництві, де обертаються горючі матеріали в атмосфері повітря, горюче середовище присутнє постійно. В процесі механічної обробки матеріалів виділяється значна кількість пилу, тирси, дрібної стружки та інших відходів, які нагромаджуються біля верстатів, або осідають на них і на конструкціях будівлі. Деревний пил, що утворюється при роботі верстатів, особливо шліфувальних, здатний утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші [2]. Інтенсивно виділяється пил також в зоні подрібнення кускових відходів, при завантаженні тріски і тирси або стружки в системи пневмотранспорту, при їх пересипці з бункерів (циклонів) в кузови машин і автосамоскидів.

На деревообробному виробництві виникають різноманітні джерела запалювання: вогневі ремонтні роботи (газоелектрозварювання, різання, паяння); іскри, які виникають при співударах рухомих та нерухомих частин обладнання (вентилятори систем пневмотранспорту, рубальні машини); іскри, що виникають при роботі інструментами ударної дії (молоток, зубило); тепло при перегріваннях підшипників, транспортерів і електродвигунів (перегрів підшипників у разі забруднення, неякісного змащування, надмірного затягування); іскріння і перегриви, що відбуваються під час розпилювання деревини за наявності в деревині цвяхів і шматків металу; теплота тертя та перегриви, які виникають при розпилюванні твердих порід деревини, перевантаженні і перекосах пили; перевантаження електродвигунів, механічні пошкодження ізоляції, які закінчуються коротким замиканням, іскрінням



і займанням ізоляції та пилу, розігрівання провідників і утворення іскор при великих перевантаженнях і перехідних опорах, що виникли через неправильне з'єднання провідників; розряди статичної електрики, які утворюються при роботі транспортерів та конвеєрів, транспортуванні відходів деревини пневмотранспортом.

Велика небезпека самозагоряння відходів. Ця небезпека зростає зі збільшенням висоти куп і штабелів відходів. Загоряння відбувається, як правило, у результаті порушення технологічного режиму зберігання, що призводить до перегріву відходів, при дії критичних умов можливе їх самозаймання.

Умови процесу теплового самозагоряння тирси можна визначити за емпіричними виразами [3]:

$$\begin{cases} \lg t_c = A_p + n_p \cdot \lg S \\ \lg \tau_c = \frac{1}{n_e} \cdot (A_e - \lg t_c) \end{cases},$$

де:  $t_c$  – мінімальна температура середовища, при якій тирса самозагоряється, [°C];  $S$  – питома поверхня тирси,  $\text{м}^{-1}$ ;  $\tau_c$  – тривалість процесу самонагрівання тирси до її самозагоряння, год;  $A_p$ ,  $n_p$ ,  $A_e$ ,  $n_e$  – емпіричні константи (довідникові дані).

Таким чином, залежно від питомої поверхні тирси, розмірів бункерів для її зберігання, можна визначити умови теплового самозагоряння.

Особливо небезпечні деревні відходи, просочені індустріальним мастилом. При роботі лісопильних рам, що рухаються по вертикалі, тирса і частина мастила викидаються і падають вниз в трансмісійне відділення (під підлогу). Ця суміш тирси і масла здатна самозагорятися.

В цехах і на складах деревообробних підприємств, де обертається значна кількість горючої деревини, майже завжди є умови для швидкого поширення пожежі, що виникла. Швидкість розповсюдження полум'я залежить від: виду деревини (пиломатеріал, круглий ліс, тирса), її вологості, способу укладання та швидкості вітру. Загромадженість цехів лісоматеріалом, готовими виробами, тирсою, стружками і пилом створює умови для

швидкого розповсюдження пожежі. При неправильному влаштуванні місцевої витяжки і недостатній потужності вентилятора тирса, стружка і пил збираються біля верстатів.

При обробці твердої та сухої деревини на верстатах виділяється значна кількість деревного пилу. Під дією рухомих механізмів верстатів та повітряних потоків він переходить у звихрений стан, а потім осідає шаром на конструкціях будівлі, технологічному обладнанні, електропроводці та електрообладнанні. Такий осілий пил може сприяти поширенню полум'я. Поширення полум'я в деревообробних цехах можливе не тільки по деревних відходах, осілому пилу, але і по аспіраційних системах.

Таким чином, у роботі проведено аналіз пожежної небезпеки деревообробного підприємства, оцінено фізико-хімічні та вибухонебезпечні властивості речовин та матеріалів, розглянуто умови утворення вибухонебезпечного середовища, джерела запалювання та шляхи поширення пожежі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/STATISTIKA-POZHEZH.html>.
2. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли. – М.: “Химия”, 1986. –211с.
3. ДСТУ 8828-2019. Пожежна безпека. Загальні положення.

УДК 614.841.34

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМІ БАГАТОШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТВЕРДИХ ТІЛ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ**

*О.Ю. Пазен, канд. техн. наук, С.Я.Вовк, канд. техн. наук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

*Постановка проблеми.* За даними звітів «Про пожежі та їх наслідки» за останні 5 років в Україні виникло понад 400 тисяч пожеж, унаслідок яких загинуло понад 14 тисяч людей та знищено або пошкоджено понад 200 тисяч будівель, споруд та різних зовнішніх установок. Прямі збитки від пожеж склали близько 5,5 млрд. грн. Тому актуальними задачами сьогодення є знаходження розподілу температурного поля в циліндричних конструкціях типу «суцільний циліндр всередині багат шарової циліндричної оболонки». Такі задачі зустрічаються під час процесів нагрівання трубобетонних колон, резервуарів, трубопроводів, тепловидільних елементів циліндричної форми у ядерних реакторах АЕС, тощо. Характерною особливістю таких елементів є поєднання різного роду механічних та теплофізичних характеристик шарів, що робить їх більш досконаліми. Проте, такий підхід зумовлює значні труднощі при розробці аналітичних методів їх дослідження. Тому розробка нових методів дослідження багат шарових, зокрема, циліндричних конструкції є актуальною задачею сьогодення, що уможливорює врахування зазначених особливостей, є суттєвим кроком у підвищенні пожежної безпеки під час експлуатації даних конструкцій.

Застосування прямого методу до розв'язування задач теплообміну в багат шарових порожнистих циліндричних конструкціях описано в публікаціях [1-3]. В основу цих публікацій покладено пряму (класичну) схему дослідження, що базується на методі редукції, концепції квазіпохідних, сучасній теорії систем лінійних диференціальних рівнянь, модифікованому методі власних функцій Фур'є. Запропонований в роботі метод є поширенням цієї схеми для випадку вкладених циліндричних тіл та не

накладає жодних обмежень на товщину та кількість шарів оболонки. Крім того, на зовнішній поверхні розглядається крайова умова найбільш загального типу.

*Вихідна задача.* Розглядається нескінченний суцільний циліндр радіусом  $r = r_1$  всередині багат шарової порожнистої циліндричної оболонки радіусами  $r_1 < r_2 < \dots < r_{n-1} < r_n$  з однаковою початковою температурою  $T = T_0$ . Між ними існує ідеальний тепловий контакт.

На зовнішній поверхні багат шарової порожнистої циліндричної конструкції існує конвективний теплообмін з навколишнім середовищем, тобто виконуються крайові умови третього роду. Температура навколишнього середовища змінюється за деяким законом  $\psi(\tau)$ , тобто залежить від часу  $\tau$ . Необхідно знайти розподіл нестационарного температурного поля  $T(r, \tau)$  у будь-який момент часу  $\tau$  у такій складній системі.

Вважається, що закон зміни температури  $\psi(\tau)$  рівномірно розподілений у зовнішньому приповерхневому шарі, так, що ізотерми всередині циліндричної конструкції являють собою концентричні кола. Це значить, що температура залежить лише від радіуса  $r$  та часу  $\tau$  і задача є симетричною.

Така постановка задачі зводиться до розв'язування диференціального рівняння теплопровідності [4]

$$c\rho \frac{\partial T(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\lambda \frac{\partial T(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad r \in [0, r_n], \quad \tau > 0, \quad (1)$$

з початковою умовою

$$T(r, 0) = T_0. \quad (2)$$

крайовою умовою

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial r}(r_n, \tau) = \alpha (T(r_n, \tau) - \psi(\tau)), \quad (3)$$

та умовою симетрії [5]

$$\frac{\partial T}{\partial r}(0, \tau) = 0 \quad (4)$$

Тут  $c(r)$  — питома масова теплоємність матеріалу, Дж/(кг·°С),  $\rho(r)$  — густина матеріалу, кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda(r)$  — його коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С),  $\alpha$  — коефіцієнт теплообміну, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Для розв'язування поставленої вихідної задачі паралельно ставиться допоміжна задача про визначення розподілу нестационарного температурного поля у багатошаровій порожнистій циліндричній конструкції з «вилученим» циліндром достатньо малого радіуса. При цьому умова симетрії вихідної задачі замінюється умовою другого роду на внутрішній поверхні цієї конструкції. Реалізація розв'язку допоміжної задачі проводиться шляхом застосування методу редукції із використанням концепції квазіпохідних. Надалі використовується схема Фур'є із застосуванням модифікованого методу власних функцій.

Для знаходження розв'язку вихідної задачі використано ідею граничного переходу шляхом прямування радіуса вилученого циліндра до нуля. Встановлено, що при такому підході всі власні функції відповідної задачі на власні значення не мають особливостей в нулі, а це означає, що й розв'язки вихідної задачі є обмеженими у всій конструкції.

*Висновки.* До розв'язування вихідної задачі застосовано прямий метод, причому вперше використано ідею граничного переходу. У загальній постановці (функція  $\psi(\tau)$  вважається довільною, не накладається жодних обмежень на товщину оболонки та кількість шарів) таку задачу розв'язано вперше.

Структура отриманих явних формул дозволяє створити алгоритм розрахунку температурного поля у вигляді автоматизованих програм, де достатньо лише ввести початкові дані. Зауважимо, що такі алгоритми включають в себе: а) обчислення коренів характеристичного рівняння; б) множення скінченного числа відомих матриць; в) обчислення визначених інтегралів; г) сумування необхідної кількості членів ряду для отримання заданої точності розрахунку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Pazen O. Yu., Tatsii R. M. General boundary-value problems for the heat conduction equation with piecewise-continuous coefficients. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2016. vol. 89, no. 2. pp. 357-368. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10891-016-1386-8>
2. Pazen O. Yu., Tatsii R. M. Direct (classical) method of calculation of the temperature field in a hollow multilayer cylinder. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2018. vol. 91, no. 6. pp. 1373-1384. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10891-018-1871-3>
3. Таций Р.М. Стасюк М.Ф., Пазен О.Ю. Прямой метод расчета температурного поля в многослойной полой сферической конструкции. *Вестник Кокшетауского технического института: Кокшетау: КТИКЧСМВД Республики Казахстан*. 2018. № 1(29). С.9-20.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков – М.: Высшая школа, 1967. – 600с.

УДК 614.841: 543.57

**ДОСЛІДЖЕННЯ САМОЗГАСАЮЧИХ  
ЕПОКСІАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ  
МОДИФІКОВАНИХ КУПРУМ(ІІ)  
ГЕКСАФЛУОРСИЛКАТОМ**

*В.-П.О. Пархоменко, канд. техн. наук  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

З розвитком техніки та промисловості епоксидні смоли та матеріали на їх основі знаходять все нові галузі застосування, причому, як правило, не поступаються зайнятими позиціями іншим матеріалам [1].

Отримані в роботі епоксіамінні композиції модифіковані купрум(II) гексафлуорсилікатом можуть стати основою для виробництва матеріалів різноманітного призначення. Оскільки такі матеріали мають підвищену пожежну безпеку, є самозгасаючими та важкогорючими, вони з успіхом можуть застосовуватися на об'єктах, де висуваються підвищені вимоги щодо пожежної безпеки [2].

Одним із можливих варіантів використання самозгасаючих епоксіамінних композицій модифікованих купрум(II) гексафлуорсилікатом є застосування їх в якості вогнезахисних покриттів дерев'яних конструкцій. Для визначення ефективності вогнезахисної дії покриття по деревині на основі розробленої композиції, випробовували зразки покриті епоксидною композицією без антипірена та композицією модифікованою купрум(II) гексафлуорсилікатом.

Проведені дослідження (згідно з ГОСТ 16363-98) показали, що втрата маси зразків деревини, обробленої модифікованою епоксіамінною композицією становила 7,2%. Це дозволило віднести розроблене покриття до I групи вогнезахисної ефективності, що гарантує отримання важкогорючої деревини. Покриття без антипірена, взагалі не забезпечує вогнезахисту деревини, оскільки втрата маси зразка значно перевищує 25% [3].

**Таблиця 1**

Результати випробувань вогнезахисної ефективності епоксіамінних композицій

Показник властивостей покриття	Покриття на основі епоксидної композиції	
	без антипірена	з антипіреном
Втрата маси після випробувань, %	83,5	7,2
Група вогнезахисної ефективності	покриття не забезпечує вогнезахисту	I

Отже, отримані дані свідчать про високу ефективність застосування модифікованих купрум(II) гексафлуорсилікатом епоксіамінних композицій для протипожежного захисту матеріалів на основі деревини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хозин В.Г. Усиление эпоксидных полимеров / В.Г. Хозин – Казань: ПИК “Дом печати”, 2004. – 446 с.
2. Lavrenyuk H. The effect of preparation technology and the complexing on the service properties of self-extinguishing copper(ii) coordinated epoxy-amine composites for pouring polymer floors / Helen Lavrenyuk, Volodymyr-Petro Parhomenko, Borys Mykhalichko // International Journal of Technology. – 2019. №10(2). – P. 290-299.
3. Пархоменко В.-П.О. Вплив купрум (II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій / В.-П.О. Пархоменко, В.В. Кочубей, Б.М. Михалічко, О.І. Лавренюк, Ю.П. Павловський // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – 2017. – №30. – С. 132–136.

УДК 699.81

## ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА В ОРГАНІЗАЦІЇ

*О.В. Поляков, викладач, Вовчанський фаховий коледж Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*

Пожежа – неконтрольований процес горіння, що розповсюджується в часі і просторі та може призвести до руйнування будівель, значних матеріальних збитків, знищення флори та фауни, загрози здоров'ю та життю людини.

Горіння виникає за наявності трьох складових: окислювача, горючої речовини та джерела запалювання. Якщо якась складова відсутня, пожежа не виникне.

Основоположним документом у сфері пожежної безпеки є Правила пожежної безпеки в Україні. Невиконання цих Правил може призвести до тяжких наслідків.



Будь-який роботодавець повинен забезпечити належний стан пожежної безпеки в підпорядкованій йому організації. Це завдання досить складне і багатогранне, потребує значних організаційських здібностей, знань та належного фінансування.

Загальна відповідальність за стан пожежної безпеки в організації покладається на роботодавця, але, зрозуміло, сам все зробити і організувати він не зможе. З метою забезпечення належного рівня пожежної безпеки роботодавець призначає відповідальних осіб та наділяє їх певними правами та обов'язками. Так наказами призначаються особи: відповідальні за організацію пожежної безпеки; за стан пожежної безпеки на території підприємства, в окремих будівлях та спорудах, цехах, приміщеннях, кабінетах тощо; відповідальні за належне утримання засобів протипожежного захисту. Створюються спеціальні комісії: для контролю належного протипожежного стану (наприклад, пожежно-технічна комісія), а також запобігання і реагування на надзвичайну ситуацію (добровільна пожежна дружина).

Встановлюється спеціальний протипожежний режим в організації, який включає в себе дотримання певних вимог та правил: заборона паління, заборона розведення вогнищ, утримання евакуаційних шляхів, порядок виконання тимчасових вогневих робіт (наприклад, електрозварювання), правила користування побутовими нагрівальними приладами, порядок огляду приміщень по завершенню роботи, зберігання нафтопродуктів тощо.

Повинен бути розроблений план дій на випадок пожежі. Кожен працівник повинен знати, що і як йому потрібно робити. З цією метою організовується проведення необхідних протипожежних інструктажів та проходження пожежно-технічного мінімуму. Інструктажі проводяться особами, які пройшли спеціальне навчання, за спеціальними інструкціями. Інструкції про заходи пожежної безпеки мають бути розроблені для кожного приміщення. Роботодавець повинен організувати проведення протипожежних тренувань (не менше двох разів на рік) з відпрацюванням дій при пожежі, евакуації та гасінні.

Встановлюються вимоги пожежної безпеки до опалення, вентиляції та кондиціонування.

Особливу увагу треба приділяти дотриманню вимог пожежної безпеки: під час проведення вогневих (електро-, газозварювальні, паяльні роботи), будівельно-монтажних, фарбувальних робіт, в котельнях, при організації транспорту; об'єктам зберігання: матеріальні склади, склади легкозаймистих та горючих речовин, склади балонів, склади хімічних речовин, лісопиломатеріалів, оскільки це роботи з підвищеною небезпекою, де можливе виникнення пожежі чи надзвичайної ситуації.

На кожному поверсі, на видних місцях розміщуються плани евакуації з будівлі. Шляхи евакуації та виходи повинні освітлюватись спеціальними ліхтарями. Приміщення та територія повинні бути забезпечені знаками безпеки (позначаються шляхи евакуації, виходи, місця розміщення вогнегасників, телефонів тощо). Шляхи евакуації повинні бути вільними, не захаращеними і легко відкриватися (без застосування замків).

Територія організації повинна утримуватись у чистоті, що унеможливить перекидання вогню з території на будівлю. Під'їзди до будівель необхідно тримати вільними. Приміщення також треба вчасно очищати, особливо від горючих відходів.

Протипожежні двері, вікна повинні бути справними.

Не рекомендується при облицюванні стін і стелі приміщень громадського призначення застосовувати різноманітні пластикові матеріали, оскільки вони легко займаються та при горінні виділяють токсичні речовини. Людині достатньо кілька разів вдихнути такого диму, щоб знепритомніти.

Дерев'яні елементи горючості потрібно періодично обробляти спеціальним вогнестійким розчином.

Будівлі повинні бути обладнані блискавкозахистом.

Пожежі, які відбуваються в результаті незадовільного стану електричних пристроїв і порушення правил їхнього монтажу й експлуатації, становлять більше 25% всіх випадків. Усі електро-

установки повинні відповідати Правилам улаштування електромереж, Правилам технічної експлуатації теплових установок і мереж, Правилам безпечної експлуатації електроустановок і мереж. Заборонено улаштовувати тимчасові електромережі, самодільні подовжувачі тощо. Вимикачі, електророзетки повинні встановлюватись на основі з негорючого матеріалу. Забороняється залишати без нагляду ввімкнені електроприлади. Потрібно періодично (1 раз на 2 роки) проводити необхідні заміри опору ізоляції.

Будівлі повинні бути оснащені системами протипожежного захисту, яку треба вчасно обслуговувати. Проектування, встановлення та обслуговування даної системи виконують спеціальні організації, які мають відповідну ліцензію.

Організації повинні мати систему протипожежного водопроводу (пожежні гідранти та резервуари, водонапірна башта, пожежні кран-комплекти, насосні станції тощо) протипожежну техніку (спеціальні автомобілі, мотопомпи тощо).

Приміщення та територія повинні бути забезпечені достатньою кількістю первинних засобів пожежогасіння, які слід вчасно обслуговувати і тримати у справному стані. Первинні засоби пожежогасіння потрібні для ліквідації пожежі в її початковій фазі. До них відносять вогнегасники, пожежні щити (комплектуються ящиком з піском, відрами, лопатами, сокирами, ломами, покривалами з негорючого теплоізоляційного матеріалу), бочки з водою. Пожежні щити встановлюються з розрахунку 1 на 5000 м<sup>2</sup>. Розраховується необхідна кількість вогнегасників згідно з типовими нормами належності вогнегасників.

Дотримання протипожежної профілактики (сукупності організаційних і технічних заходів, які спрямовано на підтримання безпеки людей, на попередження пожеж, обмеження їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі) має бути пріоритетом в будь-якій організації.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Основні причини виникнення пожеж на підприємстві/ Техноспектр-сервіс. [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<https://ts.kiev.ua/osnovni-prychyny-vynykennya-pozhezh-na-pidpryemstvi/>

2. Правила безпеки та порядок ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/21793>

3. Правила пожежної безпеки в Україні.[Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>

4. Умови, необхідні для виникнення горіння/ Навчальні матеріали онлайн. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://pidru4niki.com/1156052238335/bzhd/umovi\\_neobhidni\\_dlya\\_viniknennya\\_gorinna](https://pidru4niki.com/1156052238335/bzhd/umovi_neobhidni_dlya_viniknennya_gorinna).

## УДК 614.84

### ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНОГО ГІДРОГЕЛЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО БАР'ЄРУ ПРИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*О.В. Савченко, канд. техн. наук, ст. наук. співр.,*

*Д.О. Медведева*

*Національний університет цивільного захисту України*

За статистичними даними у 2019 році лісовими пожежами, в тому числі верхових, було охоплено понад 1 тис. 320 га українських земель. Збитки від лісових пожеж склали 1032000 млн доларів[1].

Основні причини виникнення пожеж (85%) – це людський фактор. Якщо в попередні роки лісові пожежі в основному ліквідувались у початковій стадії силами відомчої пожежної охорони (80%), то впродовж останніх двох років кожний третій випадок

гасіння пожеж здійснювався із залученням значних сил і засобів ДСНС, що в свою чергу збільшило витрати на їх ліквідацію [1]. Тому здійснення комплексу організаційних та практичних заходів спрямованих на створення більш швидкого і раціонального засобу боротьби з лісовими пожежами важливе питання.

Основними методами боротьби з лісовими пожежами є: повітряна розвідка (моніторинг) пожежі, локалізація пожежі та її ліквідація [2].

Гасіння лісової пожежі проходить у такій послідовності:

- зупинення поширення пожежі;
- локалізація пожежі;
- гасіння осередків горіння, що залишилися на території, пройденій вогнем.

Найбільш складними і трудомісткими процесами є зупинення поширення пожежі та її локалізація. Поширення лісової пожежі зупиняють, впливаючи засобами пожежогасіння безпосередньо по фронту пожежі.

Способи локалізації та ліквідації лісової пожежі у цілому залежать від її виду (низова, верхова), сили і масштабів, характеристики місцевості та лісової площі, метеорологічних умов, наявності сил і засобів для гасіння.

Для ефективної локалізації лісової пожежі створюються штучні бар'єри з метою недопущення подальшого поширення пожежі. Згідно [3] до них належать протипожежна канава, протипожежний бар'єр та мінералізована смуга.

*Протипожежна канава* - це бар'єр для захисту ділянок лісу від підземних пожеж; прокладається межами з торфовищами, на їх території, у насадженнях з заторфованими ґрунтами шириною унизу 0,2 - 0,4 м, зверху - 1,5 - 2,8 м, глибиною - до мінерального шару або до рівня ґрунтових вод.

*Протипожежний бар'єр* - це ділянка території, що перешкоджає розповсюдженню і розвитку пожеж (мінералізовані смуги, смуга зораного або скопаного ґрунту шириною не менше

4 м, земляне обвалування шириною внизу - 1,4 м, а у верхній частині - 0,5 м, протипожежні канали, природні вододжерела, автомобільні дороги тощо).

*Мінералізована смуга* - це ділянка території, з якої ґрунтообробними механізмами видалено наземні горючі матеріали. Ширина смуги повинна бути удвічі більше від можливої висоти полум'я низової пожежі.

Зупинення поширення лісової пожежі за допомогою перелічених штучних бар'єрів займає тривалий час, що має вагоме значення для її ліквідації. Також данні технології потребують застосування спеціальної техніки. Раніше було запропоновано при ліквідації пожеж у тому рахунку при локалізації низових лісових пожеж використовувати гелеутворюючі системи для оперативного вогнезахисту та утворення опорних полос [4,5]. Недоліком цього методу є необхідність роздільно-одночасної подачі компонентів системи.

Пропонується нова технологія створення протипожежного бар'єру, а саме відокремлення охопленої вогнем ділянки від лісових насаджень за допомогою полімерного гідрогелю. Він являє собою з'єднання акрилової кислоти та гідроксиду натрію. Історично такі технології застосовувалися виключно в сільськогосподарській і меліоративній ніші для підтримки вологості в ґрунтах та уникнення посухи. Пізніше за такою ж системою створювався пакетований абсорбент для регулювання зайвої вологи в предметах побуту.

При додаванні в воду кульок полімеру вони виростають в розмірі, який більш ніж в 100 разів перевищує їх обсяг. Молекули води заповнюють проміжки між молекулами полімеру, готові кулі на 85-99% складаються з води. Вони нетоксичні, безпечні для людей і тварин та в розмоченому вигляді здатні зберігати свої властивості під дією високих і мінусових температур. Важливим плюсом даного з'єднання є можливість повного біологічного руйнування, без шкоди екології.

Передбачається утворення із кульок гідрогелю смуги визначеної ширини для локалізації пожежі. Переваги застосування даної технології є:

- збільшення швидкості прокладки загороджувальної полоси;
- відсутність необхідності використання спеціальної техніки;
- можливість прогнозування часу дії полоси (регулювання);
- відсутність шкоди для екології.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2019 році. Сайт ДСНС. Режим доступу к журн.: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Zvitni-materiali-Derzhavnoyi-sluzhbi-Ukrayini-z-nadzvichaynih-situaciy.html>.

2. Наказ МВСУ від 13.04.2017 р. №311 «Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж».

3. Держкомлісгосп, Наказ "Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України" від 27.12.2004 N 278.

4. Савченко А.В. Техническая реализация концепции использования гелеобразующих систем для защиты цистерн с нефтепродуктами от теплового воздействия пожара / А.В. Савченко, А.Е. Басманов, О.А. Островерх // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2018. – Вып. 43. – С. 146 – 155. Режим доступа к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6939>.

5. Савельев Д.И. Повышение эффективности использования гелеобразующих составов при борьбе с низовыми лесными пожарами / Д.И. Савельев, А.А. Киреев, К.В. Жерноклев // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вып. 39. – С. 237-242. Режим доступа.: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Saveliev.pdf>.

УДК 623.11/12:614.842

## УКРИТТЯ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ, ЯК ВИД ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*А.М. Тригуба\**, д.т.н., *О.І. Башинський*, канд. техн. наук, доцент,  
*М.Б. Кладько, О.Г. Мулько*

*\*Львівський національний аграрний університет  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Кожного дня в світі відбуваються надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру. Великих збитків зазнають країни від аварій, катастроф, пожеж та стихійних лих, які призводять до загибелі людей. Тому, для захисту населення від надзвичайних ситуацій влаштовують захисні споруди.

Захисна споруда цивільного захисту – це інженерні споруди призначені для укриття і тимчасового захисту людей, техніки та майна від небезпеки, що може виникнути або виникла внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, а також від дії засобів ураження в особливий період. Для досягнення цієї мети в містах, селах та селищах створюється фонд захисних споруд, а також здійснюється планомірне накопичення цього фонду. Він створюється міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, обласними, районними, Київською та Севастопольською міськими держадміністраціями, органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання відповідно до Кодексу цивільного захисту України.

Такі споруди забезпечують захист людей від небезпечних факторів, до яких відносяться: ударна вибухова хвиля, іонізуюче опромінення, радіоактивне забруднення, бойові отруйні речовини, біологічні засоби ураження, небезпечні хімічні речовини, звичайні засоби ураження та вплив природних небезпечних чинників.

Потреби в захисних спорудах визначають, виходячи з необхідності укриття усього працюючого населення за місцем роботи і проживання та непрацюючого – за місцем проживання.



За захисними властивостями споруди поділяються на: найпростіші укриття; сховища; протирадіаційні укриття (ПРУ) .

Захисні споруди можуть використовуватися також у мирний час для населення, за умови приведення їх у готовність до використання за призначенням у термін, визначений паспортом захисної споруди, але не більше 12 годин. Якщо для пристосування захисної споруди для потреб людей необхідно проводити реконструкцію, реставрацію або капітальний ремонт, вони здійснюються відповідно до вимог законодавства у сфері містобудівної діяльності, державних будівельних норм, державних стандартів і правил. Такі споруди називаються спорудами подвійного призначення.

За конструктивним виконанням споруди можуть бути наземними та підземними, та використовуватись за основним функціональним призначенням і для захисту населення.

Станом на 2018 рік в Україні обліковується 21628 захисних споруд цивільного захисту, з яких 6236 (28,8 %) перебувають у державній, 9532(44,1 %) у комунальній та 5860 (27,1%) у приватній власності. На сьогодні 31,6% захисних споруд оцінюються як не готові до використання за призначенням, 57,8% - як обмежено готові та тільки 9,3% готові. Захисні споруди цивільного захисту є державним майном. Управління ними, а також їх збереження покладено на Фонд державного майна України.

В Україні існує багато бункерів, які збудовані ще за часів війни, проте і досі можуть використовуватись для захисту людей в період виникнення надзвичайної ситуації. Для прикладу, в м. Рівне знаходиться «Бункер Коха». Ця залізобетонна плита площею приблизно 10 на 20 метрів і висотою 3 метри прикриває вхід в особистий бункер «райхскомісара» Еріха Коха.

За кордоном, крім держаних захисних споруд, існує також багато приватних бункерів. Зокрема, в США, на колишній військовій базі в м.Саванна було побудоване дворівневе сховище, що здатне витримати ядерний вибух у20 кілотонн, стихійні лиха і терористичні акти. Бункер оснащений сонячними панелями та обладнанням, що дає можливість контролювати вологість в

приміщенні. Особливим є бункер розташований в Південній Дакоті (США), він розрахований на 5 тис. осіб, які можуть бути розміщені в приміщенні з сучасним обладнанням або ж в приміщенні в стилі мінімалізму. Завдяки новітнім інноваційним технологіям в захисній споруді наслідки НС стають менш відчутними для осіб, що там знаходяться.

В Україні також існують можливості побудови бункерів під замовлення. Замовнику надається можливість вибрати схему, за якою буде спроектована захисна споруда та внести свої корективи в проект її забудови.

Отже, проаналізувавши статистику захисних споруд України та розглянувши розвиток цивільного захисту в інших державах, можна зробити висновок, що нашій країні потрібно приділити більше уваги розвитку сфери цивільного захисту. Важливим аспектом для вдосконалення захисту населення є фінансування у цій галузі. В першу чергу необхідно подбати про безпеку і надійне забезпечення захисних споруд у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Адже, у сучасному світі не можливо передбачити примхи майбутнього.

До приміщень, які можуть бути пристосовані під протирадіаційні укриття, пред'являються такі вимоги:

- зовнішні огорожувальні конструкції будинків або споруд повинні забезпечувати необхідну кратність послаблення гаммавипромінювання;
- прорізи та отвори повинні бути підготовлені для закладки в разі переведу приміщення на режим укриття;
- приміщення повинні розташовуватись близько від місць перебування більшості населення, яке має переховуватись;
- близько ділянок не повинно бути великих резервуарів із сильнодіючими отруйними речовинами, водопровідних та каналізаційних магістралей, руйнування яких може загрожувати персоналу, який переховується, отруєнням або затопленням;

- у приміщеннях, розташованих безпосередньо над укриттями, не повинно бути важких предметів і обладнання.

### **ЛІТЕРАТУРА**

- 1.«Захисні споруди» [Електронний ресурс] - Режим доступу:<http://zhytomyr.dsns.gov.ua>
- 2.«Захисні споруди цивільного захисту, їх призначення та облаштування» Майстер виробничого навчання Кременчуцьких міських курсів цивільного захисту Ю.І.Шишкін
- 3.«Затишний ядерний бункер, що може витримати 20 кілотонн»
- 4.Лаврівський М.З., Коструліна Ю. С. Використання споруд подвійного призначення для захисту людей від надзвичайних ситуацій. / VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України 18-19 травня 2017 С.128-129
5. «Укриття населення в захисних спорудах цивільного захисту» [Електронний ресурс]- Режим доступу: [http://zprozrda.gov.ua/documents/civilniy-zahist/pamyatka/ukrityta\\_naselennya\\_v\\_zahisnihsporudah.pdf](http://zprozrda.gov.ua/documents/civilniy-zahist/pamyatka/ukrityta_naselennya_v_zahisnihsporudah.pdf).
- 6.ДБН В 2.2.5-97 Захисні споруди цивільної оборони.

**УДК 614.8****ЗАХИСТ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ  
НА СКЛАДАХ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН ТА  
БОЄПРИПАСІВ**

*І.Б.Федюк, викладач, А.Н.Чернуха, викладач  
Національний університет цивільного захисту України*

Як показує практика гасіння пожежна на складах боеприпасів та вибухових речовин, ефективні дії пожежного підрозділу при його прибутті не перевищують 2 - 3 хвилини до початку їх детонації [1]. Враховуючи розташування пожежно-рятувальних підрозділів за межами складів, виникає необхідність своєчасного сповіщення підрозділу, а при прибутті захисту особового складу від уражень. Запропонована система пожежогасіння на об'єктах зберігання вибухонебезпечних речовин та боеприпасів [2] потребує створення укриттів для розміщення вузлів управління установками пожежогасіння та особового складу.

Для ефективного гасіння [2] пожежна таких об'єктах потрібна нова удосконалена технологія організації пожежогасіння, що представляє собою:

- захищену автоматичну установку раннього пожежогасіння [3],[4], яка подає воду на всю площу поверхні що горить, протягом однієї хвилини;
- насосну станцію[5], що розміщена у захисному капонірі, розподільчі трубопроводи якої зв'язані з системою автоматичної установки пожежогасіння;
- особовий склад, який круглодобово несе службу в насосній станції, та протягом 1 хвилини забрати воду з водо джерела та подати її у мережу.

Питання захисту особового складу особливо актуальні в цих випадках.

Конструкція капоніру розраховується виходячи з властивостей матеріалу, з якого він може бути побудований (гомогенна конструкція або гетерогенна) та з можливої потужності вибуху і радіусу зон руйнування.

Для визначення радіусу зон руйнівної дії вибуху у повітрі може бути рекомендована формула:

$$R = a_0 \sqrt{\frac{C}{B}}, \text{ м} \quad (1)$$

де:  $R$  — найбільший радіус зони руйнівної дії вибуху,

$C$  — маса заряду;

$B$  — товщина стін споруди;

$a_0$  — коефіцієнт, який характеризує конструкцію та матеріал споруди, а також ступінь руйнування, яке очікується.

Для захисту капоніру від проникнення боєприпасів пропонується застосовувати ґрунтову обсіпку. Мінімальна товщина слою ґрунту визначається за формулою:

$$H_{\text{ст}} = h_{\text{пр}} - \zeta + \beta r_{\text{руйнув}}, \text{ м} \quad (2)$$

де  $h_{\text{пр}}$  - глибина проникання боєприпасу по нормалі до перешкоди [1];

$\zeta$ - відстань від центру ваги заряду до низу боєприпасу, м (приймається  $\zeta = 0,5d$ ).

У ході розрахунку необхідно визначити глибину проникнення розрахункового боєприпасу в двох або трьохшарове середовище, шари – відповідно щебінь, пісок та ґрунт.

Глибина проникнення у двохшарову перешкоду визначається виходячи з методики “приведених шарів”.

Значення товщини приведенного верхнього шару  $H_{\text{л.прив}}$  визначаємо з виразу:

$$H_{\text{IПРИВ}} = H_{\text{I}} \cdot \frac{K_{\text{ПР.ІІ}}}{K_{\text{ПР.І}}}, \text{ м} \quad (3)$$

де:  $H_{\text{I}}$  – товщина верхнього шару, м;

$K_{\text{ПР.ІІ}}$  – коефіцієнт опору проникненню для другого шару;

$K_{\text{ПР.І}}$  – коефіцієнт опору проникненню для першого шару.

Глибина проникнення у нижній шар ( $h'_{\text{ПР.ІІ}}$ ), з урахуванням проникнення у верхній шар, визначається за формулою:

$$h'_{\text{ПР.ІІ}} = h_{\text{ПР.ІІ}} - H_{\text{IПРИВ}}, \text{ м} \quad (4)$$

де  $h_{\text{ПР.ІІ}}$  – глибина проникнення боєприпасу у матеріал нижнього шару без урахування верхнього шару (як у суцільне середовище), м.

Повну глибину проникнення боєприпасу у двохшарове середовище можна визначити за формулою:

$$H_{\text{ПР.2X}} = H_{\text{I}} + h'_{\text{ПР.ІІ}}, \text{ м} \quad (5)$$

Для трьохшарової перешкоди ця формула буде мати вигляд:

$$h_{\text{ПР.3X}} = h_{\text{ПР.ІІІ}} + H_{\text{I}} \left( 1 - \frac{K_{\text{ПР.ІІІ}}}{K_{\text{ПР.І}}} \right) + H_{\text{ІІ}} \left( 1 - \frac{K_{\text{ПР.ІІІ}}}{K_{\text{ПР.ІІ}}} \right), \text{ м} \quad (6)$$

Вірний розрахунок захисної товщі, яка буде технологічно вірно зведена, забезпечить повну безпеку насосної станції, особового складу та пожежної техніки під час виконання задачі проведення гасіння та охолодження. Такий підхід дозволить проведення активних дій не тільки у початковій стадії пожежі, а і під час вибухонебезпечної фази.

### ЛІТЕРАТУРА

1. М.І. Адаменко, О.В. Гелета, Ю.В. Квітковський, В.О. Росоха, І.Б. Федюк. Безпека зберігання вибухових речовин та боєприпасів. Навчальний посібник. Харків, ХДТУБА, 2004.р.

2. Федюк І.Б. Система пожежогасіння в місцях зберігання боєприпасів та вибухових речовин/ І.Б.Федюк, А.М. Чернуха // Проблемы пожарной безопасности. –Харьков: НУГЗУ. 2018. No 43. С. 178-181.

3. Безродный И.Ф., Стареньков А.Н. Высокоэффективный способ тушения пожаров водой аэрозольного распыления / Пожарная безопасность, информатика и техника. – М.: ВНИИПО, 1993, С. 72-74.

4. ДСТУ Б EN 12845:2011 Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи.

5. М.П. Башкирцев, Н.Ф. Бубырь, В.П. Бабуров, В.И. Мангасаров. Пожарная автоматика 2-е изд., 1984 г.

**УДК 614.835**

## **ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА**

***Н.О. Ференц**, канд. техн. наук, доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Аналіз небезпек і загроз техногенного та природного характеру, виникнення надзвичайних ситуацій свідчить [1], що за останні 10 років тенденції до їх збільшення або зменшення не спостерігається, однак, рівень ризиків виникнення НС природного і техногенного характеру та ризиків збитків від них залишаються практично незмінними та досить високими для більшості регіонів України.

Серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру у 2019 році зафіксовано зростання кількості НС унаслідок раптового руйнування будівель та споруд, пожеж та вибухів (збільшення на 23 %), а також НС на системах життєзабезпечення (збільшення у 2 рази). Одночасно спостерігається зменшення на 11% кількості НС на

транспорті, проте кількість загиблих у них людей збільшилася на 19%. Також, на фоні зростання загальної кількості НС унаслідок пожеж та вибухів їх кількість у житлових будівлях зменшилася на 23,5 %, у той же час кількість загиблих у цих НС майже не змінилася, а кількість постраждалих збільшилася. У Львівській області виникло всього 8 надзвичайних ситуацій [1], однак, на території області функціонують об'єкти, які мають потенційну небезпеку, зокрема, Бориславське нафтогазоконденсатне родовище.

Перші згадки про бориславську нафту належать до 1805 р. Розробка родовища проводилась за допомогою шурфів-колодязів, які споруджувалися в межах виходу на поверхню нафтоносних відкладів. Більш як за 130-літній період його експлуатації було викопано близько 20 тисяч колодязів. Буріння свердловин розпочато ще в 1886 р., а через рік був відкритий поклад у бориславському пісковіку Бориславської глибинної складки, де зосереджені основні запаси нафти. На теперішній час загальний фонд свердловин становить: 1599 нафтових, 12 нагнітальних і 89 дегазаційних.

З точки зору техногенного впливу нафтовидобування на довкілля м. Борислав виокремлюють п'ять періодів експлуатації Бориславського нафтогазоконденсатного родовища [2] :

- I період – природне витікання нафти без участі людини. Цей період тривав з давніх часів до кінця XVIII ст. Природні витіки нафти у цей період, ймовірно, були незначні і не порушували гомеостазу екосистеми.

- II період – стихійне нафтовидобування. Тоді нафта ще не мала широкого застосування, її в основному використовували для мащення возів та медичних цілей. Цей період тривав з кінця XVIII ст. до середини XIX ст., і позначився незначними впливами на екологічні системи порівняно з попереднім періодом. Впродовж цього періоду на території Борислава було викопано близько тридцяти колодязів, з яких вичерпували нафту.

- III період – промислове нафтовидобування викопуванням (від 50-х до 80-х років XIX ст.). Його початок зумовлений ве-



ликим зростанням попиту на нафту у зв'язку з винайденням способу її розділення на фракції та створенням гасової лампи. Цей період позначився надзвичайно потужним техногенним навантаженням на ґрунтовий покрив, водойми, атмосферне повітря, біологічні ресурси Борислава та околиць. За цей проміжок на території Борислава було викопано понад 20 тисяч шурфів – колодязів, видобуто 1 млн 336 тис. тонн нафти, в атмосферу вийшло понад 600 млн куб. м газу.

- IV період – найбільший розвитку нафтопромислу та максимальне техногенне навантаження на природні ресурси Борислава й околиць (від 90-х років XIX ст. до 60-х років XX ст.). Його початок зумовлений запровадженням механічного способу буріння і відкриттям багатих покладів нафти на глибинах близько 1000 м. Цей період позначився широкомасштабним антропогенним забрудненням атмосферного повітря, ґрунтового покриву, водойм. На живі організми діяли такі фактори, як нафта, вуглеводневі гази, земляні роботи, пожежі, стрімка урбанізація. За цей період на Бориславському нафтовому родовищі пробурено близько 2000 свердловин, видобуто 29 млн т. нафти. У цей період було завдано найбільшого забруднення довкілля унаслідок нафтовидобутку.

- V період – зменшення нафтовидобутку та згорання бурових робіт у зв'язку з виснаженням Бориславського нафтового родовища (від 60-х років XX ст. до сьогодні). Негативний вплив на довкілля у цей період зумовлений експлуатацією старих свердловин (близько 500), унаслідок чого часто трапляються аварійні виливи нафти на поверхню ґрунту та водойм.

Водночас із розробленням нафтогазоконденсатного родовища у м. Борислав на його території протягом останніх 150 років відбувалася неконтрольована відповідними державними органами хаотична забудова житлових будинків, інфраструктури міста [3]. На сьогодні вся територія нафтового родовища зайнята житловими кварталами, а їх мешканці перебувають під постійним негативним впливом нафтового забруднення та підвищеної концентрації вуглеводневих газів, які також можуть утворити вибухонебезпечну суміш.

Основними причинами негативного впливу на довкілля м. Борислава і його околиць унаслідок нафтовидобутку є забруднення нафтою і супутніми вуглеводневими газами, земляні роботи, пожежі нафтових свердловин. Забруднення нафтою відбувається під час природних спонтанних її виходів на поверхню землі, аварійних виливів, при транспортуванні тощо. Неконтрольований вихід на денну поверхню пластових флюїдів зумовлений приповерхневим залягання нафтонасичених порід, наявністю різноманітних тріщин, розломів, інших геологічних порушень, якими відбувається мігрування вуглеводнів, а також існування шурфів і свердловин, які були споруджені в минулому і не ліквідовані належним чином. Відомо, що виходи нафти на денну поверхню на початку освоєння родовища були основним критерієм пошуків покладів вуглеводнів. Саме завдяки особливостям геологічної будови родовища такі виходи стали можливими. Щодо шурфів і свердловин, то їх облаштування відбувалось без врахування чинників безпеки. Так, наприклад, за колонний простір свердловин не цементувався, що давало можливість неконтрольованої міграції пластових флюїдів поза колонами свердловини. Ситуація суттєво ускладнилась з появою житлової забудови поблизу, а в деяких випадках, безпосередньо над гірничими виробітками.

Для запобігання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру від Бориславського нафтогазоконденсатного родовища необхідне запровадження сучасних технологій регулювання техногенної та природної безпеки, проведення модернізації системи оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій, визначення ризиків виникнення аварій та аварійних ситуацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit\\_2019/zvit-2019-dsns.pdf](https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit_2019/zvit-2019-dsns.pdf).

2. Цайтлер М. Екологічні наслідки довготривалого нафто-видобутку на Бориславському родовищі. Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Л., 2001. Т. VII: Екологічний збірник. Екологічні проблеми природокористування та біорозмаїття Львівщини. С. 83–89.

3. Пукіш А. В., Дригулич П.Г., Адаменко Я.О. Аналіз заходів, щодо зниження рівня загазованості міста Борислава. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2015. № 1. С. 70–74.

**УДК 614.835**

## **ПРО КАТЕГОРУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ**

***Н.О. Ференц**, канд. техн. наук, доцент,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

В Україні з 1 січня 2017 року прийнято та надано чинності ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [1]. Згідно з ДСТУ 8828-2019 [2], категорювання приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою здійснюється з урахуванням рівня їх пожежної небезпеки (необхідного рівня забезпечення пожежної безпеки).

Практичний досвід визначення категорій зовнішніх установок є невеликим – вперше на території України почали визначати категорії зовнішніх установок з 2007 року з прийняттям НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небез-

пекою». Тому на ряді промислових підприємств зовнішні установки не прокатегоровані, на інших об'єктах – категорію визначено не правильно.

**Метою роботи** є оцінка методики визначення категорії зовнішніх технологічних установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Зовнішня установка – установка, розташована поза приміщеннями (зовні будинків) просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями [1]. До зовнішніх установок відносять резервуари, автозаправні станції, ректифікаційні колони, газгольдери, силоси, трубчасті печі, сушарки тощо. У таких установках зберігаються чи переробляються вибухопожежонебезпечні матеріали, що зумовлює небезпеку вибухів великої руйнівної сили, пожеж, які завдають значного матеріального збитку, призводять до травм і загибелі обслуговуючого персоналу.

У зовнішній установці – резервуарі об'ємом місткістю 51675м<sup>3</sup> сталася найбільша в світі пожежа (червень 2001р., м.Норко, США). У грудні 2005 р. у Великобританії на нафтосковищі Banshfield палили 20 зовнішніх установок – резервуарів з паливом, постраждало 43 людини.

Для прийняття заходів з вибухопожежної безпеки зовнішні установки виробничих об'єктів категорують і використовують відповідні методики для їх кількісної оцінки [1]. Категорії є основою для встановлення нормативних вимог до конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших аспектів забезпечення їх вибухопожежобезпеки.

Категорія зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою – основний показник рівня їх пожежної безпеки. Вона зумовлює протипожежні відстані між спорудами та будинками, об'ємно-планувальні рішення, взаємне їх розташування на генеральному плані, висоту споруд, конструктивні рішення, оснащення протипожежним інженерним обладнанням, спеціальну підготовку персоналу з питань пожежної безпеки,

необхідність улаштування систем протипожежного захисту (пожежної сигналізації, пожежогасіння тощо).

Необхідні заходи пожежної безпеки викладаються в нормативно-правових документах, які затверджуються в установленому порядку.

Правильний вибір категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою дає можливість встановити оптимальне співвідношення між безпекою виробництва та розміром капіталовкладень на його проектування та експлуатацію.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 зовнішні установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою зовнішні установки поділяють на категорії: А<sub>3</sub> (вибухопожежонебезпечна), Б<sub>3</sub> (вибухопожежонебезпечна), В<sub>3</sub> (пожежонебезпечна), Г<sub>3</sub> (помірнопожежонебезпечна) та Д<sub>3</sub> (зниженопожежонебезпечна).

Категорія зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою – класифікаційна характеристика, що визначається кількістю та вибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розташованих у них виробництв.

Кількісна оцінка речовин і матеріалів, що знаходяться у зовнішній установці, здійснюється обчисленням таких параметрів як надлишковий тиск у разі згоряння газо-, пароповітряної суміші, горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я та інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі.

Величину надлишкового тиску  $\Delta P$ , кПа, що розвивається у разі згоряння газопароповітряних сумішей, визначають за формулою:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left( 0,8 \cdot m_{\text{ГПР}}^{0,33} / r + 3 \cdot m_{\text{ГПР}}^{0,66} / r^2 + 5 \cdot m_{\text{ГПР}} / r^3 \right), \quad (1)$$

де:  $P_0$  – атмосферний тиск, кПа (допускається приймати 101 кПа);  
 $r$  – відстань від геометричного центра газоповітряної хмари, м;  
 $m_{\text{ГПР}}$  – приведена маса газу, кг, яка обчислюється за формулою:

$$m_{\text{ГПР}} = (Q_H / Q_0) \cdot m \cdot Z, \quad (2)$$

де:  $Q_H$  – питома теплота згоряння горючих речовин, Дж/кг;  $Z$  – коефіцієнт участі горючих речовин у горінні, який допускається приймати рівним 0,1;  $Q_0$  – константа, рівна  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;  $m$  – маса горючих газів чи парів, які надійшли в результаті аварії у довкілля, кг.

Величину імпульсу хвилі тиску  $i$ , Па·с, обчислюють за формулою:

$$i = \frac{123 \cdot m_{\text{ПР}}^{0,66}}{r}, \quad (3)$$

де:  $r$  – відстань від геометричного центра газоповітряної хмари, м;  $m_{\text{ПР}}$  – приведена маса газу, кг.

Горизонтальні розміри зони для горючих газів, м, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я, обчислюють за формулою:

$$R_{\text{НКМП}} = 14,5632 \cdot \left( \frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} \cdot C_{\text{НКМП}}} \right)^{0,333} \quad (4)$$

Зовнішня установка належить до вибухонебезпечних категорій, якщо розмір зони, що обмежує газо-пароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я, перевищує 30 м і (або) розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння газо-, пароповітряної суміші, речовин, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і один з одним на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує 5 кПа.

Таким чином, прийнята в Україні система категорювання зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою визначає комплекс пожежно-технічних заходів, спрямованих на убезпечення людей і збереження матеріальних цінностей, дає можливість об'єктивно встановити умовний рівень

їх вибухопожежної небезпеки і обґрунтувати конкретні організаційно-технічні заходи, що дають можливість в межах допустимого ризику експлуатувати виробничі об'єкти.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».
2. ДСТУ 8828-2019 «Пожежна безпека. Загальні вимоги».

**УДК 614.835**

## **ОЦІНКА АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА АВАРІЙ У РЕЗЕРВУАРАХ ДЛЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ**

***Н.О. Ференц**, канд. техн. наук, доцент,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Підприємства, де знаходяться резервуари для нафти і нафтопродуктів належать до об'єктів підвищеної небезпеки. Пожежі в резервуарах та резервуарних парках є складними і масштабними, ліквідовуються з великими труднощами, наносять значні збитки, забирають людські життя. Відома пожежа, що виникла 8 червня 2015 року на нафтобазі "БРСМ-Нафта" під Києвом, яку гасили понад 8 днів. В результаті ліквідації пожежі 6 осіб загинуло, з яких 4 пожежники і 18 осіб травмовано. В Дір-Парку штаті Техас 17 травня 2019 року виникла пожежа на складі нафтопродуктів, яку не могли загасити декілька днів. Пожежа призвела до викиду токсичних хімічних речовин у повітря та водойми. 7 осіб отруїлося продуктами горіння. 21 червня 2019 року на нафтопереробному комплексі у Філадельфії США виникла масштабна пожежа, яка призвела до травмування 5 працівників. З пожежею не могли впоратися більше 8 годин [1].

Підвищення пожежної безпеки об'єктів зберігання нафти та нафтопродуктів – важлива складова забезпечення населення від загроз техногенного характеру.

**Мета роботи** – оцінка аварійних ситуацій і аварій в резервуарних парках складів нафти і нафтопродуктів.

Виходячи з досвіду аварійності на об'єктах зберігання нафтопродуктів та фізико-хімічних властивостей легкозаймистих та горючих рідин, найбільш типовими наслідками аварій в резервуарах та резервуарних парках є пожежі розливу нафтопродуктів, пожежі і вибухи в резервуарах, горіння пари бензину у відкритому просторі, «вогненні кулі» при пожежах на автомобільних цистернах з бензином при тривалому перебуванні автоцистерни у відкритому полум'ї. Уражувальні чинники таких аварій – ударна хвиля, теплове випромінювання і гарячі продукти горіння, відкрите полум'я і нафтопродукти, що горять, токсичні продукти горіння, уламки зруйнованого устаткування, обвалення будівель і конструкцій [2].

Одним із варіантів аварії є утворення вибухонебезпечної зони. Вибухонебезпечна зона – це гіпотетична можлива просторова зона, всередині якої під час виникнення або розвитку аварії можливе існування горючих парів при концентраціях, що перевищують концентрацію на нижній межі розповсюдження полум'я. Залежно від конкретних умов можливе утворення вибухонебезпечних зон різних типів: 1 – стаціонарні зони з практично постійними розмірами, які утворюються при тривалому випаровуванні горючих речовин з розливів чи при тривалому витіканні парів з постійною швидкістю; 2 – нестаціонарні зони, що утворюються при миттєвому залповому викиді парогазової фази з обладнання і характеризуються дрейфом вибухонебезпечних хмар; 3 – зони, які утворилися в результаті комбінації двох перших типів.

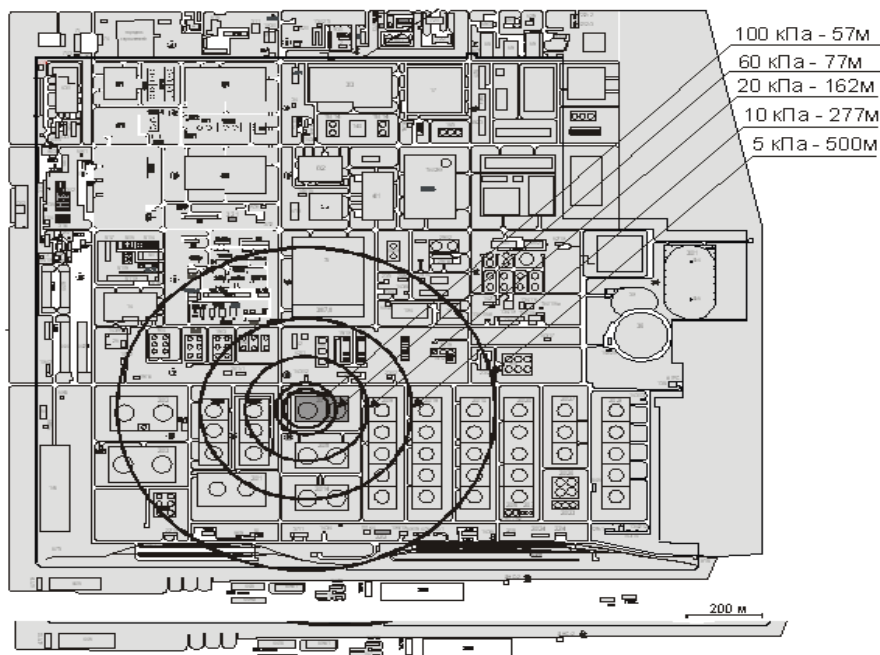
На практиці час формування вибухонебезпечної зони обмежений часом зустрічі хмари горючої пари з джерелом запалювання. Якщо джерело запалювання з'являється на ранній стадії формування вибухонебезпечної хмари, то небезпека його характеризується детонаційним згоранням і «вогненною кулею».



Для оцінки кількості нафтопродукту у викиді розглядався найбільш небезпечний варіант руйнування резервуара [2]. При цьому враховувався, як вміст резервуара, який зруйнувався, так і надходження нафтопродукту прямим та зворотнім потоком за час перекриття запірної арматури. При визначенні маси речовини, яка бере участь в утворенні вибухонебезпечної зони, враховувалась маса парової фази, яка була викинута з резервуара і маса парової фази, яка випарувалась з розливу протягом 5 хвилин. При визначенні маси речовини, яка бере участь у вибуху, приймали, що вона дорівнює 0,1 від маси парогазової фази, яка бере участь в утворенні вибухонебезпечної зони. При оцінці кількості рідини, яка випарувалась, передбачалось, що викид відбувається на суху, рівну забетоновану поверхню при найбільш несприятливих погодних умовах (швидкість вітру 1 м/с, температура повітря 29,1 °С). Маса речовини, що бере участь у вибуху всередині обладнання, приймалась рівна масі пари стехіометричної концентрації в її повному об'ємі. При визначенні маси речовини, яка бере участь в пожежі розливу приймалась, що вона дорівнює масі викиду.

Згідно з результатами розрахунків, можлива вибухопожежонебезпечна зона, яка утворюється при руйнуванні резервуара та викиді бензину на відкритому майданчику в резервуарному парку нафтопродуктів підприємства може поширитися на відстань до 500 метрів від місця викиду. Викид бензину відбувається при 29 °С; швидкості вітру – 1 м/с; стан атмосфери – інверсія. Маса бензину, яка бере участь в аварії – 2,7 тонни.

Зони дії уражувальних факторів ударної хвилі вибуху парогазової фази в резервуарах для зберігання бензину зображені на рис.1.



**Рисунок 1** – Зони дії уражувальних факторів ударної хвилі вибуху парогазової фази в резервуарах для зберігання бензину

Як показано на рис. 1, зона повних руйнувань і смертельного ураження персоналу – 57м, зона отримання травм різного ступеня важкості – 162 м, а безпечна відстань більша – 500 м.

**Висновок.** У роботі проведено аналіз можливих аварійних ситуацій і аварій в резервуарах для нафти і нафтопродуктів, зокрема, утворення можливої вибухонебезпечної зони, вибуху парогазових хмар, пожежі розливу і розповсюдження хмар токсичних речовин. Обчислено зони дії надлишкового тиску вибуху та вибухонебезпечної зони.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [https://jdmi.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/01/Zemlianskyi\\_JDMI\\_2\\_2019.pdf](https://jdmi.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/01/Zemlianskyi_JDMI_2_2019.pdf).
2. Ференц Н.О. Прогнозування аварійних ситуацій і аварій на дільниці риформінгу нафтопереробного підприємства / Н.О. Ференц, С.О. Ємелянєнко // Зб. наук. Праць «Пожежна безпека». – Львів: ЛДУ БЖД, 2010. №16. – С.71-77.
3. ДСТУ 8828-2019. Пожежна безпека. Загальні положення.

**УДК 614.841.2**

### **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖАХ У ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ З ІНКЛЮЗИВНИМИ ГРУПАМИ**

*Д.В. Харишин, канд. техн. наук, О.В. Хлевною*  
*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Інклюзивне навчання — система освітніх послуг, гарантованих державою, що базується на принципах недискримінації, врахуванні багатоманітності людини, ефективного залучення та включення до освітнього процесу всіх його учасників.

10 квітня 2019 року Кабінет Міністрів України Постановою №530 затвердив Порядок організації діяльності інклюзивних груп у закладах дошкільної освіти [1]. Відповідно до цього Порядку, для забезпечення ефективності освітнього процесу в інклюзивних групах кількість дітей з особливими освітніми потребами має становити не більше трьох осіб, зокрема: одна-три дитини з числа дітей з порушеннями опорно-рухового апарату, із затримкою психічного розвитку, зниженим зором, слухом, легкими інтелектуальними порушеннями тощо; не більше двох осіб з числа дітей сліпих, глухих, з важкими порушеннями мовлення тощо; не більше однієї дитини із складними порушеннями розвитку. В

свою чергу, адміністрація закладу дошкільної освіти за умови утворення інклюзивної групи має забезпечити в установленому законодавством порядку приведення території закладу, будівель та приміщень у відповідність із вимогами державних будівельних норм щодо закладів дошкільної освіти та інклюзивності.

Керівним документом, у якому визначено основні вимоги до проектування та реконструкції будівель дошкільних закладів освіти різних рівнів та форм власності є ДБН В 2.2.4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти». У цьому документі встановлено вимоги до евакуаційних шляхів і виходів та до чисельності груп. При цьому не враховано можливості перебування в групах дітей з обмеженими можливостями.

У грудні 2018 року на Всеукраїнській нараді зі створення безперешкодного середовища під головуванням Президента України Петра Порошенка у Міністерстві регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України було презентовано нові державні будівельні норми щодо доступності – ДБН В.2.2-40:2018 “Інклюзивність будівель і споруд”. У цих нормах прописано усі вимоги до організації будівель та споруд, зокрема до входів та шляхів руху, а також для горизонтальних та вертикальних комунікацій [2].

Наприкінці 2019 року було затверджено остаточну редакцію ДСТУ 8828:2019 «Пожезна безпека. Загальні положення». В цьому стандарті прописано усі параметри для розрахунку часу евакуації людей із приміщень різного призначення. Згідно затвердженої методики швидкість руху евакуаційних потоків залежить від таких параметрів, як густина потоку та швидкість руху потоку.

Густина потоку визначається наступною залежністю:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (1)$$

де:  $N_1$  – кількість людей на першій ділянці, люд.;

$f$  – середня площа горизонтальної проекції людини,  $\text{м}^2/\text{люд.}$ , що приймається відповідно до таблиць, визначених у ДСТУ 8828:2019;

$b_1$  – ширина першої ділянки шляху, м.

Швидкість  $V_1$  руху людського потоку на ділянках шляху, наступних після першого, приймають у залежності від інтенсивності руху людського потоку по кожній із цих ділянок шляху, яку обчислюють для всіх ділянок шляху, у тому числі і для дверних прорізів, за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (2)$$

Табличні дані для обчислення значень швидкості та інтенсивності руху потоку визначені для 4-х груп мобільності, визначених згідно ДБН В.2.2-40:2018: М2 – німці, мобільність яких знижена через старіння організму; інваліди на протезах; інваліди з вадами зору, що користуються білою тростиною; люди з психічними відхиленнями; М3 – інваліди, що використовують при русі додаткові опори (милиці, ціпки); М4 – інваліди, що пересуваються на кріслах-колясках, які приводяться в рух вручну.

Як бачимо, на розрахунковий час евакуації мають суттєвий вплив такі параметри, як середня площа горизонтальної проекції людини, а також група мобільності.

Варто зауважити, що у ДСТУ 8828:2019 запропоновано для використання у розрахунках такі варіанти площ горизонтальних проекцій для дорослих людей:

- площа горизонтальної проекції дорослої людини в літньому одязі –  $0,1 \text{ м}^2/\text{люд.}$ ;
- площа горизонтальної проекції дорослої людини в весняно-осінньому одязі –  $0,113 \text{ м}^2/\text{люд.}$ ;
- площа горизонтальної проекції дорослої людини в літньому одязі –  $0,125 \text{ м}^2/\text{люд.}$

Також передбачено значення площ горизонтальної проекції дітей і підлітків (таблиця 1)

Таблиця 1

Площі горизонтальної проекції дітей і підлітків

Тип одягу	Вікові групи		
	Молодша до 9 років	Середня 10 – 13 років	Старша 14-16 років
домашній одяг	0,04	0,06	0,08
домашній одяг зі шкі- льною сумкою	0,07	0,10	0,14
вуличний одяг зі шкі- льною сумкою	0,09	0,13	0,16

Окрім того, визначено площі горизонтальних проекцій дорослих людей з різними видами вантажу (і в цьому випадку діти віком до 6 років розглядаються як вид вантажу), а також площі горизонтальної проекції людей з обмеженою мобільністю, м<sup>2</sup>/ос. [3]

Всі ці розрахункові дані було отримано при розробці методик швидкостей евакуації багато років тому, коли питанням інклюзивності не приділялося значної уваги.

Станом на сьогодні сучасні інформаційні технології дозволяють здійснювати комп'ютерне моделювання евакуаційних потоків із врахуванням індивідуальних особливостей кожної людини, що дозволяє отримати значно кращу точність розрахунків. Яскравим прикладом такого програмного продукту є Pathfinder, де передбачено можливість визначення часу евакуації та часу існування скупчень відповідно до індивідуально-потокової моделі руху.

Необхідно відзначити, що, виходячи із таких широких можливостей використання сучасних комп'ютерних технологій, у стандартах слід приділити більше уваги питанням евакуації дітей віком до 6 років з особливими потребами. Відтак, визначення значень площі горизонтальної проекції дітей з різними особливими потребами, а також дослідження швидкостей їх руху та впливу їх присутності на значення інтенсивності руху загальних потоків є актуальним технічним і науковим завданням, що потребує подальших експериментальних та теоретичних досліджень.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Постанова КМУ №530 про Порядок організації діяльності інклюзивних груп у закладах дошкільної освіти.
2. ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд"
3. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

**УДК 614.841.2**

### **ОСОБЛИВОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ІЗ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ УМОВНОЮ ВИСОТОЮ ДО 26,5 М ТА ЗАГАЛЬНОЮ ПЛОЩЕЮ КВАРТИР НА ПОВЕРСІ ДО 500 М<sup>2</sup>**

*Д.В. Харишин, канд. техн. наук, О.В. Хлевной*  
*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Наприкінці 2019 року було затверджено остаточну редакцію ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». В цьому стандарті прописано усі параметри для розрахунку часу евакуації людей із приміщень різного призначення.

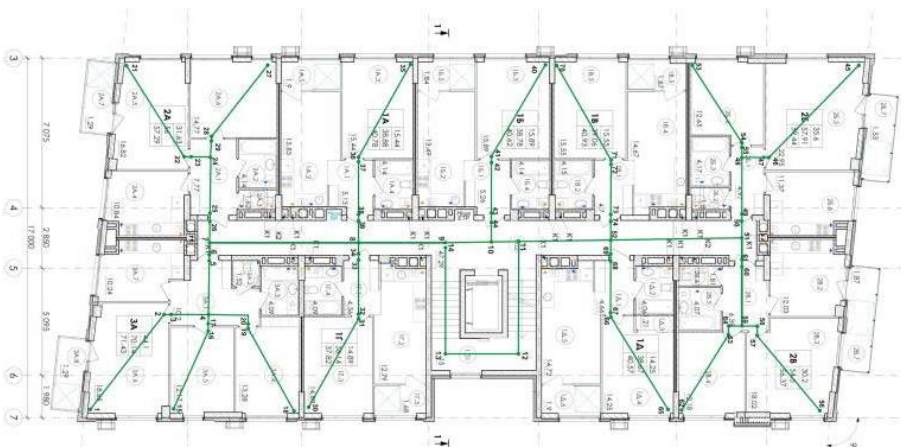
Розрахунки часу евакуації з багатоповерхових житлових будинків показують, що сходові клітки є місцями формування скупчень при злитті евакуаційних потоків. При цьому під час евакуації через незадимлювані сходові клітки загальний час евакуації мешканців не береться до уваги, а достатньою умовою безпеки є вихід поверху у безпечну зону. Єдина вимога – сумарний час існування скупчень не повинен перевищувати 6 хв. Якщо ж евакуація відбувається через сходові клітки типу СК1 та СК2, час руху через сходову клітку, безсумнівно, потрібно брати до уваги.

Згідно п. 8.10 ДБН В.2.2-15:2019 у житлових будинках з умовною висотою до 26,5 м включно та при загальній площі квартир на поверсі до 500 м<sup>2</sup> квартири можуть мати вихід в одну сходову клітку типу СК1, СК2 (з урахуванням 5.36 ДБН В. 1.1-7) або

Н1, Н2, Н3, Н4. З третього поверху і вище таких будинків слід проектувати другий евакуаційний вихід з кожної квартири, за який може бути прийнятий, зокрема, вихід з квартири на балкон, лоджію з суцільним (без прорізів) простінком завширшки не менше 1,2 м між торцем балкона (лоджії) та прорізом, який виходить на балкон (лоджію), або не менше 1,6 м між прорізами. Ширина балкона (лоджії) повинна становити не менше 1,2 м[1].

Отже, при розрахунку евакуації із таких будинків необхідно забезпечити евакуацію усіх мешканців 1-2 поверхів назовні до моменту блокування евакуаційних шляхів небезпечними факторами пожежі.

Спробуємо проаналізувати розрахунок часу евакуації мешканців на прикладі проекту будинку умовною висотою 26,5 м (9 поверхів) та загальною площею квартир на поверсі 486 м<sup>2</sup>, в якому житлові квартири запроектовані на 1-9 поверхах. На кожному поверсі такого будинку передбачено по 9 квартир – 5 однокімнатних, 3 двокімнатних та 1 трикімнатна (рисунок 1).



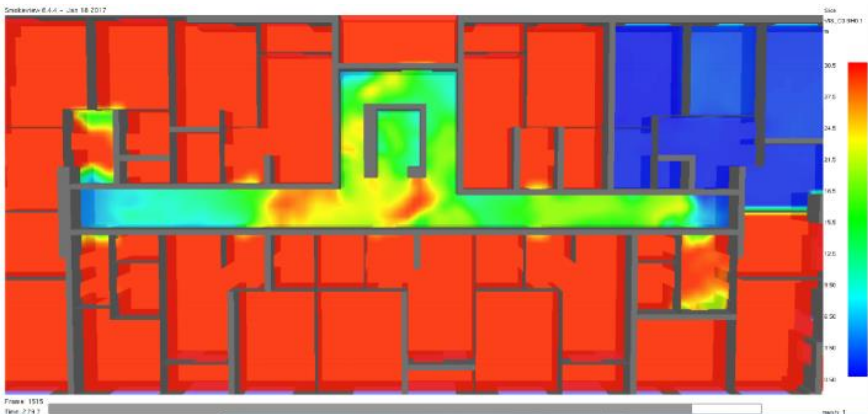
**Рисунок 1** – Розрахункова схема евакуації з типового поверху 9-поверхового будинку



Із врахуванням регламентованого ДСТУ 8828:2019 значень часу початку евакуації отримано наступні результати:

При виникненні пожежі на 1-му або 2-му поверхах Час евакуації усіх мешканців 2-го поверху назовні без врахування злиття із потоком людей, що евакуюються із 1-го поверху становитиме 187 с, а із врахуванням злиття із потоком людей, що евакуюються із 1-го поверху – 212 с.

Після цього, використавши FireDynamicsSimulator (FDS), визначимо час блокування сходової клітки небезпечними факторами пожежі. За результатами моделювання можна зробити висновок, що найшвидше відбудеться блокування сходової клітки за ознакою зниження видимості – 279 с (рисунок 2).



**Рисунок 2** – Видимість при пожежі на типовому поверсі станом на 279 с.  
(Блокується вихід на сходову клітку)

Отже, отримані результати дають можливість зробити висновок, що безпечна евакуація усіх мешканців 1-2 поверхів назовні забезпечена і будинок запроектовано у відповідності до вимог ДБН В.2.2-15:2019.

Проте є одне «але». Під час проведення цього розрахунку було прийнято до уваги умову, за якої усі мешканці 3-9 поверхів не здійснюють евакуації через сходову СК1, а використовують виходи на балкони (лоджії). В реальному житті такий сценарій є

дуже мало ймовірним. Очевидно, що частина мешканців розташованих вище поверхів намагатиметься евакуюватися назовні через СК1. При цьому на сходовій клітці відбудеться злиття евакуаційного потоку людей, що евакуюються із 2-го поверху із потоком мешканців 3-9 поверхів, що супроводжуватиметься утворенням скупчень та зменшенням швидкості руху. Якщо поррахувати час евакуації потоку людей з 2-го поверху із врахуванням того, що одночасно з ними будуть евакуюватися також мешканці 3-го та 4-го поверхів, то час руху від найвіддаленішої точки 2-го поверху до виходу назовні будинку становитиме 262 с. При цьому умова безпечної евакуації  $t_p \leq 0.8 t_{\text{бл}}$  задовольнятися не буде [2].

Проведений розрахунок дає більше запитань, ніж відповідей. Очевидно, питання евакуації мешканців із багатоповерхових житлових будівель потребують подальших експериментальних та теоретичних досліджень, а норми, що регламентують евакуації – конкретизації.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення».
2. ДСТУ 8828:2019 «Пожезна безпека. Загальні положення».

УДК 331.45

## ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ Й ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС КАРАНТИНУ

*А.П. Щербакова, інженер з охорони праці, викладач  
ВП НУБіП України  
“Ірпінський економічний коледж”*

Сьогодні, як ніколи, актуальною є тема пожежної безпеки та надзвичайних ситуацій в Україні та світі. Адже в умовах карантину та надзвичайної ситуації усім суб'єктам господарювання, зокрема й тим, які призупинили свою діяльність, необхідність посилити протипожежний режим на підприємстві.

За пожежну безпеку на підприємстві відповідає його власник і керівник .

Пожежну безпеку на підприємстві забезпечують такими основними компонентами виробництва:

- технічною системою — передбачає надійність обладнання, використання безпечних технологій, визначає обсяг вибухо-пожежонебезпечних речовин, проектні рішення, впровадження систем виявлення і гасіння пожеж, розміщення обладнання тощо;
- персоналом, його підготовкою, забезпеченням регламентами й правилами роботи;
- системою управління.

Управління пожежною безпекою досягається зміною стану приміщень, обладнання, виробничих процесів — наприклад, їх слід перевести в менш небезпечний стан.

Щоб утримувати приміщення та будівлі у необхідному пожежобезпечному стані, рекомендовано:

- усувати порушення пожежної безпеки, зазначені у відповідних приписах Державної служби України з надзвичайних ситуацій;

– організовувати та проводити позапланові протипожежні інструктажі щодо дотримання протипожежного режиму в умовах карантину;

– не захарашувати шляхи евакуації та евакуаційні виходи;  
– не допускати, щоб працівники користувалися електроприладами, електрообладнанням з порушенням правил їхньої експлуатації;

– розміщувати горючі матеріали на відстані не менше ніж 0,5 м від світильників і 1 м від електроустановок;

– не відключати (навіть тимчасово) системи протипожежного захисту — пожежну сигналізацію, димовидалення, оповіщення тощо;

– в усіх приміщеннях, які після закінчення роботи замикають і які не контролює черговий персонал, з усіх електроустановок і електроприладів, а також з мереж їх живлення необхідно відключити напругу. Виняток — чергове освітлення, протипожежні та охоронні установки, а також електроустановки, що за вимогами технології працюють цілодобово;

– особливу увагу приділяти огляду приміщень перед тим, як їх зачиняти;

– не зберігати горючі матеріали на шляхах евакуації;  
– розробити або оновити необхідну організаційно-розпорядчу документацію — наказ про посилення протипожежного режиму на період карантину; наказ про перелік і порядок огляду приміщень після закінчення робочого дня; інструкцію про заходи пожежної безпеки у приміщеннях, де розміщені віддалені робочі місця.

Аби забезпечити взаємодію з оперативно-рятувальною та іншими службами цивільного захисту, орган управління цивільного захисту підприємства зобов'язаний:

– визначити взаємодіючі органи управління і сили;  
– організувати надійний зв'язок взаємодії та обмін оперативними групами;

- забезпечити взаємний обмін інформацією про обстановку, що склалася, і подальші дії;
- визначити порядок всебічного забезпечення спільних заходів і взаємного надання допомоги транспортними, інженерними, матеріальними, технічними й іншими засобами;
- розробити план взаємодії;
- забезпечити оперативне залучення сил і засобів між органами управління цивільного захисту та відповідними територіальними органами й службами, встановити порядок оповіщення і взаємодії;
- довести до підлеглих та взаємодіючих органів управління і сил вимоги щодо порядку оповіщення, управління, зв'язку й обміну інформацією;
- установити відповідальність керівників підпорядкованих структурних підрозділів за організацію взаємодії під час розв'язання ними конкретних завдань;
- вжити усіх можливих заходів, щоб підтримувати безперервну взаємодію з підпорядкованими та взаємодіючими органами управління і силами, негайно відновлювати взаємодію у разі її втрати.

До сил цивільного захисту належать:

- оперативно-рятувальна служба цивільного захисту
- аварійно-рятувальні служби
- формування цивільного захисту
- спеціалізовані служби цивільного захисту
- пожежно-рятувальні підрозділи
- добровільні формування цивільного захисту

На кожному підприємстві мають бути відомості про наявність основних сил і засобів для реагування на можливі надзвичайні ситуації в районі розміщення підприємства.

Аби взаємодія органів управління, аварійно-рятувальних служб, адміністрації, сил цивільного захисту була своєчасною і чіткою, необхідно вживати спільних заходів за планами, які розробляють на місцевому рівні, проводити спільні тренування і заняття тощо.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Запорожець О.І., Протосерейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
2. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009. – 295 с.
3. <http://www.dsp.kiev.ua> – Офіційний сайт Держслужби з питань праці.
4. <http://www.mon.gov.ua><http://www.dsns.gov.ua> - Офіційний сайт служби з надзвичайних ситуацій України.

---

## Секція 2. Системи протипожежного захисту та профілактика електроустановок

---

УДК 614.8

### АНАЛІЗ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ

*Ю.А. Абрамов, докт. техн. наук, проф., Я.Ю. Кальченко  
Національний університет цивільного захисту України*

Швидкість прибуття пожежних підрозділів на пожежу значно залежить від швидкості передачі сигналу про пожежу. У випадках, коли на об'єкті встановлена система протипожежного захисту, пожежні підрозділи отримують сигнал у автоматичному режимі, що дозволяє знизити збитки від пожежі та врятувати життя людей. Елементом системи протипожежного захисту, що відповідає за виявлення пожежі, є тепловий пожежний сповіщувач. Внаслідок того, що нормативними документами України не визначні вимоги, щодо експлуатації сповіщувачів, вони не правильно експлуатуються та обслуговуються, що призводить до хибних спрацьовувань або взагалі до виходу їх з ладу.

Випробування теплових пожежних сповіщувачів є одним із важливіших етапів його експлуатації, оскільки вони проводяться після виготовлення сповіщувачів та на етапі експлуатації.

Випробування теплових пожежних сповіщувачів поділяються на стаціонарні та об'єктові. Як правило, стаціонарні випробування теплових пожежних сповіщувачів проводяться перед введенням в експлуатацію, а об'єктові на етапі введення в експлуатацію та технічного обслуговування.

Стаціонарні випробування згідно [1,2] проводяться у тепловому каналі та у спеціальних приміщеннях за допомогою тестових осередків пожеж. Тепловий канал складається з аеродинамічної

труби замкнутого типу, має горизонтальну робочу секцію, поперечний переріз якої є прямокутним. При цьому, необхідно передбачити можливість створення в трубі потоку гарячого повітря, температура якого може підвищуватися зі швидкістю від  $0,2 \text{ }^\circ\text{C/хв}$  до  $30,0 \text{ }^\circ\text{C/хв}$  із збереженням масової витрати, еквівалентного швидкості потоку повітря ( $0,80 \pm 0,04$ ) м/с при температурі  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Недоліками теплового каналу є несиметричний розподіл повітряного потоку і температури по поперечному перерізі замкнутого корпусу, що має, як правило, форму кільця, через різницю кутових швидкостей повітряного потоку і нерівномірної тепловіддачі стінки корпусу. Крім того, контакт створюваного повітряного теплового потоку зі стінкою корпусу, що знаходиться в прямому контакті з навколишнім середовищем, зумовлює високу різницю температури потоку від стінки корпусу до його середини в зоні вимірювань [3].

Іншим видом стаціонарних випробувань є вогневі випробування, які проводяться згідно з [4]. Випробування теплових пожежних сповіщувачів можливо лише трьома видами тестових пожеж (TF-1, TF-5, TF-6). Випробуванням піддаються не менше чотирьох сповіщувачів кожного типу. Випробування теплових пожежних сповіщувачів проводять в приміщенні з довжиною ( $10 \pm 1$ ) м, шириною ( $7 \pm 1$ ) м та висотою ( $4,0 \pm 0,2$ ) м. Стеля приміщення повинна бути горизонтальною, без виступів. Стіни, підлога і стелі мають бути оздоблені негорючими матеріалами. Недоліками при проведенні перевірки працездатності теплових пожежних сповіщувачів вогневими випробуваннями є неможливість здійснення випробування у місці встановлення сповіщувача, значний час проведення випробування та те, що значення параметрів теплового впливу не нормуються і можуть варіюватися у широкому діапазоні.

Об'єктові випробування теплових пожежних сповіщувачів поділяються на три класи. Випробування першого класу зводяться до того, що в конструкцію сповіщувача вводиться додатковий, найчастіше, механічний елемент, що дозволяє імітувати вплив зовнішнього сигналу на чутливий елемент сповіщувача. При дру-



тому класі випробувань приймальна станція в автоматичному режимі (або за запитом оператора) формує електричний сигнал, що викликає спрацьовування одного або групи сповіщувачів. Випробування третього класу виконуються невеликими камерами для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент сповіщувача в місці його встановлення, речовинами і матеріалами, що застосовуються для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент сповіщувача. Перші два класи випробувань здійснюються без визначення характеристик сповіщувача. На практиці, частіше всього, випробування теплових пожежних сповіщувачів виконуються за допомогою третього класу.

Нормативними документами, що діють на території України, не встановлена методика для проведення об'єктових випробувань. У технічній документації деяких ТПС виробники вказують, що об'єктові випробування теплових пожежних сповіщувачів необхідно здійснювати феном, що не відповідає сучасним вимогам технічного обслуговування сповіщувачів. Існуючі способи об'єктових випробувань та обладнання для їх здійснення приведені в [5]. Більш розповсюджені прилади представляють собою невеликі камери з потужним направленим джерелом тепла, що збільшує температуру повітря навколо сповіщувача. При проведенні випробування пристрій підносять до сповіщувача на мінімальну відстань або так, щоб він повністю оточував сповіщувач. До таких пристроїв відносяться «Теплотест-М», який є одним із найбільш поширених в Україні. Пристрій може застосовуватись для випробування максимальних, максимально-диференційних та диференційних пожежних сповіщувачів. Він має циліндричний корпус, в якому розташовані нагрівач, електронна плата керування з термочутливим елементом та вентилятор. На верхню частину корпусу встановлено ковпак, що утворює робочу область пристрою. Час проведення об'єктового випробування одного пожежного сповіщувача приладом «Теплотест-М» може скласти до 220 с, що є значним часом, враховуючи те, що на великих об'єктах встановлені сотні сповіщувачів. При цьому необхідно зазначити, що середній час роботи батареї приладу становить всього 3,5 години.

Недоліками об'єктових випробувань теплових пожежних сповіщувачів є:

- нормативними документами України не визначено методика проведення об'єктових випробувань, внаслідок чого, відсутнє обладнання, яке необхідно використовувати для їх проведення,
- при проведенні об'єктових випробувань перевіряється лише здатність сповіщувачів спрацьовувати при підвищенні температури навколишнього середовища, а технічні характеристики не вначаються;
- проведення випробувань займає багато часу, а під час їх проведення можливе виникнення похибки суб'єктивного характеру спричиненої діями оператора.

Із аналізу існуючих випробувань теплових пожежних сповіщувачів, витікає, що найбільше опрацьовані методи, що основані на визначенні їх часу спрацьовування. У діючих нормативних документах приведені методи випробувань теплових пожежних сповіщувачів, що зводяться до визначення їх часу та температури спрацьовування, при цьому інші динамічні характеристики сповіщувача не визначаються.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 54-5:2003. Видання. Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові. (EN 54-5: 2000, IDT). Київ, 2004. 162 с.
2. ГОСТ Р 53325-2012. Издание. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. Москва, 2012. 270 2с.
3. Камера для испытаний пожарных извещателей: пат. 2168214 Российская Федерация. №99118326/09; заявл. 20.08.1999; опубл. 27.05.2001.
4. ГОСТ Р 53325-2012. Издание. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. Москва, 2012. 270 с.

5. Теплові пожежні сповіщувачі та їх випробування / Ю.О. Абрамов, Я.Ю. Кальченко. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – 120 с.

**УДК 614.84: 621.311.22**

## **НЕБЕЗПЕКА ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

*О.Ф. Бабаджанова, канд. техн. наук, доцент, А.В. Пузанова,  
магістр*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Останнім часом спостерігається збільшення великих аварій і пожеж на об'єктах електроенергетики, що супроводжуються значним матеріальним збитком, загибеллю і травмами людей. Згідно зі статистичними даними більшість пожеж відбуваються на теплоелектростанціях (ТЕС). Наприклад, в березні 2013 року на Вуглегірській ТЕС у місті Світлодарську Донецької області сталася пожежа. Вогнем повністю знищено чотири енергоблоки станції, зруйновані турбіни, обвалилась покрівля, загинув 1 робітник і 13 робітників одержали травми різного ступеню тяжкості. Робота станції була припинена [1].

Основну частину електричної енергії (до 80 %) виробляють на теплових електростанціях, де одержується і використовується пара, яка сприяє обертанню турбіни (за винятком невеликого її відбору для підігріву води). Теплова електростанція виробляє електричну енергію за рахунок перетворення хімічної енергії палива (вугілля, газу, мазуту тощо) на механічну енергію обертання вала електрогенератора [2].

Полум'я нагріває воду у тонких трубках, якими покриті зсередини стінки котельної топки. Розжарені топкові гази спрямовуються по димоходу, зустрічаючи на своєму шляху кип'ятильні

труби. У них нагріта полум'ям вода перетворюється на пару. Високий тиск і температура пари перетворюють його потенційну енергію на кінетичну енергію обертання ротора турбіни. Чим вищі температура і тиск пари на вході в турбіну і чим нижчі вони на виході, тим більше енергії пари використовує турбіна. Пара після проходження через парову турбіну конденсується і знову трансформується у воду, яка потрапляє у паровий котел.

Разом із турбіною обертається ротор електрогенератора і в останньому відбувається перетворення кінетичної енергії обертання на електричну енергію шляхом внутрішніх електромагнітних процесів у генераторі. Коли з генератора передається електроенергія, то її напруга є досить низькою – 16-20 кВ. Вироблена генератором електроенергія надходить на трансформатор, де з 16 кВ підвищується до 330 кВ. Тому що піднімання напруги зменшує втрати електроенергії. Трансформатор загалом – це пристрій, елемент електричної мережі, який дозволяє їй функціонувати [2].

ТЕС відносяться до об'єктів, що мають істотне пожежне навантаження. Крім великої кількості горючих речовин, паливо- і маслопроводів, присутня пожежна небезпека, пов'язана з електрокабелями: горюча і важкогорюча ізоляція, прогрівання електрокабелів по всій довжині, наявність розгалуженої мережі і великої кількості кабельних трас.

Згідно [3] місцями виникнення пожеж на ТЕС є: трансформатори (30%), генераторні зали (15%), системи масляного змащування (7%), кабельні канали, газові турбіни (3%). Близько 90% великих аварій на ТЕС викликані відмовами в роботі обладнання і супроводжуються пожежею, 10% є наслідком ушкоджень будівельних конструкцій. На частку аварій, які сталися в машинних відділеннях, припадає 72% від загального їх числа, в котельних відділеннях - 23% і в кабельних тунелях - близько 5%.

Зони, в яких зосереджене основне пожежне навантаження: машинний зал; маслосистеми; котельний цех; кабельне господарство; трансформатори.

Машинний зал - місце зосередження найбільшого пожежного навантаження. Тут є системи змащення генераторів, машинне масло; електроізоляція обмоток генераторів та іншої електронної апаратури і пристроїв. Пожежі в машинних залах в основному пов'язані з порушеннями цілісності систем змащення і регулювання турбоагрегатів, які містять масло. Для енергоблоків потужністю 300 МВт обсяг маслосистеми сягає 47 м<sup>3</sup>. Масло в системах знаходиться під тиском: у системах змащення підшипників і ущільнень турбогенераторів – 0,3-0,4 МПа, в системах регулювання турбоагрегату – 4 МПа. Використовується нафтове турбінне масло з температурою займання 180 °С. Маслосистеми розташовуються в безпосередній близькості до гарячих поверхонь турбін і джерел іскроутворення, і будь-яке їхнє пошкодження може призвести до пожежі [3].

Прояви небезпек, притаманних обладнанню теплоелектростанції, можливі за умови [4]:

- витоків/викидів природного газу у разі порушення герметичності обладнання, що призводить до утворення вибухонебезпечних сумішей природного газу з повітрям на відкритому майданчику підприємства або в приміщеннях котельного відділення;
- згасання факела в топці котла за триваючої подачі природного газу в його пальники, що призводить до утворення вибухонебезпечної суміші природного газу з повітрям в топці котла (небезпека вибуху), загазованості приміщень котельні;
- витоків/викидів турбінного масла в разі порушення герметичності маслосистеми турбіни або цілісності місткості з ним, що призводить до утворення пожежонебезпечного виливу турбінного масла в приміщеннях турбінного відділення, центрального складу або на відкритому майданчику підприємства (небезпека пожежі проливу),
- витоків/викидів трансформаторного масла в разі порушення цілісності маслонаповнених одиниць обладнання,

що призводить до утворення пожежонебезпечного вливу трансформаторного масла в приміщеннях електроцеху (небезпека пожежі проливу).

Основною причиною виникнення коротких замикань в електрокабелях найчастіше є перенапруження електромережі, порушення ізоляції струмопровідних частин внаслідок її старіння, механічного пошкодження в процесі монтажу і експлуатації або впливу вологи і агресивних середовищ.

Під час пошкодження масляних систем змащення вогонь швидко поширюється по всіх майданчиках, збірниках масла. Трансформатори і вимикачі розподільних пристроїв встановлені на фундаменти, під якими розміщені маслоприймачі, з'єднані з аварійними ємностями. У кожному трансформаторі міститься до 100 тонн масла. При короткому замиканні внаслідок впливу електричної дуги на трансформаторне масло відбувається його розкладання на горючі гази, як результат – вибухи: руйнування трансформаторів, розтікання палаючого масла.

Пожежі з приміщень, де встановлені трансформатори, можуть поширюватися в кабельні канали або тунелі. В разі пошкодження трубопроводів систем змащення масло під високим тиском може виходити і утворювати палаючий факел, який за нетривалий час призведе до деформації і обвалення металевих ферм і металоконструкцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zn.ua/UKRAINE/pozhar-na-uglegorskoj-tes-potushili-spustya-13-chasov-119723.html>.

2. Мілих В.І. (2016) Електропостачання промислових підприємств: Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей. Харків: ФОП Панов А. М., 272 с. Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/44625/2ЕПП/.pdf>

3. Белов В.В., Пергаменщик Б.К. (2013) Крупные аварии на ТЭС и их влияние на компоновочные решения главных корпусов.

Вестник МГСУ, 4, 61–69. Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/krupnye-avarii-na-tes-i-ih-vliyanie-na-komponovochnye-resheniya-glavnyh-korpusov-1/viewer>.

4. Пузанова А.В., Бабаджанова О.Ф. (2020) Факторы опасности эксплуатации Одесской ТЭС. Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сб. материалов XIV международной научно-практической конференции курсантов (студентов), слушателей и адъюнктов (аспирантов, соискателей) ученых. В 2-х томах. Т. 1, 118-120. Минск: УГЗ.

**УДК 502/504**

## **МЕТОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА АМІАКОПРОВІДІ ТОЛЬЯТТІ – ОДЕСА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

*Н.Н. Біляєв, д.т.н., професор, Л.В. Амеліна, аспірантка  
Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
ім. В.А. Лазаряна*

В роботі розглядаються питання забруднення природного навколишнього середовища при аварійних викидах аміаку на аміакопроводі Тольятті – Одеса. Цей аміакопровод був повністю збудований у 1981р. Вище по трасі аміакопроводу розташовано 14 насосних станцій, які забезпечують необхідний тиск в системі. Одна з таких насосних станцій розташована поблизу с. Вовніги. Слід підкреслити думку експертів, що даний аміакопровід представляє вкрай небезпечний об'єкт з точки зору терористичних атак.

Аналіз літературних джерел, що присвячені аваріям на трубопроводах, дозволяє виділити наступні їх причини [1,2]:

– відмова обладнання;

– недотримання профілю і плану траншеї для прокладання трубопроводу;

– пошкодження при проведені земляних робіт;

– помилкові дії персоналу;

– дефекти труб, фланцевих з'єднань

– помилки при монтажі трубопроводу;

– корозія;

– просадка ґрунтів.

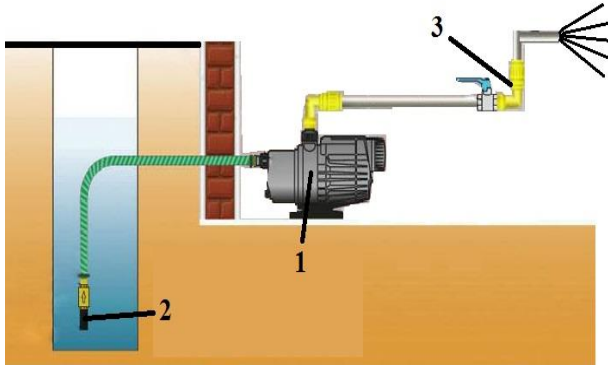
Слід підкреслити, що аміакопровід Тольятті – Одеса експлуатується протягом тривалого часу, тому ризик виникнення аварійних ситуацій на ньому дуже великий. Це пов'язано з тим, що, з часом, має місце пошкодження ізоляції, розвиток корозії, поява тріщин у зварних швах [2]. Крім цього, слід вказати, що прикрою рисою теперішнього часу є ризик терористичних актів на аміакопроводах.

Результати прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та підстильної поверхні показують, що у випадку аварійної емісії аміаку та при відсутності захисних дій будуть мати місце дуже негативні наслідки. Тому важливо розробляти та імплементувати методи мінімізації рівня аварійного забруднення навколишнього середовища. Для мінімізації рівня аварійного забруднення навколишнього середовища пропонується використання на території насосної станції, установки, що подає рідинну речовину в хмару аміаку. Пропонується подавати розчини сірчаної (сульфатної) кислоти  $H_2SO_4$ . Тоді при взаємодії кислоти та аміаку буде мати місце нейтралізація аміаку.

Суть методу полягає в наступному. На території насосної станції робиться підземне сховище з розчином кислоти. Для забору розчину зі сховища використовується насос. Далі, пропонуються два варіанти. Перший варіант – на виході з насосної установки є насадок, що обертається. Насадок конічного типу, щоб зробити компактний та дальнобійний струмінь. За рахунок того, що насадок може обертатися можливо подавати струмінь розчину

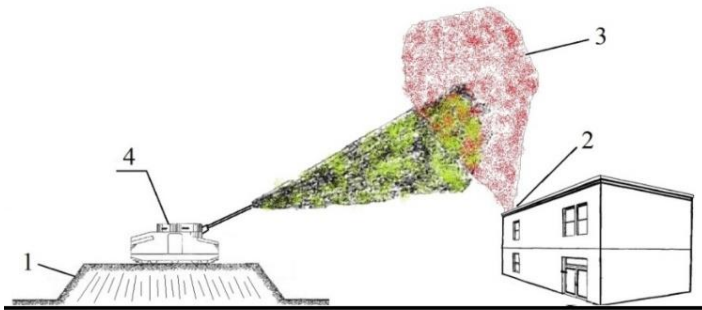


в різні ділянки території насосної станції, якщо при зміні напрямку вітру, буде зміна напрямку руху хмари аміаку (рис. 1).



**Рисунок 1** – Схема установки:  
1- насос; 2 – сховище з розчином; 3 – насадок

Другий варіант – всередині території насосної станції робиться вал (висота – порядку 2 м) на якому на рейки встановлюється рухома платформа. На цій платформі знаходиться насадок, що подає розчин нейтралізатора в точку, де має місце викид аміаку (рис. 2).



**Рисунок 2** – Схема подачі розчину: 1– вал; 2 – місце емісії аміаку;  
3 – хмара аміаку; 4 – рухома установка

Подача розчину до рухомої установки здійснюється шляхом використання гнучких трубопроводів. Для подачі розчину кислоти можна використовувати насоси для перекачки агресивних рідин, наприклад насос ЦНСк 500/30.

Для ілюстрації суті даного методу нейтралізації було проведено імітаційний експеримент на кафедрі «Гідравліка та водопостачання» Дніпровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Мандрик О.М. Екологічні та економічні наслідки аварій на магістральних газопроводах. *Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»*. 2013. №1(7). С.160-165.
2. Побережний Л.Я., Яворський А.В., Цих В.С., Станецький А.И., Грицанчук А.В. Підвищення рівня екологічної безпеки трубопроводних мереж нафтогазового комплексу України. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. 2017. №1. С. 24-31.

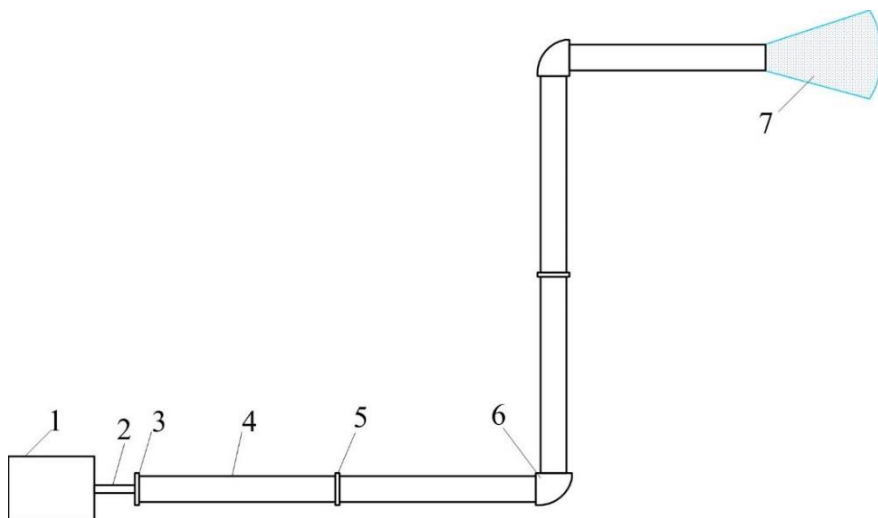
**УДК 614.843****ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СКЛАДНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ПОДАЧІ  
ВОДЯНОГО АЕРОЗОЛЮ**

*Д.П. Дубінін, канд. техн. наук, Є.М. Криворучко  
Національний університет цивільного захисту України*

Житлове будівництво являється однією з пріоритетних галузей народного господарства. Пріоритетним завданням під час будівництва і експлуатації житлових будівель для держави залишається забезпечення безпеки людей, які проживають в них та біля них. У сфері забезпечення пожежної безпеки, житлові будівлі обладнуються системами протипожежного захисту [1] та забезпечуються своєчасним прибуттям пожежно-рятувальних підрозділів (ділі ПРП) на випадок виникнення пожежі [2, 3]. В даний час найбільш перспективним та ефективним напрямком щодо використання води для цілей пожежогасіння є застосування засобів гасіння пожеж водяним аерозолем [4, 5]. Застосування водяного аерозолю дає можливість здійснювати гасіння пожеж переважно за рахунок розведення газового горючого середовища водяною парою, що утворюється під час випаровування краплин [6]. Відомі методи забезпечують ефективне гасіння пожежі лише у приміщеннях простої конфігурації, коли водяний аерозоль у вигляді дрібнодисперсного струменю направляється безпосереднього в осередок пожежі. В цьому випадку для гасіння пожеж у приміщеннях складної конфігурації виникає потреба у розподілі розпилювачів та пристроїв по всьому приміщенню. Також, руйнування окремого трубопроводу, по якому підводиться вода під високим тиском, в системі трубопроводів призводить до виходу з ладу практично всієї автоматичні системи пожежогасіння.

Враховуючи вище наведене в роботі буде розглянуто застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії при подаванні водяного аерозолю через трубопровід складної

конфігурації. Експериментальні дослідження проводилися за допомогою установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії [7] за схемою, що наведена на рисунку 1.



**Рисунок 1** – Схема проведення експериментального дослідження установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії: 1 – установка пожежогасіння періодично-імпульсної дії; 2 – ствол установки; 3 – місце з'єднання ствола установки з трубою ПВХ; 4 – труба ПВХ діаметром 160 мм; 5 – місце з'єднання труб ПВХ; 6 – кутове коліно зовнішнє; 7 – струмінь рідини

Експериментальні дослідження проводилися у приміщенні за відсутності опадів і швидкості вітру та при температурі навколишнього середовища 14 °С. За допомогою труб ПВХ діаметром 160 мм було зібрано трубопровід складної конфігурації з поворотами, що відтворює канал системи вентиляції в житловому приміщенні. Довжина однієї труби ПВХ складала 2,0 м, а загальна довжина конструкції складала 10 м. В один кінець конструкції було вставлено ствол установки пожежогасіння, а інший кінець трубопроводу сполучався з атмосферою. Подання води до установки

здійснювалося з витратою рідини 5,5 л/хв. При цьому, дослідження проводилися за двох умов, а саме труба ПВХ на кінці складної конструкції розташувалася у горизонтальному та у вертикальному положенні рис. 2.



а)



б)

**Рисунок 2** – Результати дослідження, щодо подавання вогнегасної речовини із складної конструкції: а) труба ПВХ у горизонтальному положенні; б) труба ПВХ у вертикальному положенні.

Отримані результати при проведенні досліджень дають підстави для застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії в житлових будівлях, а її тактичні можливості дозволять подавати водяний аерозоль на різну відстань через системи механічної вентиляції до осередку горіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
2. Довідник керівника гасіння пожежі: наукове виробниче видання / за заг. ред. В. С. Кропивницького. Київ. 2016. 320 с.
3. Дубінін Д.П. Дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель / Д.П. Дубінін, А.А. Лісняк // VII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». – 2017. – С. 60–62. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5065>.
4. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем // Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>.
5. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпилим водяним струменем / Д. П. Дубінін та ін. // Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 45. С. 41–47. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9027>. (дата звернення: 20.12.2019).
6. Дубінін Д. П. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою / Д. П. Дубінін, А. А. Лісняк // 20 Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». – 2018. – С. 172–175. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7474>.
7. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації / Д. П. Дубінін та ін. // Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10560>.

УДК 614.843

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНИХ ЗАСОБІВ  
ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ СМУГ***Д.П. Дубінін, канд. техн. наук, А.А. Лісняк, канд. техн. наук,  
доцент**Національний університет цивільного захисту України*

Потягом 9-ти місяців 2020 року у природних екосистемах виникло 1127 пожеж при цьому прямі збитки склали 12 млн. 414 тис. грн., а побічні збитки склали 301 млн. 838 тис. грн. На відкритих територіях виникло 56215 пожеж при цьому прямі збитки склали 68 млн. 847 тис. грн., а побічні збитки склали 3 млрд. 746 млн. 225 тис. грн. Також збільшення кількості пожеж зареєстровано на територіях: поза межами населених пунктів – на 37,5 % (18 792 проти 13 668); полігонів твердих побутових відходів – на 26,0 % (431 проти 342); підприємств, організацій, закладів – на 21,0 % (259 проти 214); населених пунктів – на 7,4 % (36 723 проти 34 198). Так, 30 вересня 2020 року у другій половині дня рятувальники Луганщини отримали повідомлення про загоряння сухої трави та підстилки лісу. Через сильний вітер пожежа набула швидкого поширення (орієнтовно площа склала більше 20 тис. га) і в зоні вогню опинилися понад 30 населених пунктів декількох районів області. На пожежі виявлено тіла 11 загиблих людей, ще 19 людей отримали травми різного ступеню тяжкості. Вогнем знищено орієнтовно понад 2000 будівель і споруд. Проблема збереження природних екосистем та відкритих територій від вогню в останні роки набуває особливої гостроти [1].

Під час боротьби з пожежами у природних екосистемах та на відкритих територіях застосовують такі прийоми гасіння, як: подавання вогнегасних речовин, збивання кромки пожежі хлопавками та засипання землею, випалювання лісового покриву біля опорної смуги та створення мінералізованих смуг по периметру пожежі. Створення мінералізованих смуг здійснюється за

допомогою спеціальної техніки (трактори, техніки лісових господарств, тощо), вибухової речовини, а також на першочерговому етапі гасіння застосування універсальних ручних засобів [2-6]. Створення мінералізованих смуг за допомогою універсальних ручних засобів є актуальним питанням, яке потребує розгляду та вирішення. Класифікація ручних засобів в залежності від призначення наведена в табл.1, а вигляд сучасних ручних засобів для створення мінералізованих смуг представлено на рис. 1 [7-8].

**Таблиця 1.**

Класифікація ручних інструментів для створення мінералізованої смуги в залежності від призначення

№ з/п	Призначення робіт	Назва ручного інструменту
1.	Копання	лопата (штикова, совкова), мотига, комбінований інструмент Горгі
2.	Скобління (вишкрібання)	граблі, цапка, граблі-мотига Мак-Леода, комбінований інструмент Горгі
3.	Рубка	топор Пуласкі, комбінований інструмент Горгі, кушоріз, кривий ніж для вирубки кушців
4.	Обприскування (подавання вогнегасних речовин)	ранцевий оприскувач,
5.	Гасіння пожежі методом закидання ґрунтом або збивання полум'я пожежі	лопата (штикова, совкова), хлопавка





**Рисунок 1** – Сучасні ручні засоби для створення мінералізованих смуг: а) топор pulaski; б) magnum pulaski; в) граблі McLeod; г) багатофункціональний інструмент Gorgui; д) універсальна лісова лопата; е) багатофункціональний інструмент Gorgui Classic

Розглядаючи наведені сучасні ручні засоби, можна зазначити, що для створення мінералізованої смуги необхідно застосування ручного багатофункціонального засобу, який буде поєднувати функції інших засобів, а саме копати, різати, рубати, розчищати рослинність. А комплектування пожежно-рятувальних автомобілів ручними засобами дозволить особовому складу пожежно-рятувальних підрозділів в найкоротший час створювати мінералізовані смуги для локалізації пожеж у природних екосистемах та на відкритих територіях.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 9 місяців 2020 р.  
URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/ua/Analitichni-materiali.html>.

2. Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами / А.М. Сиротенко, Д.П. Дубинин, К.В. Корытченко // Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 30. С. 234–241. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/729>.

3. The double charge explosion models of explosive gases mixture to create a fire barrier / D. Dubinin, A. Lisnyak // Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 41. С. 65–69. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/975>.

4. Математическое моделирование параметров взрыва объемно-шлангового заряда в пологе леса / С. В. Говаленков и др. // Системи обробки інформації. 2011. № 2 (92). С. 282–285. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/780>.

5. Исследование ширины противопожарного барьера, создаваемого взрывом топливовоздушных зарядов / Д. П. Дубинин, К. В. Корытченко // Чрезвычайные ситуации: образование и наук. 2014. 9(1). С. 21–25. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/744>.

6. Применение взрывного способа для борьбы с лесными пожарами / С. В. Говаленков, Д. П. Дубинин // Системи обробки інформації. 2009. № 2 (76). С. 135–139. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/767>.

7. Equipos profesionales para bomberos forestales. URL: <https://www.vallfirest.com>.

8. Стандарты и учебные материалы EuroFire. URL: <http://gfmc.online/wp-content/uploads/EuroFire-Standards-Training-Materials-RUS.pdf>.

**УДК 614.84****ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОХВИЛЬОВОГО RGB-ЛАЗЕРА  
ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ  
ЗАГОРЯНЬ***А.М. Катунін, канд. техн. наук, с.н.с.**Національний університет цивільного захисту України*

На даний час застосовуються різні способи виявлення загорянь та визначення напрямку для забезпечення пожежної безпеки об'єктів. Один з цих способів заснований на виявленні димових часток в оптичній камері із встановленими оптично ізольованими джерелом і приймачем інфрачервоного випромінювання [1]. У іншому лінійному способі виявлення загорянь реєструється зниження інтенсивності інфрачервоного випромінювання на трасі при виникненні загорянь [2]. При виникненні загорянь випромінювання ослаблюється внаслідок процесів поглинання та розсіювання, що призводить до зниження інтенсивності інфрачервоного випромінювання. Загальним недоліком цих способів є неможливість визначення напрямку загорянь [1,2].

Визначений недолік усувається у способі раннього виявлення та визначення напрямку загорянь [3]. В ньому випромінювання генерується, розповсюджується по заданій трасі, наприкінці траси відбивається від дифракційно відбивної поверхні. При цьому значна частина енергії відбитого випромінювання зосереджується у вузьких кутових секторах (максимумах просторово-неоднорідного розподілу інтенсивності відбитого випромінювання). За визначеними напрямками відбиття випромінювання (максимумами просторово-неоднорідного розподілу) розташовуються приймальні пристрої для аналізу прийнятого сигналу. Оцінювання рівня прийнятих сигналів на кожному з напрямків дозволяє здійснювати виявлення та визначення напрямку загорянь. Однак даний спосіб характеризується неможливістю здійснення виявлення та визначення напрямку за-

горянь в складних погодних (туман, сніг, дощ) без підвищення потужності лазера. Таким чином, виникає завдання вдосконалення існуючого способу з метою реалізації можливості застосування в складних погодних умовах (туман, сніг, дощ) без підвищення потужності лазера.

Дане завдання пропонується вирішити шляхом введення багатохвильового RGB-лазера замість лазера с однією довжиною хвилі. RGB-лазер характеризується можливістю генерації оптичного випромінювання на декількох довжинах хвиль та дозволяє в залежності від погодних умов використовувати в оптичне випромінювання з найбільшим коефіцієнтом пропускання.

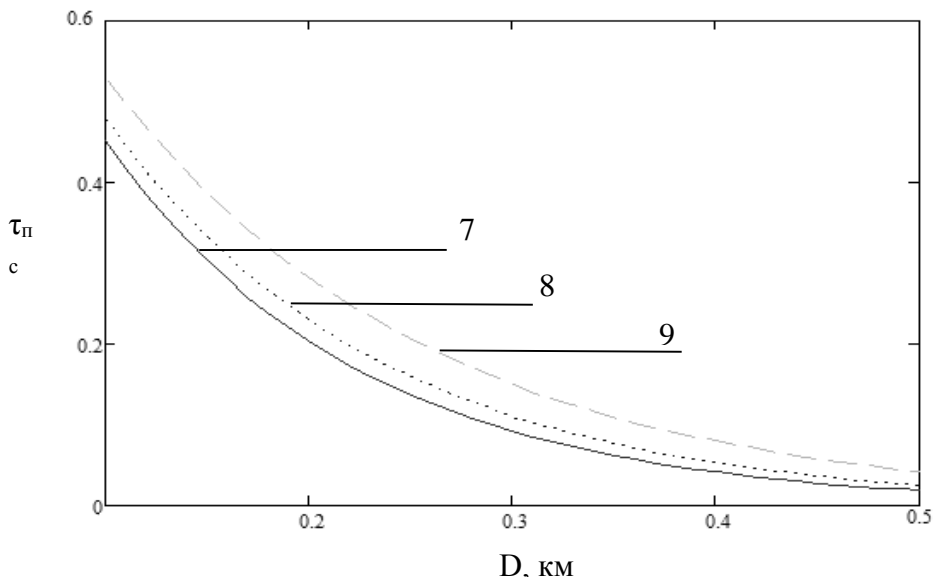
В складних погодних умовах необхідно враховувати залежність коефіцієнту пропускання повітряного середовища  $\tau_{nc}$  від довжини хвилі зондувального випромінювання, при цьому  $\tau_{nc}$  є функцією довжини траси  $D$ :

$$\tau_{nc} = \exp \left( - \frac{3,91}{S_M} \cdot \left( \frac{0,55}{\lambda} \right)^{0,585 \sqrt[3]{S_M}} \cdot D \right), \quad (1)$$

де  $\lambda$  – довжина хвилі зондувального лазерного випромінювання;  $S_M$  – метеорологічна дальність бачення.

Різні погодні умови характеризуються різними значеннями метеорологічної дальності бачення  $S_M$ . Так в умовах сильного туману та густого снігу –  $S_M = 0,05 - 0,5$  км; слабкого туману, сильної димки та помірного снігу –  $S_M = 0,5 - 2$  км; слабкого снігу, помірного дощу та слабкої димки –  $S_M = 2 - 10$  км; слабкого дощу –  $S_M = 10 - 20$  км.

На рис. 1 приведені отримані на основі (1) графіки залежностей значень коефіцієнта пропускання повітряного середовища  $\tau_{nc}$  від дальності траси  $D$  для складних погодних умов (туман, сніг), яким відповідає значення  $S_M = 0,5$  км, для довжин хвиль лазерного випромінювання: залежність  $7 - \lambda = 0,53$  мкм; залежність  $8 - \lambda = 0,63$  мкм; залежність  $9 - \lambda = 0,87$  мкм.



**Рисунок 1**

Аналіз графіків залежності дозволяє зробити наступні висновки відносно перспектив використання багатохвильового RGB-лазера для виявлення та визначення напрямку загорянь:

- зростання довжини хвилі лазерного випромінювання дозволяє підвищити значення коефіцієнту пропускання повітряного середовища в складних погодних умовах (туман, сніг, дощ), що дозволяє здійснювати виявлення та визначення напрямку загорянь в цих умовах без підвищення потужності лазера;
- перебудова довжини хвилі лазера з 0,53 мкм на 0,63 мкм дозволяє підвищити коефіцієнт пропускання повітряного середовища з 0,2 до 0,23 на трасі довжиною 200 м; з 0,09 до 0,1 на трасі довжиною 300 м; з 0,04 до 0,05 на трасі довжиною 400 м;
- перебудова довжини хвилі лазера з 0,53 мкм на 0,87 мкм дозволяє підвищити коефіцієнт пропускання повітряного

середовища з 0,2 до 0,28 на трасі довжиною 200 м; з 0,09 до 0,15 на трасі довжиною 300 м; з 0,04 до 0,08 на трасі довжиною 400 м.

Таким чином, перебудова багатохвильового RGB-лазера на максимально можливу довжину хвиль призводить до зниження ослаблення лазерного випромінювання на трасі розповсюдження, що знімає необхідність підвищення потужності лазера.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аспирационный дымовой пожарный извещатель LASD. Техническое описание ООО «Систем Сенсор Фаир Детекторс». URL: [http://www.vashdom.ru/articles/systemsensor\\_4.htm](http://www.vashdom.ru/articles/systemsensor_4.htm).

2. Линейные пожарные извещатели / Системы безопасности S&S «Groteck». №3 (81). URL: <http://specautomatik.ru/index.php/article/237-linear-fire>.

3 Спосіб раннього виявлення та визначення напрямку загорянь: патент №112169 Україна: МПК G08B 17/00 G01J 1/00; заяв. 04.05.2016; опубл. 12.12.2016; Бюл. №23. 4 с.

УДК 614:81

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДГОТОВЧИХ І ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ АВІАПІДПРИЄМСТВ

*Р.-М.Р. Кондратюк, А.Б. Тарнавський, канд. техн. наук,  
доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Вимоги пожежної і техногенної безпеки під час проведення основних технологічних процесів технічного обслуговування літаків, експлуатації і ремонту літаків повинні чітко забезпечуватися згідно вимог чинних нормативних документів.

Перед проведенням ремонтних робіт літаків зазвичай здійснюють підготовчі операції, серед яких одними з найважливіших є промивка вузлів і агрегатів. В залежності від того, наскільки ретельно промиті і очищені окремі вузли і агрегати залежить якість дефекації деталей та їх наступний ремонт.

Для промивки вузлів і агрегатів літаків застосовують пожегобезпечні промивальні рідини. Однак слід відзначити, що нерідко застосовуються і легкозаймісті та горючі рідини, такі як гас, бензин, трансформаторне мастило тощо. У зв'язку з цим до приміщень та технологічних установок, де здійснюють промивку деталей цими рідинами, ставлять підвищені вимоги щодо забезпечення пожежо- та вибухобезпеки. Дані вимоги також поширюються і на виробничі ділянки і цехи, де наносять лакофарбові покриття для захисту металевих конструкцій літаків від корозії.

Перед нанесенням лакофарбового покриття поверхні деталей та агрегатів літаків, а також авіаційного двигуна необхідно обов'язково знежирювати бензином або іншими рідинами. Після цього знежирену поверхню слід старанно висушити.

Лакофарбові покриття на поверхні наносять різними методами. У практиці ремонту та технічного обслуговування авіаційної техніки найчастіше використовується фарбування розпиленням. Такі роботи із нанесення лакофарбового покриття є пожежонебезпечними, оскільки лакофарбові матеріали являють собою, в основному, легкозаймісті і горючі рідини. Відповідно технологічні дільниці і цехи, де виконують фарбувальні роботи, належать до категорій "А" і "Б" за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

До промивальних і фарбувальних дільниць і цехів ставлять такі основні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки:

- дані цехи необхідно розташовувати, в основному, в одноповерхових будівлях;
- якщо приміщення промивних і фарбувальних цехів розташовані у одній будівлі з іншими виробничими цехами, то їх необхідно відокремлювати глухими вогнестійкими стінами з влаштуванням спеціальних дверних

- отворів та дверей для сполучення із сусідніми приміщеннями;
- висота приміщень від підлоги до стелі повинна бути не менше 4 м;
  - підлоги цехів промивки і фарбування виготовляють вогнетривкими, рівними, міцними, не слизькими, які дозволяють виконувати легке очищення від забруднень;
  - стіни приміщень цехів промивки і фарбування повинні бути пофарбовані олійною фарбою або обкладені плиткою на висоту не менше 2 м;
  - усі повітропроводи у фарбувальних цехах необхідно періодично очищати від нашарувань діелектричних плівок лакофарбових покриттів;
  - для опускання та піднімання великогабаритних деталей необхідно використовувати лише пневматичні підйомники;
  - усі металеві деталі, устаткування і пристрої, які використовуються під час фарбування пульверизацією, необхідно надійно заземлювати;
  - у лакофарбові матеріали і знежирюючі засоби слід необхідно вводити спеціальні антистатичні присадки;
  - транспортувальні візки повинні бути обладнані гумовими колесами;
  - освітлення приміщень цехів і діляниць повинно здійснюватися через вікна або ліхтарями, а вночі – вибухобезпечними електроосвітлювальними установками;
  - не допускається використовувати інструмент, який може викресати іскру під час удару;
  - зберігання лакофарбових матеріалів у виробничих приміщеннях заборонено;
  - спецодяг працівників необхідно зберігати розвішаним у ґратчастих металевих шафах поза металевими приміщеннями;



- приміщення цехів промивання і фарбування деталей та вузлів літаків, авіаційних двигунів повинні мати достатню кількість вогнегасників та технічних засобів пожежної сигналізації відповідно до вимог пожежної безпеки.

Джерелами запалювання парів легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин у системах вентиляції та кондиціонування можуть бути:

- несправне електрообладнання, яке встановлене у вентиляційних камерах;
- іскри, що виникають під час удару металевих деталей вентилятора по корпусу;
- взаємодія різноманітних хімічних речовин між собою, які виводяться вентиляцією і системами кондиціонування, з виділенням теплової енергії;
- самозаймання дрібнодисперсного пилу, що переміщується вентиляційними каналами;
- гаряче повітря, яке видаляється вентиляцією;
- розряди статичної електрики, що утворюються в результаті переміщення по вентиляційних каналах різних домішок у суміші з повітрям;
- працюючі паропроводи, які проходять через вентиляційні канали.

Пожежо- і вибухонебезпеку систем вентиляції і кондиціонування підготовчих і фарбувальних цехів можна звести до мінімуму, якщо виключити можливість утворення у них іскор. Це досягається виконанням повітропроводів та елементів систем вентиляції і кондиціонування з негорючих неіскроутворюючих матеріалів.

У загальну витяжну систему не можна відводити викиди пари речовин, які легко конденсуються, дрібнодисперсного пилу, а також речовин, які можуть у разі змішування між собою утворювати отруйні, легкозаймисті або вибухонебезпечні суміші чи небезпечні хімічні речовини. У даному випадку необхідно передбачати окремі вентиляційні системи.

Приміщення, що відокремлені від інших протипожежними перегородками, зазвичай повинні мати самостійні припливні і витяжні системи. Повітря, що містить в собі вибухонебезпечний пи́л або відходи, повинно очищатися до його надходження у вентилятор.

Вентиляційне та опалювальне обладнання (вентилятори, повітропроводи, фільтри, повітропідігрівачі тощо), яке встановлене у пожежо- і вибухонебезпечних приміщеннях, а також системи, які використовуються для видалення горючих газів, повинні бути надійно заземлені. У витяжних повітропроводах, по яких транспортується пи́л і відходи (особливо пожежо- і вибухонебезпечні речовини), необхідно передбачати пристрої для їх періодичного очищення (розбірні з'єднання, люки і т.п.). Електропроводку, електричні двигуни і пускові пристрої вентиляційних систем необхідно підбирати і монтувати відповідно до категорії пожежної небезпеки приміщень, у яких вони встановлені.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст. 458) (із змінами).
2. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 “Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпечністю”.
3. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 “Правила пожежної безпеки в Україні” (із змінами).
4. Орловский М.Н. Техническое обслуживание воздушных судов и авиадвигателей: Учебное пособие / М.Н. Орловский. – Харьков: НАКУ “ХАИ”, 2014. – 190 с.
5. Орловский М.Н. Поддержание летной годности воздушных судов / М.Н. Орловский, С.Ш. Шаабдиев. – Харьков: НАКУ им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, 2015. – 104 с.

УДК 621.31:62-53

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ  
ДЛЯ АНАЛІЗУ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ**

*Б.Л. Копчак, д.т.н., доцент, Мудрий Я.О., магістр  
Національний університет "Львівська політехніка"*

Одним з сучасних напрямків вирішення класу задач аналізу електромеханічних систем, до яких відносяться і автономні джерела живлення з використанням асинхронних генераторів із самозбудженням, є застосування такого методу штучного інтелекту, як генетичний алгоритм. Оригінальність запропонованого підходу полягає у застосуванні для опису електромеханічних систем передавальних функцій дробового порядку. В розробленому алгоритмі процедури аналізу електромеханічних систем запропоновано використовувати функцію якості і шляхом її контролю після кожної ітерації отримувати бажаний результат відхилення результатів від заданих. Застосування методу генетичного алгоритму, за використання передавальних функцій дробового порядку, є ефективним засобом апроксимації перехідних процесів електромеханічних систем.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Згідно п. 5.10 ДБН В.2.5-56 [1], за ступенем забезпечення надійності електропостачання електроприймачі систем протипожежного захисту належить відносити до I категорії згідно з ПУЕ. Забезпечити виконання цього пункту для систем пожежної сигналізації не викликає проблем, застосувавши в якості резервного джерела живлення акумулятори. Однак, що стосується таких систем як, наприклад, систем водяного та пінного пожежогасіння, систем протидимного захисту, де використовуються потужні електродвигуни, забезпечити цю вимоги не завжди є можливо. У цьому випадку, в якості другого джерела живлення, пропонується використовувати автономні джерела живлення з використанням асинхронних генераторів із самозбудженням.

Сучасною тенденцією при аналізі і проектуванні складних електромеханічних систем (ЕМС) є застосування передавальних функцій дробового порядку для їх опису та інтелектуальних методів оптимізації. До таких складних систем відносяться ЕМС з наступними особливостями їх об'єктів керування (ОК): двомасовістю, ударом, люфтом, в'язким тертям, нелінійним навантаженням, тощо, що часто приводить до їх опису передавальними функціями (ПФ) високого порядку. Аналіз і синтез таких систем класичними підходами часто є ускладненим або призводить до значних похибок внаслідок прийнятих допущень. Все це підштовхує при вирішенні задач аналізу і синтезу таких ЕМС, звертатись до нових методів і інструментів, у тому числі до таких інтелектуальних методів оптимізації як генетичний алгоритм та метод рою частинок. Швидке збільшення кількості публікацій з даної тематики [2-5] вказує на значну зацікавленість до такої проблеми. Генетичний алгоритм (ГА) застосовується для пошуку екстремуму складних функцій. У зв'язку з тим, що простір пошуку в задачах оптимізації фактично не обмежений, то на практиці обмежуються розв'язком, який з певною похибкою задовольняє сенс даної задачі [6]. Разом з іншими додатками Fuzzy Logic Toolbox і Neural Network Toolbox, які реалізовані в пакеті MATLAB, ГА є ефективним інструментом для розв'язку багатьох «інтелектуальних задач». При великій кількості публікацій невирішеними залишається ряд питань, які стосуються розв'язку задач аналізу ЕМС, описаних ПФ високого цілого порядку, що робить такі дослідження актуальними.

Метою даної роботи є розроблення методики розв'язку задач аналізу автономних джерел живлення, описаних ПФ високого порядку, методом генетичного алгоритму за використання передавальних функцій (моделей) дробового порядку.

## **МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.**

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що до актуальних і невирішених завдань, пов'язаних з дробовим численням і

його застосуванням слід віднести розвиток методів структурної і параметричної ідентифікації складних ЕМС. В [7] були проведені дослідження в напрямку розвитку теорії створення моделей дробового порядку для апроксимації ПФ ЕМС високого порядку, знайдених на основі ідентифікації реальних об'єктів ЕМС. Дані дослідження проводилися за використання методу рою частинок. В ході проведених досліджень було встановлено, що застосування складніших ПФ дробового порядку для апроксимації цілочисельних ПФ високого порядку потребує збільшення об'єму рою і, відповідно, часу розрахунку. На тому етапі виник інтерес застосувати до розв'язку такого класу задач метод генетичного алгоритму.

Генетичний алгоритм відноситься до групи стохастичних, і як і інші алгоритми цієї групи, він зорієнтований на пошук квазіоптимального розв'язку в умовах неможливості здійснення повного перебору варіантів, тому доцільним є дослідити можливість його використання для аналізу ЕМС використавши ланки дробового порядку. ГА відрізняється від інших алгоритмів випадкового пошуку, зокрема методу рою частинок (МРЧ), ефективність якого для вирішення аналогічних задач показано в [8].

Процедура процесу апроксимації об'єкта керування ЕМС за використання ГА показана на рис. 1 і полягає у наступному. Зафіксований перехідний процес об'єкта керування  $Y^*(t)$ , знайдений, наприклад, на основі експерименту, порівнюється з перехідним процесом певної моделі дробового порядку  $Y(t)$ , який відповідає біжучому налаштуванню її параметрів. Розбіжність між миттєвими значеннями цих двох перехідних процесів в дискретні

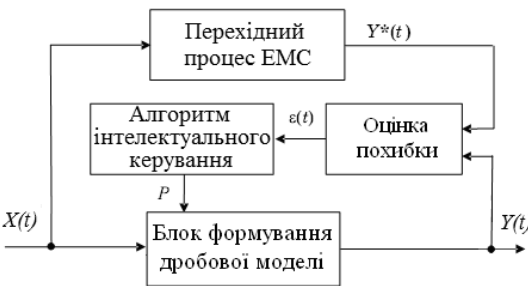
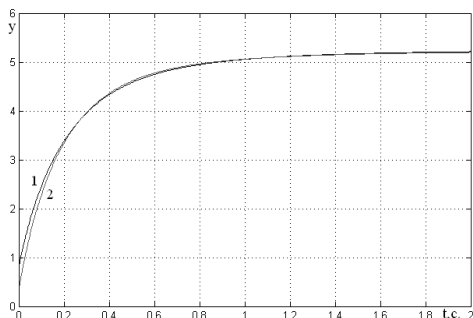


Рисунок 1 – Функціональна схема процедури апроксимації

визначені моменти часу аналізує блок оцінки похибки і через блок



**Рисунок 2** – Перехідні функції АГ  
згідно:

ПФ (1) – крива «1», ПФ (4) – крива «2»

Як показано в [8], моделі дробового порядку мають суттєву перевагу над цілочисельними, тому що забезпечують високу точність апроксимації реальних об'єктів керування. Тому можливість застосування таких моделей для синтезу ЕМС у випадках представлення об'єкта керування як дробовими, так і цілочисельними моделями, за використання ПІ<sup>λ</sup>Д<sup>μ</sup>-регуляторів дробового порядку методом ГА викликає інтерес.

Для прикладу апроксимацію об'єкта керування ЕМС, який описується передавальною функцією (ПФ) високого порядку дробовою моделями низького порядку проведемо на прикладі ПФ асинхронного генератора (АГ) з самозбудження потужністю 30 кВт, отриманої за використання програмних середовищ MathCAD і MATLAB Simulink. За результатами експериментальних досліджень, згідно яких ПФ АГ в каналі струму збудження  $W_{AG}(s)$  отримано у вигляді [8]:

$$W_{AG}(s) = \frac{U(s)}{I_{зб}(s)} = \frac{83s^3 + 4851s^2 + 59929s + 101674}{105s^3 + 2934s^2 + 15878s + 19395}. \quad (1)$$

На рис. 2 показаний перехідний процес, побудований в середовищі MATLAB Simulink, для ПФ (1) (крива «1»).

ГА коректує параметри моделі дробового порядку ОК. Після досягнення заданої точності апроксимації, блок формування моделі дробового порядку фіксує її параметри.

Для апроксимації ПФ АГ  $W_{AG}(s)$  (1) за допомогою генетичного алгоритму, використаємо дробову модель [9] з ПФ

$$W(s) = \frac{k}{\alpha_1 s^{\alpha_1} + 1}. \quad (2)$$

Дану задачу апроксимації розв'язуємо за використання генетичного алгоритму в оптимізаційному пакеті Optimization Tool і середовищі MATLAB Simulink. В даному пакеті реалізуємо програму, за допомогою якої здійснюємо порівняння перехідного процесу, який відповідає ПФ (1) з перехідним процесом моделі дробового порядку з ПФ (2). Оцінку результатів порівняння цих двох перехідних процесів проводимо на кожній ітерації за використання функції якості ( $J$ )

$$J = \sum_{i=1}^n |y_{i.ок.} - y_i|, \quad (3)$$

де  $y_{i.ок.}$  -  $i$ -та точка перехідного процесу об'єкта керування,  $y_i$  -  $i$ -та точка перехідного процесу моделі дробового порядку.

Після закінчення апроксимаційного процесу за використання генетичного алгоритму отримано наступну дробову модель

$$W(s) = \frac{5,32}{0,23s^{0,89} + 1}. \quad (4)$$

Крім цього кінцевий результат оцінюємо за абсолютним середньоквадратичним відхиленням  $\sigma$  [5], яке дорівнює  $\sigma = 0,0949$  і така розбіжність є допустимою. На рис. 2 крива «2» показаний перехідний процес дробової моделі з ПФ (4), отриманої у результаті апроксимації.

Дробова модель з ПФ (2) серед інших моделей дробового порядку вибрана тому, що забезпечує достатньо високу точність апроксимації і спрощує подальший синтез дробового ПІ<sup>λ</sup>Д<sup>μ</sup>-регулятора, за рахунок пониження порядку моделі.

**ВИСНОВКИ.** Застосування методу генетичного алгоритму та передавальної функції дробового порядку є ефективним засобом апроксимації електромеханічних систем, описаних переда-

вальними функціями високого порядку, до яких відносяться і автономні джерела живлення з використанням асинхронних генераторів із самозбудженням. Відносне середньоквадратичне відхилення результатів апроксимації не перевищує 1%.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-56:2014. Зміна №1. Системи протипожежного захисту.

2. Malhotra R., Singh N., Singh Y. Genetic algorithms: concepts, design for optimization of process controllers // Computer and Information Science. – 2011. – Vol.4. – №2. – PP. 39–54.

3. Lozynskyy O. Synthesis and research of electromechanical systems described by fractional order transfer functions / O. Lozynskyy, A. Lozynskyy, Y. Marushchak, B. Kopchak, P. Kalenyuk, Y. Paranchuk // Сучасні електротехнічні та енергетичні системи: матеріали наукової конференції MEES-2017, (Кременчук, 15–17 листопада 2017 р.). – 2017. – P. 16–19.

4. Kopchak B. Application of fractional order transfer function with zero and pole in approximation of electromechanical systems high order objects / B. Kopchak, M. Kopchak // Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH) : proceedings of XIVth International conference, Polyana, April 18–22, 2018. – 2018. – P. 23–27.

5. Fortuna L., Graziani S., Muscato G., Nunnari G., Porto D. Approximation of high-order lumped systems by using non-integer order transfer functions // Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED99). – Haifa, 1999. – PP. 2222–2230.

6. Бураков М. В. Генетический алгоритм: теория и практика. – СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.

7. Копчак Б.Л. Аналіз точності апроксимації об'єктів електромеханічних систем високого порядку дробовими передавальними функціями різного типу // Вісник НУЛП «Електроенергетичні та електромеханічні системи». – Львів: НУ "ЛП", 2014. –



№785. – С. 33–38.

9. Копчак Б.Л. Апроксимація перехідних функцій поліномами дробового порядку // Науково-технічний журнал «Електро-технічні та комп'ютерні системи». – К: Техніка, 2014.–№14 (90). – С. 20– 27.

**УДК 614. 841.2**

## **ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ВІД ЕЛЕКТРИЧНОГО УРАЖЕННЯ**

*І.П. Кравець, канд. техн. наук, доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Високий рівень електрифікації на виробництві та в побуті з одного боку покращує рівень життя людей, але з другого боку сприяє виникненню пожеж та несе загрозу ураженням людей електричним струмом. Електричний струм при проходженні у провідниках проявляє себе тепловою дією [1]. Будь-яке електрообладнання повинно бути виготовлено з дотриманням технічних умов, які передбачають виконання низки вимог, в тому числі і протипожежних. Нехтування цими вимогами призводить до аварійних режимів електроспоживачів, які, в кінцевому результаті, призводять до пожежі.

Для протипожежного захисту, а також для захисту людини від ураження електричним струмом, широко застосовують пристрої захисного вимкнення (ПЗВ) [2].

При малих струмах замикання, зниження рівня ізоляції, а також при обриві нульового захисного проводу ПЗВ є єдиним, що забезпечує захист людини від ураження електричним струмом при прямому дотику до однієї зі струмоведучих частин. В основі дії захисного вимкнення даного пристрою лежить принцип обмеження (завдяки швидкому вимкненню) тривалості протікання

струму через тіло людини при ненавмисному дотику його до елементів електроустановки, що перебуває під напругою [3] (рис. 1).

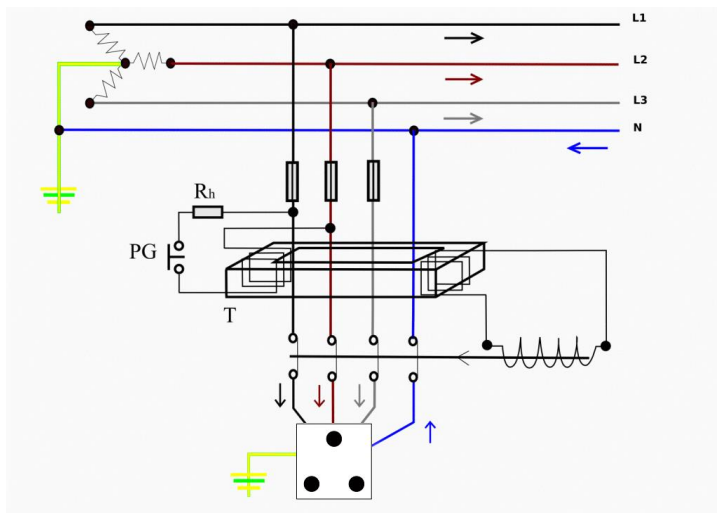


Рисунок 1 – Структура пристрою захисного вимкнення (ПЗВ)

Найважливішим функціональним блоком ПЗВ є диференціальний трансформатор струму Т. Пусковий орган РГ виконується на чутливих магнітоелектричних реле прямої дії або електронних компонентах. Виконавчий механізм включає силову контактну групу з механізмом привода. У нормальному режимі в силовому колі по провідниках, що проходять крізь магнітопровід трансформатора струму Т, протікає робочий струм навантаження. Провідники, що проходять крізь магнітопровід, утворюють зустрічно ввімкнені первинні обмотки диференціального трансформатора струму. Рівні струми в цих обмотках наводять в магнітному сердечнику трансформатора струму рівні, але векторні зустрічно-направлені магнітні потоки. Результуючий магнітний потік рівний нулю, струм у вторинній обмотці диференціального трансформатора також рівний нулю. Пусковий орган РГ в цьому випадку знаходиться в стані спокою. При дотику людини до

відкритих струмопровідних частин або до корпусу електроприймача, на якому стався пробій ізоляції, по фазному провідникові через ПЗВ окрім струму навантаження протікає додатковий струм - струм витікання, що є для трансформатора струму диференціальним (різним). Нерівність струмів в первинних обмотках викликає нерівність магнітних потоків і, як наслідок, виникнення у вторинній обмотці трансформованого диференціального струму. Якщо цей струм перевищує значення струму порогового елемента пускового органа РГ, останній спрацьовує і впливає на виконавчий механізм. Виконавчий механізм, що зазвичай складається з пружинного приводу, спускового механізму і групи силових контактів, розмикає електричне коло. В результаті, електроустановка, яка захищена ПЗВ, знеструмлюється.

Пристрій захисного вимкнення володіє ще іншою, не менш важливою властивістю, а саме здатністю захищати електроустановки від загорянь та пожеж [3]. ПЗВ, реагуючи на струми витікання в землю, завчасно відмикає електроустановку від джерела живлення, запобігаючи тим самим недопустимому нагріванню провідників, виникненню короткого замикання, іскріння, дуги й можливого наступного загоряння.

Рекомендується використовувати ПЗВ в тих частинах електроустановки будинку, де електричні кола з PEN-провідниками розташовані до входних клем ПЗВ. У разі потреби застосування ПЗВ для захисту окремих електроприймачів, що одержують живлення від системи TN – С, захисний РЕ – провідник електроприймача повинний бути підключений до PEN – провідника кола, що живить електроприймач, до захисного комутаційного апарата.

Сьогодні різними виробниками випускається велика кількість різноманітних ПЗВ. Внаслідок цього при проектуванні, а також у процесі експлуатації виникають проблеми, пов'язані з вибором того чи іншого типу ПЗВ для конкретної електроустановки. При виборі ПЗВ доводиться користуватися тільки тією інформацією, що надається виробником. У зв'язку з цим особливу увагу слід звертати на характеристики, що визначають якість цих пристроїв і їхню працездатність. Набір робочих характеристик –

номінальна напруга, номінальний струм навантаження, номінальний диференціальний струм вимикання, як правило, приводяться в документації на ПЗВ. Їх вибирають відповідно до параметрів електроустановки, що проектується.

ПЗВ випускають у двополюсному і чотириполюсному виконанні. Двополюсні ПЗВ розраховані на номінальну напругу  $U_n = 220\text{В}$ , чотириполюсні – на  $U_n = 380\text{В}$ . Можливе застосування чотириполюсних ПЗВ в однофазній мережі, але за умови, що при цьому забезпечується нормальне функціонування тестового кола при цій напрузі. Відповідно до нормативних документів ПЗВ повинен зберігати працездатність у визначеному діапазоні напруг. Слід зазначити, що електромеханічні ПЗВ є функціонально незалежними від напруги живлення і зберігають працездатність при будь-яких значеннях напруги.

Номінальний струм навантаження  $I_n$  вибирається з ряду: 6, 10, 16, 25, 40, 63, 80, 100, 125 А. Значення цього струму залежить, як правило, від перерізу провідників у самому пристрої і конструкції силових контактів. Величина номінального струму навантаження ПЗВ повинна дорівнювати або бути на ступінь вище номінального струму послідовного захисного пристрою.

Таким чином, використання в електричних мережах пристроїв захисного вимкнення запобігає пожежам та захищає людей від ураження електричним струмом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кравець І.П., Коваль М.С. Аналіз пожежонебезпечних проявів електричного струму. *Зб. наук. пр. «Пожежна безпека»*. 2007. № 10. С. 75-81.
2. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. НПАОП 40.1– 1.21-98. – К.: Основа, 1998. – 380 с.
3. Скобло Ю.С., Цапко В.Г., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. - 4-те вид., перероб. і доп. - Київ: Знання, 2006. - 397с.

**УДК 614. 841.2****ЗАСТОСУВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ  
ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК***І.П. Кравець, канд. техн. наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Функціонування будь-якого підприємства неможливе без облаштування його електроустановками. До них належать електричне обладнання, апарати управління, пускорегулювання, контрольно-вимірювальні та освітлювальні прилади, електродвигуни, електропроводи, кабелі тощо. Електрична енергія залишається самою доступною і зручною для перетворення її в інші види енергії та передачі на великі відстані без значних втрат. В даний час практично немає іншого виду енергії, який конкурував би з електричною енергією по зручності і доступності її використання. Але під час експлуатації вищепереліченого обладнання часто виникають аварійні режими, які супроводжуються надмірним нагріванням елементів електроустановок, виділенням і розсіюванням тепла, утворенням іскор або дуг в міжконтактному просторі. Ці явища носять пожежонебезпечний характер [1]. Тобто, використання електротехнічних виробів, пристроїв та обладнання пов'язане з небезпекою виникнення пожежі.

Для електроустановок характерні чотири режими роботи: нормальний, аварійний, післяаварійний і ремонтний, причому аварійний режим є короткочасним режимом, а решта – тривалими режимами.

Електрообладнання вибирається за параметрами тривалих режимів, а перевіряється за параметрами короткочасних режимів, визначальним з яких є режим короткого замикання, під час якого різко зростає струм в електромережі, який за незначний проміжок часу виділяє велику кількість тепла в провідниках, що в свою чергу викликає різке підвищення температури і займання горючої ізоляції, виникнення електричної дуги, розплавлення провідників

з подальшим потужним викидом в навколишнє середовище електричних іскор, здатних викликати займання горючих матеріалів та вибух легкозаймистих речовин.

Крім режиму короткого замикання є ще інші, не менш важливі з точки зору пожежної безпеки, аварійні режими роботи електроустановок. Це струмові перевантаження, утворення великих перехідних опорів та вихрових струмів, винос потенціалу, іскріння та електричні дуги, які можуть стати джерелами запалювання [2].

Щоб унеможливити виникнення пожежі, кожна складова систем електроустановок потребує уваги з позиції дотримання правил пожежної безпеки. Під час експлуатації електрообладнання та електричних мереж необхідно проводити ряд профілактичних заходів: правильно вибирати, монтувати і експлуатувати електромережі та електроустановки; постійно контролювати стан ізоляції; надійно кріпити струмоведучі частини електроустановок; запобігати попаданню сторонніх тіл в лінії електропередач та електроустановок; проводити планово–профілактичні ремонти та огляди; встановлювати апарати захисту для швидкого від'єднання аварійного обладнання; встановлювати автоматичні регулятори напруги, реактори і т.п.

Широке використання електроенергії у всіх областях діяльності людини, неухильне зростання енергоозброєності праці, різке збільшення кількості електроприладів у побуті та на виробництві природним чином спричинили, крім зростання пожежної небезпеки, підвищення небезпеки ураження людини електричним струмом.

Однією з найбільш важливих проблем сучасної електроенергетики є створення безпечних електроустановок. У всіх країнах, де високо розвинене електропостачання і самі звичайні споживачі мають доступ до електричної мережі, до ступеня захистів споживачів від ураження електричним струмом застосовуються найвищі вимоги з електробезпеки. Безпека при експлуатації електроустановок та приладів досягається за рахунок застосування комплексу захисних заходів, суть яких зафіксована в стандартах Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК).

Застосовувані в електроустановках захисні заходи умовно можна поділити на дві групи: ті, що забезпечують безпеку при нормальному режимі роботи електроустановок і ті, що забезпечують безпеку при аварійному режимі роботи [3].

Для нормального режиму роботи електричних пристроїв здійснюються профілактичні заходи із забезпечення надійної роботи ізоляції електричних мереж. Перш за все слід виключити механічні пошкодження, зволоження, хімічний вплив, запилення. Але навіть за нормальних умов ізоляція постійно втрачає свої початкові властивості, старіє. З плином часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватись, а струм втрат — зростати. В місці дефекта з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, котре може призвести до пожежі або до ураження струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції. Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені правилами терміни (1 раз на 3 роки), а також при виявленні дефектів. Вимірювання опору ізоляції здійснюється на вимкненій електроустановці за допомогою мегометра.

Встановлено норми опору ізоляції різних електроустановок. Наприклад, опір ізоляції силових та освітлювальних електропроводів повинен бути не менше 0,5 МОм. Дієвим захисним засобом є використання подвійної ізоляції. В цьому випадку, крім робочої основної ізоляції, застосовується додаткова ізоляція. Вона призначена для захисту від ураження струмом у випадку пошкодження робочої ізоляції. Захисна подвійна ізоляція може забезпечити безпеку при експлуатації будь-якої електроустановки. Область застосування подвійної ізоляції — електроустановки невеликої потужності. При пошкодженні робочої ізоляції перехід напруги на корпус та потрапляння людей під напругу дотику неможливі. Однак подвійна ізоляція не виключає небезпеки ураження при дотику до струмоведучих частин внаслідок часткового пошкодження корпусу або при ремонтах. З подвійною ізоляцією виготовляють апаратуру електропроводок (розподільчі коробки,

вимикачі, розетки, вилки, патрони ламп розжарення), переносні світильники, електровимірювальні прилади, електрифіковані ручні інструменти (електродриль, дискова пила, рубанок тощо) та деякі побутові прилади.

Електричне блокування дозволяє вимикати напругу при відкриванні дверей огорожень, дверей корпусів та кожухів або при знятті кришок електрощитків. При електричному блокуванні контакти, зблоковані з дверима або кришкою, при відкриванні дверей або знятті кришки електрощитка розмикають ланку живлення котушки магнітного пускача. За такої схеми обрив ланки керування та випадкове відкривання дверей не представляє небезпеки, оскільки електроустановка буде знеструмлена.

Розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорожень та блокувань. Вибираючи висоту підвішування, слід враховувати можливість ненавмисного дотику до частин, що перебувають під напругою, довгими металевими предметами.

Отже, застосування в електроустановках захисних заходів запобігає виникненню пожежної небезпеки на виробництві і в побуті та ураженню людини електричним струмом.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кравець І.П., Башинський О.І., Кушнір А.П., Шаповалов О.В. Чинники пожежної небезпеки електрообладнання та електроустановок. *Зб. наук. пр. «Пожезна безпека»*. 2019. № 34. С. 43-46.
2. Кирик В.В. Режим роботи електричних мереж та систем: навч. посіб. Київ: Політехніка, 2014. – 131 с.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. НПАОП 40.1– 1.21-98. – К.: Основа, 1998. – 380 с.



УДК 614. 841.3

## ТЕМПЕРАТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

*І.П. Кравець, канд. техн. наук, доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Електротермічні пристрої в даний час мають широке застосування в промисловості, об'єктах агропромислового комплексу і в побуті, так як вони прості за будовою, надійні в роботі, більш економні, знижують витрати ручної праці та природно-паливних ресурсів і не забруднюють оточуюче середовище. До електротермічного відносять те обладнання, яке ґрунтується на нагріванні матеріалів шляхом перетворення електричної енергії в теплову.

В електротермічних установках використовують декілька способів перетворення електричної енергії в теплову [1]:

- нагрівання провідників, які мають активний опір, шляхом прямої та непрямої дії. У цьому випадку тепла енергія виділяється в опорі провідника під час протікання струму безпосередньо через цей провідник (пряме нагрівання) або передається провіднику від спеціальних елементів, нагрітих струмом конвективним або радіаційним методом (непряме нагрівання). Очевидно, що пряме нагрівання є ефективніше, але не завжди його можна зреалізувати;
- нагрівання провідників, які знаходяться в змінному магнітному полі, завдяки індукованим в цих провідниках електричних струмів. Індукційне нагрівання ґрунтується на перетворенні енергії електромагнітного поля у теплову шляхом індукування вихрових (циркуляційних) струмів у сталевих деталях чи елементах з великим питомим резистивним опором. Індукційне нагрівання відбувається на промисловій або на вищих частотах залежно від оброблювального матеріалу;

- нагрівання діелектриків, які знаходяться в змінному електричному полі. Діалектичне нагрівання використовується для нагрівання непровідних матеріалів і провідників високочастотним електричним полем за рахунок наскрізних струмів провідності та їх зміщення під час поляризації;
- нагрівання безпосередньо електричною дугою. Дугове нагрівання здійснюється за рахунок тепла, яке виділяється електричною дугою. У даному випадку нагрівання відбувається шляхом радіаційного та конвективного способу передачі тепла від дуги до тіла нагрівання. Дуга може утворюватися як між електродом і тілом нагрівання, так і між двома електродами. Переважно електродугові технології використовуються для перетоплювання чорних та кольорових металів і сплавів, а також під час електродугового зварювання металів на основі заліза (рідше алюмінію);
- електронно- та іонно-променеве нагрівання відбувається за рахунок перетворення кінетичної енергії рухомих електронів або іонів, які під дією електричного поля вдаряються об поверхню нагріваючого об'єкту, в теплову;
- плазмове нагрівання відбувається шляхом нагрівання газу за рахунок його проходження через дуговий розряд під дією високочастотного електромагнітного або електричного поля. Отримана таким способом низькотемпературна плазма використовується для нагрівання різних середовищ;
- лазерне нагрівання полягає у збільшенні температури тіла за рахунок поглинання ним висококонцентрованих потоків світлової енергії, отриманих в оптичних квантових генераторах, які називаються лазерами.

В електротермії кожний з названих способів перетворення електроенергії в тепло використовуються для виконання тих чи інших технологічних процесів [2]. У всіх випадках тепло, яке

виділяється в нагрівальному об'єкті при наявності в ньому електричного струму, визначається за законом Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R T \text{ [Дж]}.$$

Вибір матеріалу і конструкції нагрівального елемента визначається особливостями технологічного процесу і конструкції установки.

Матеріали, які використовуються для виготовлення нагрівачів, повинні відповідати певним специфічним властивостям: високим електричним опором; малим температурним коефіцієнтом відносного опору; постійним електричним опором елемента, який нагрівають в процесі тривалої експлуатації, відсутності старіння.

За температурними межами нагрівальні елементи розподіляються на три групи:

- низькотемпературні – нагрівання здійснюється до 500 – 700 °К і при цьому використовують, переважно, конвективний метод теплообміну;
- середньотемпературні – нагрівання здійснюється до 900 – 1300 °К з використанням теплообміну конвекції, теплопровідністю і випромінюванням;
- високотемпературні – нагрівання здійснюється до 2500 – 3300 °К з перевагою радіаційного методу теплопередачі.

Однак, використання електричної енергії в електротермічних пристроях може бути не лише суспільним благом, але причиною виникнення пожежонебезпечних ситуацій з негативними економічними наслідками та людськими жертвами [3]. Неправильне та необережне поводження з нагрівальними електроприладами, застаріле електротехнічне обладнання та його невідповідність технічним вимогам дуже часто стають причинами виникненню пожеж та інших надзвичайних ситуацій в Україні.

В електротермічних приладах струм проходить через нагрівні елементи. При порушенні умов експлуатації виникає перевантаження, внаслідок чого нагрівні елементи нагріваються до критичного значення, що створює пожежну небезпеку для оточу-

ючого середовища. Крім того, в електротермічних установках виникають додаткові джерела пожежної небезпеки: це бризки розплавленого металу, електрична дуга, наявність оливи в силових трансформаторах та інше.

Електрозварювальні роботи широко використовують на об'єктах народного господарства. Великий струм, підвищена температура у місці зварювання, відкритий вогонь, розбризкування розжарених часток металу, які летять на відстань до 1,5 м від їх джерела, сприяють підвищенню пожежної та техногенної небезпеки.

Якщо розглядати побутові електроприлади, то тут стан пожежної небезпеки значно вищий, ніж у промисловості, оскільки часто недбало відремонтовані електроприлади і їх подальша непрофесійна експлуатація призводять до запалювання і пожеж. Це підтверджує офіційна статистика як в Україні, так і в інших країнах світу.

Слід зауважити, що заходи профілактики пожеж є на порядок дешевшими, ніж засоби пожежогасіння та наслідки пожеж разом взяті. У зв'язку з цим слід звернути особливу увагу на дотриманні техніки безпеки, на вдосконалення та розвиток системи профілактики при експлуатації термічних електропристроїв з метою запобігання пожежам, ніж витратити ресурси на засоби та розробку технологій гасіння пожеж в цих електроустановках.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк Ю.Ф. Електричні системи і мережі: навч. посіб. Київ: Знання, 2007. 292 с.
2. Василега П.О. Електротехнологічні установки: навчальний посібник / П.О. Василега. – Суми: Видавництво СумДУ, 2010. – 548 с.
3. Бондаренко Є. А., Кутін В.М. Удосконалення методу забезпечення електробезпеки під час виконання робіт на струмовідних частинах електроустановок надвисоких класів напруги. *Зб. наук. пр. «Енергетика: економіка, технології, екологія»*. 2014. № 4. С. 26-34.

**УДК 614.8**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОЇ ПРАКТИКИ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

*О.В. Кулаков, канд. техн. наук, доцент, О.М. Овдієнко, курсант  
Національний університет цивільного захисту України*

Визначення класу зони простору є вихідним етапом при проектуванні та перевірці відповідності електроустановок, що має на меті зниження ймовірності виникнення джерел запалювання електричного походження [1] та, відповідно, ініціювання вибухів вибухонебезпечних сумішей (ВНС).

В Україні введено національну класифікацію вибухонебезпечних зон: 0, 1, 2 – для парогазових ВНС [2, 3] та 20, 21, 22 – для пилоповітряних ВНС [2]. Їх визначення ґрунтується на умовах виникнення ВНС (нормальних або аварійних) та розрахунковому надлишковому тиску вибуху, якій практично визначається згідно [4]. Слід відмітити, що згідно статті 23 Закону [5] національні стандарти в Україні застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Авторам не відомі нормативно-правові акти, що встановлюють обов'язковість застосування стандарту [3].

В більшості Європейських країн (норми EN) класифікація вибухонебезпечних зон здійснюється за публікаціями ІЕС (International Electrotechnical Commission) [6, 7]. Для встановлення класу вибухонебезпечної зони спочатку слід визначити джерела і ступені витoku небезпечних речовин. Передбачається три ступеня витoku: постійний (continuous grade of release) – виток, що існує постійно, відбувається часто або тривалий час; першого ступеня (primary grade of release) – виток, що є періодичним або випадковим при нормальному режимі роботи технологічного обладнання; другого ступеня (secondary grade of release) – виток є

відсутнім при нормальному режимі роботи технологічного обладнання, а якщо виникає, то рідко і триває недовго. Встановив ступінь витoku, необхідно визначити його інтенсивність (release rate) та інші чинники, що впливають на клас і розміри зони [8].

В Німеччині класифікація вибухонебезпечних зон здійснюється за стандартом DIN 57165/VDE0165. Парогазові вибухонебезпечні суміші створюють три зони: зона 0 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище є постійно або впродовж тривалого часу (на відміну від публікацій ІЕС [6] зона утворюється не лише при нормальній роботі, але й при аваріях, несправностях); зона 1 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище виникає час від часу; зона 2 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище виникає рідко і на нетривалий час. Пилоповітряні вибухонебезпечні суміші створюють дві зони: зона 10 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище виникає часто і на тривалий час; зона 11 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище виникає рідко і на короткий час з-за переходу осілого пилу в зважений стан.

В США класифікація вибухонебезпечних зон здійснюється у відповідності з розділами (articles) 500 та 505 Національного електротехнічного кодексу (National Electrical Code) Національної протипожежної асоціації (National Fire Protection Association) NFPA 70. В основу покладено наявність відповідного вибухонебезпечного середовища. Простори, що містять парогазову ВНС, відносяться до класу (class) I. Простори з пилоповітряними ВНС відносять до класу II. Простори з волокнистими ВНС відносять до класу III. Кожен з вказаних класів поділяється на 1 або 2 категорії (division).

До класу 1 категорії 1 відносяться простори, в яких гази, пари можуть бути присутніми: постійно або періодично при нормальній роботі; часто при ремонтах або експлуатації установок, а також в результаті витоків; при аварії і несправності устаткування з одночасною аварією електроустаткування.

До класу 1 категорії 2 відносяться простори, в яких: газу, пари, рідини при нормальній роботі знаходяться в закритих системах і можуть потрапити в навколишній простір тільки у разі аварії або поломки цих систем або при їх нормальній роботі; вибухонебезпечне газове середовище з'являється при аварії вентиляційного устаткування.

До класу II категорії 1 відносяться простори, в яких: горючий пил знаходиться або може знаходитися в зваженому стані постійно або періодично при нормальній роботі в кількостях, що утворюють вибухонебезпечну суміш; аварія або несправність устаткування створює вибухонебезпечну суміш при одночасній аварії електроустаткування; у яких може бути присутнім струмопровідний горючий пил.

До класу II категорії 2 відносяться простори, в яких горючий пил: не знаходиться в зваженому стані або малоімовірно, що пил знаходитиметься в зваженому стані при нормальній роботі, але скупчення такого пилу може завадити охолодженню електроустаткування, що може викликати її займання; може з'явитися при аварії вентиляційної установки з примикаючого простору класу II категорії 1; а також склади, де утворюючі пил речовини зберігаються в пакетах, контейнерах або транспортуються в пакетах.

До класу III категорії 1 відносяться простори, в яких горючі волокна є при нормальній роботі.

До класу III категорії 2 відносяться простори, де волокна зберігаються або транспортуються, але не обробляються.

В Японії вказівки по класифікації вибухонебезпечних зон містяться в технічних рекомендаціях, розроблених інститутом досліджень питань безпеки в промисловості, та ґрунтуються на рекомендації ІЕС [6, 7].

Таким чином, національну класифікацію вибухонебезпечних зон згідно [2] слід розглядати як адаптовану (спрощену) класифікацію ІЕС [6, 7].

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Київ, 2019. 151 с. (Національний стандарт України).
2. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Київ, 2001. 117 с. (Нормативно-правовий акт з охорони праці України).
3. ДСТУ EN 60079-10-1:2018 (EN 60079-10-1:2015, IDT; ІЕС 60079-10-1:2015, IDT). Вибухонебезпечні середовища. Частина 10-1. Класифікація зон. Середовища газові вибухонебезпечні. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).
4. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ, 2016. 61 с. (Національний стандарт України).
5. Про стандартизацію: Закон України від 05.06.2014 № 1315-VII // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18> (дата звернення: 03.11.2020).
6. ІЕС 60079-10-1:2015. Explosive atmospheres. Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres. Geneva, 2015. 226 p. (Standard by International Electrotechnical Commission).
7. ІЕС 60079-10-2:2015. Explosive atmospheres. Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres. Geneva, 2015. 92 p. (Standard by International Electrotechnical Commission).
8. Кулаков О.В., Катунін А.М. Вплив вентиляції на визначення класу і розміру вибухонебезпечної зони, що створюється пароповітряним вибухонебезпечним середовищем у приміщенні // Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. НУГЗ України. 2020. Вып. 47. С. 65-70. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb47/10.pdf> (дата звернення: 03.11.2020).



УДК 621.384.327

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ТЕРМОКОНТРОЛЮ НА ОБ'ЄКТАХ СТРАТЕГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Т.М. Курська, канд. техн. наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Експлуатація існуючих реакторних установок (РУ) і розробки нових проектів вимагають обґрунтування рівня їх безпеки [1-4]. Особливо важливе значення для безпечної експлуатації РУ має підвищення точності внутрішньореакторних вимірювань температури, які використовуються для розрахунків питомої потужності, що знімається з реактора, та інших теплофізичних характеристик роботи РУ.

При аналізі літературних джерел було встановлено, що експлуатація термодатчиків призвела до завищення їх показань щодо істинної температури [5]. Наведені результати показали можливість зменшення похибки при вимірюваннях температури теплоносія в водо-водяних енергетичних реакторах АЕС за допомогою визначення поправочних коефіцієнтів. Однак, не вирішена проблема метрологічного забезпечення систем термоконтролю при безперервної експлуатації реакторних установок; зустрічає певні труднощі випуск термоперетворювачів типу ТВР-01 з термоелектродами ВР5 і ВР20 для досліджень поведінки твелів в аварійних ситуаціях.

З урахуванням цього виникає необхідність в розробці вимірювальної системи, придатної для оцінки стабільності перетворювачів безпосередньо на вимірювальних позиціях, побудова системи зонного контролю з автоматичною корекцією робочих сигналів термоелектричних перетворювачів (ТП (ТО)).

Проблему підвищення точності і достовірності технічних вимірювань температури контактними методами, що особливо актуально для первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП),

розташованих в важкодоступних зонах, в технічно необслуговуваних приміщеннях, доцільно дозволити застосуванням структурних методів [6]. Вирішення цього завдання пропонується здійснити застосуванням датчиків температури, що самокалібруються (СДТ). СДТ - це первинний перетворювач з вбудованим калібратором на основі однієї або кількох реперних точок.

Для стаціонарних теплових режимів конструкція СДТ повинен мати автономний нагрівальний елемент (для виведення малогабаритної реперної точки в режим фазового переходу), оптимальну конструкцію, що забезпечує чистоту реперного металу, і дозволяє вбудовувати її в стандартні діагностичні вікна, а також наявність двох реперних металів для контролю індивідуальної градувальної характеристики первинного перетворювача в діапазоні температур, що відповідають умовам експлуатації.

Розробка і створення СДТ пов'язана, перш за все, з пошуком нових і вдосконалення існуючих матеріалів тиглів реперних точок, розглядом механізмів деградації ПВП в конкретних умовах експлуатації, вибором і обґрунтуванням оптимальної конструкції СДТ, здатної відтворювати послідовно кілька відомих значень температури, для підвищення ресурсоспроможності і точності вимірювання температури ТП і ТО.

Використання СДТ дозволить підвищити стабільність і достовірність температурних вимірювань, надасть можливість калібрування вимірювального каналу в робочих умовах в досить широкому діапазоні, забезпечить надійність багатьох складних, багатофункціональних систем, таких як, реактори установок каталітичного риформінгу і гідроочищення нафтопродуктів, металургійні печі, водо-водяні енергетичні реактори та ін.

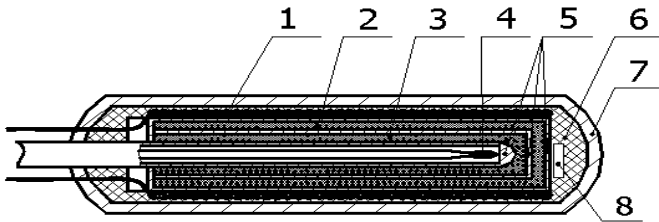
Конструкція «самокалібруючий датчик» передбачає наявність мініатюрного калібратора і первинного перетворювача. Багато технологічних процесів характеризуються стаціонарним розподілом температурного поля, в зв'язку з чим виникає необхідність додаткового розміщення нагрівача в СДТ. Нагрівач повинен забезпечувати вихід і підтримання протягом необхідного часу заданої температури плавлення (твердіння) реперного металу.

За характерних змін термо-е.р.с. в області плавлення (твердіння) реперного металу можуть бути отримані необхідні калібрувальні значення для ПВП або ВК.

При використанні даного структурного методу в системах термоконтролю необхідно забезпечити:

- стабільність СДТ при температурних циклах значно вище температури фазових переходів;
- оптимальну конструкцію СДТ, що дозволяє вбудовувати його в стандартні діагностичні вікна систем термоконтролю;
- доступність реперного речовини необхідної чистоти (> 99,99%) з температурою фазового переходу поблизу робочої температури контрольованого середовища.

На рис. 1 представлена конструкція СДТ, при детальному розгляді якої можна послідовно представити основні етапи її теплового розрахунку.



**Рисунок 1** – Самокалібруючий датчик температури:

1 - керований нагрівальний елемент; 2 і 3 - реперні метали; 4 - первинний вимірювальний перетворювач (ПВП); 5 - тиглі, виконані з окису алюмінію ( $Al_2O_3$ ); 6 - порошок окису магнію; 7 - металевий корпус, 8 - платиновий терморезистор.

Дослідження отриманих експериментальних даних показали:

- термічну стабільність малогабаритних реперних точок (СДТ) при температурах, що перевищують значення фазових переходів;

- обраний температурний режим і обсяг реперного металу в СДТ забезпечили необхідну для метрологічних робіт тривалість температурного плато (більше 5 хв.);
- метрологічні характеристики отриманих температурних плато достатні для проведення повірки (калібрування) ПВП.

Таким чином, практична реалізація СДТ показала стабільність малогабаритної реперної точки при температурах і температурних циклах, які значно перевищують температури фазових переходів. Розроблена конструкція СДТ дозволить вбудовувати малогабаритні реперні точки в стандартні діагностичні вікна систем термоконтролю.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Лысиков Б.В. Реакторная термометрия / Б.В. Лысиков, В.К. Прозоров – М.: «Атомиздат», 1980. – 320 с.
2. Иванов В.Б., Федик И.И., Денискин В.П. Основные проблемы температурных измерений в атомной промышленности // Приборы и автоматизации. – 2002. - №3(21). – С.6.
3. Балашов С.И., Брагин В.А., Гудков В.И. Электронная измерительная аппаратура системы внутриреакторного контроля / В.Б. Иванов, И.И. Федик, В.П. Денискин // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерное приборостроение. – 1980. – Выпуск 2-3. - С. 112.
4. Маркина Н.В. Влияние реакторных излучений высокой интенсивности на показания термомпар / Н.В. Маркина, Б.В. Самсонов, В.А. Цыконов // Дозиметрия и радиационные процессы в дозиметрических системах. - 1972. №7(52).– С. 128-133.
5. Сплавы для термомпар: справочник / [авт. - И.Л. Розельберг и др.]. – М.: «Металлургия», 1983. – 360 с.
6. Зимин Г.Ф. Контактные методы и приборы для измерения температур / Зимин Г.Ф., Михайлов М.Г., Пугачев Н.С. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 124 с.

**УДК 614.842.47:004.93**

## **ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**

*А.П. Кушнір, канд. техн. наук, доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Системи пожежної сигналізації (СПС) відіграють важливу роль у забезпеченні захисті об'єктів від пожежі. Ключовим аспектом СПС є виявлення пожежі якомога раніше, щоб забезпечити більше часу для евакуації людей та швидше приступити до її гасіння.

У СПС пожежні сповіщувачі (ПС) виявляють пожежу за побічними продуктами горіння горючих речовин та рідин, такі як дим, полум'я, температура. Це впливає на час виявлення ними загорань. Незважаючи на те, що ці системи широко використовуються, вони іноді виявляють пожежу із значною затримкою часу або призводять до помилкових спрацювань, через відсутність точної інформації про пожежу. Пожежа не може бути швидко виявлена, оскільки ПС знаходяться далеко від джерела загорання. Ефективність таких СПС головним чином залежить від правильно вибору типу ПС та місця його встановлення. Найбільш перспективним напрямком для раннього виявлення загорань є використання систем виявлення пожеж (СВП) на основі комп'ютерного зору, оскільки вони виявляють саме загорання, а не продукти горіння.

Розробка та впровадження СВП на основі комп'ютерного зору для виявлення загорань перебувають на самому початку свого розвитку і поки не отримали широкого застосування. Це пов'язано також з тим, що на сьогодні немає ніякої розробленої технічної документації, яка б регламентувала її використання. Тому пропонується використовувати дані системи паралельно із існуючими СПС для підвищення надійності виявлення загорання та зменшення помилкових спрацювань традиційних систем.

СВП на основі комп'ютерного зору виявляють пожежі шляхом аналізу та обробки послідовностей зображень, які поступають із камер. Одну із запропонованих структурних схем алгоритму роботи відеосистеми виявлення пожеж показана на рис. 1.



**Рисунок. 1.** Структурна схема алгоритму роботи системи виявлення пожеж на основі комп'ютерного зору

Алгоритм роботи такої системи складається з таких етапів. Це сегментація рухомих об'єктів на передньому плані, класифікація пікселів пожежі, часовий аналіз виявленої області, яка охоплена пожежею, морфологічні операції, виявлення мерехтіння та пожежна тривога. На етапі отримання відеокадрів кожен кадр з певним розміром пікселів фіксується звичайною цифровою камерою у кольоровому просторі RGB. Оскільки кольорова інформація є головною особливістю даного процесу. Виявлення полум'я вимагає попереднього використання методів обробки отриманого зображення. Дані методи зменшують шум камери, який з'являється на етапі зйомки зображення, наприклад із за руху камери, усувають тимчасовий шум навколишнього середовища (наприклад, вологість), зменшують час на обробку даних за рахунок зменшення розміру кадру та частоти кадрів. Для цього використовуються, наприклад, просторові лінійні фільтри. Вони усувають небажані шуми на зображеннях, що підлягають обробці та змінюють значення пікселів щодо змін інтенсивності світла в їх близькості.

Найбільш відомими є два види сегментації – сегментація за яскравістю для бінарних зображень та сегментація за кольорними

координатами для кольорових зображень. Для побудови СВП на основі комп'ютерного зору використовуються обидва види сегментації. Алгоритми сегментації характеризуються деякими параметрами надійності і достовірності обробки. Вони залежать від того, наскільки повно враховуються додаткові характеристики розподілу яскравості, інтенсивності в областях об'єктів або фону, кількість перепадів яскравості, інтенсивності, форма об'єктів і ін.

Для виділення рухомих пікселів з відео потрібно побудувати фонову модель, а потім порівняти цю модель із поточним кадром. Відомі такі методи виділення об'єктів переднього плану, як просте віднімання фону, середній (звичайний) рух/швидкий рух та комбінований методу Гауса. Для вилучення рухомих пікселів на об'єктах переднього плану в СВП на основі комп'ютерного зору найбільше підходить метод адаптивного віднімання фону [1]. Канал яскравості  $Y$  використовується для виявлення рухомих пікселів. Він вимагає менше обчислювальних ресурсів та менше затрату часу на обчислення. Інші методи, вимагають обчислення середніх значень для оновлення фонового зображення.

Ефективність СВП в значній мірі залежить від ефективності класифікатора пікселів, які відповідають пожежі. Зображення отримується із відеокамери у колірному просторі RGB. Колірний простір RGB можна використовувати для класифікації пікселів, які відповідають пожежі [2]. В ньому для опису кольору необхідні компоненти червоного, зеленого та синього кольорів. Однак неможливо розділити значення пікселів за інтенсивністю та кольоровістю. Значення освітленості негативно впливає на визначення пікселів, які відповідають пожежі. Тобто, якщо освітлення зображення змінюється, правила класифікації пікселів не можуть працювати належним чином. Отже, необхідно перетворити зображення з колірного простору RGB в один із колірних просторів, де поділ між інтенсивністю та кольоровістю є більш виразним, а це колірний простір  $YCbCr$ , в якому можна відокремити яскравість/освітленість від кольоровості. Чим більша різниця між каналами  $Cr$  і  $Cb$ , тим відповідним пікселем, швидше за все, буде піксель пожежі.

Виявлені ділянки, що можуть відповідати пожежі, обробляються за допомогою морфологічних операцій для усунення окремих (розрізнених) ділянок та посилення характеристик за рахунок збільшення відсутніх пікселів. З метою усунення об'єктів, кольори яких збігаються з кольорами пожежі, динамічний характер виявленої ймовірної області пожежі аналізується в часовій області для виявлення мерехтіння полум'я.

Мерехтіння за кілька секунд аналізують шляхом обчислення просторової середньої варіації послідовних кадрів. Якщо це значення перевищує порогове значення, тоді його класифікують як піксель, який відповідає пожежі.

Усі вищезазначені етапи об'єднуються в одну СВП на основі комп'ютерного зору.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. S.C.S. Cheung and C. Kamath, "Robust techniques for background subtraction in urban traffic video," in *Proceedings of SPIE: Visual Communications and Image Processing*, vol. 5308, 2004.
2. T. Celik and H. Demirel, "Fire Detection in Video Sequences Using a Generic Color Model," *Fire Safety Journal*, vol. 44, no. 2, pp. 147-158, February 2009.



УДК 614.842.47:004.93

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО  
СЕРЕДОВИЩА MATLAB ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ  
ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ***А.П. Кушнір, канд. техн. наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

У більшості випадків алгоритми роботи систем виявлення пожеж на основі комп'ютерного зору складаються з таких етапів. Це отримання зображення, видалення шумів на зображенні, сегментація рухомих об'єктів на передньому плані, класифікація пікселів пожежі, морфологічні операції, часовий аналіз виявленої області, яка охоплена пожежею, та виведення сигналу пожежної тривоги.

В програмному середовищі MATLAB є пакети Image Acquisition Toolbox (IAT) і Image Processing Toolbox (IPT) [1], які сумісно представляють собою середовища для розробки додатків для роботи із зображеннями, які можуть надходити із цифрових відеокамер. Використовуючи їх, можна впроваджувати нові ідеї, в тому числі розробку алгоритмів роботи розпізнавання загорань.

IPT містить повний набір типових еталонних алгоритмів для цифрової обробки та аналізу зображень, в тому числі функцій фільтрації, частотного аналізу, поліпшення зображень, морфологічного аналізу і розпізнавання. Всі функції пакета написані відкритою мовою MATLAB, що дає змогу користувачеві контролювати виконання алгоритмів, змінювати вихідний код, а також створювати свої власні функції і процедури. IPT можна використовувати для розробки систем стиснення, передачі і поліпшення зображень, розробки систем спостереження і розпізнавання подій, розробки сенсорів тощо. Основними особливостями пакета, які можуть бути використанні для створення алгоритмів роботи розпізнавання пожеж, є: функція поліпшення зображень, контрастування, видалення розмитості та шуму, нелінійна фільтрація; аналіз зображень, включаючи виділення границь, морфологічний

аналіз, сегментація, обробка окремих областей зображення; інтерактивні модульні інструменти, включаючи гістограми і вимірювання відстаней; DICOM імпорт/експорт. До складу IPT входять стандартні алгоритми, які здійснюють операції з підготовки зображення до обробки та після обробки, вирішують часто виникаючі системні проблеми, такі як вплив шуму, несфокусованість оптики, різниця гами кольорів зображення між вхідними та вихідними пристроями. Пакет дає змогу відображати відео і серію кадрів як для покадрового перегляду відео, так і для склеювання зображень. Об'ємна візуалізація в MATLAB дає змогу створювати відображення поверхонь рівних значень багатовимірних зображень. З його допомогою можна подивитися інформацію про зображення, збільшити його і зміститися по зображенню, докладно розглянути певну область пікселів.

Для отримання достовірної інформації необхідно формувати високоякісні вихідні відеодані. Ця інформація в подальшому використовується для обробки зображення і прийняття рішень. Існує кілька способів імпорту та експорту зображення в середовище MATLAB. Можна використати IAT для отримання зображення простої передачі з цифрових камер, плат захоплення відеозображень в форматах WDM (Windows Driver Model) і VFW (Video for Windows) та інших пристроїв.

Пакет IAT дає змогу автоматично виявляти і конфігурувати відеотехніку, здійснювати перегляд і захоплення зображень безпосередньо з середовища MATLAB і Simulink, розробляти алгоритми обробки і технології аналізу, створювати графічний інтерфейс користувача. Пакет підтримує більшість сучасних пристроїв, починаючи від цифрових камер та закінчуючи високоточними промисловими відеокамерами і мікроскопами.

Для видалення шумів на зображенні використовуються, наприклад, просторові лінійні фільтри. Просторова лінійна фільтрація здійснюється за допомогою кореляції та згортки. У IPT обидві ці операції виконуються за допомогою функції "imfilter(A, H)",

яка фільтрує багатомірний масив (матриця зображення)  $A$  багатомірним фільтром  $H$ . Функція “`fspecial(type, P1,P2)`” використовується для створення двовимірного фільтра вказаного типу (де: `type` – тип фільтру, `P1,P2` – додаткові параметри).

Модель кольору вогню, що базується на правилах, використовується для визначення того, чи виявлений об’єкт переднього плану має колір, який відповідає пожежі чи ні. Колірна модель в площині  $YCbCr$  використовується для моделювання класифікації пікселів, які відповідають пожежі. Компонент  $Y$  відповідає за яскравість,  $Cb$  і  $Cr$  відповідають колірним компонентам (синій, червоний). Зображення отримується із відеокамери у колірному просторі  $RGB$ . Отже необхідно перетворити колірний простір  $RGB$  в  $YCbCr$ . Для цього використовується функція “`rgb2ycbcr`” ( $YCbCr=rgb2ycbcr(RGB)$ ). Значення пікселів можна досліджували за допомогою функції “`imtool`”.

Для усунення окремих (розрізнених) ділянок та посилення характеристик за рахунок збільшення відсутніх пікселів виявлені ділянки, що можуть відповідати пожежі, обробляються за допомогою морфологічних операцій. Морфологічні операції покращують виділені зображення перед подальшою обробкою. Вони застосовують елемент структурування до вхідного зображення, створюючи вихідне зображення однакового розміру. Для створення елемента структурування використовується функція “`strel`” у  $IPT$ . Дана функція  $SE = strel(shape, parameters)$  створює структурований елемент  $SE$ , тип якого описується в параметрі `shape`. Функцію “`imclose`” використовують для заповнення малих ділянок та згладжування межі, щоб виділити область пожежі ( $J = imclose(I, SE)$ ) виконує морфологічне закриття напівтонового або двійкового зображення  $I$ , повертаючи закриті зображення в масив  $J$ ).

Після морфологічних операцій витягнуті пікселі накладаються на оригінальне зображення за допомогою функції “`imoverlay`” для того, щоб візуалізувати розташування витягнутого пікселя на вихідному зображенні. Дана функція  $Imoverlay(A, Bw, Color)$  завантажує вхідне зображення  $A$  і двійкове зображення  $Bw$ , і створює вихідне зображення, пікселі якого в місці

маски мають вказаний колір.

На зображенні можуть бути кілька пікселів, які насправді не відповідають пожежі, а є від рухомих об'єктів, які мають колір, подібний до кольору пожежі. Для того, щоб видалити ці пікселі, виявлені пікселі з моделі руху та моделі кольору вогню аналізуються в часовій області (перевіряється чи є мерехтіння). Для цього після виявлення областей, які ймовірно відповідають пожежі, необхідно проаналізувати поведінку цих областей на декількох кадрах. Кадри, які задовольняють обидва етапи, об'єднуються в третій вимір і аналізують динамічну природу виділених пікселів. Для часового аналізу виявленої області, яка можливо охоплена пожежею використовують функції "bwareaopen" та "regionprops". Функція обробки зображень "bwareaopen (Bw, P)" використовується для виділення ізольованих об'єктів (де Bw - це зображення, яке зазнає морфологічної операції, P – параметр). Вона видаляє усі зв'язані компоненти у двійковому зображенні Bw, які мають менше пікселів, ніж P, наприклад, 10 пікселів. Блоки, з'єднанні з областями, які можуть відповідати пожежі, шукаються функцією "bwlabel". Функція  $L = \text{bwlabel}(BW, n)$  шукає на бінарному зображенні BW зв'язні області пікселів об'єктів і створює матрицю L, кожний елемент якої рівний номеру об'єкта, якому належить відповідний піксель зображення BW.

Щоб виділити особливості з вищезазначеного зображення, можна використати функцію "regionprops" та малюють червоний колір обмежувальної рамки на позначених підключених регіонах, щоб виділити виявлену область, можливої пожежі. Якщо виділена область перевищує, наприклад, 10 пікселів, це відповідає пожежі.

Виявивши пожежу на зображенні, яке поступає з відео, програма MatLab формує сигнал на послідовний порт, до якого підключений електронний пристрій, який видає сигнал пожежної тривоги.

## ЛІТЕРАТУРА

1. MathWork, Inc. Help for Image Processing Toolbox. MatlabR2011a, 2011.

УДК-614.8.084

## СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОФІЛАКТИКА АВТОМОБІЛІВ

*М.В. Лемішко, М.З. Пелешко, канд. техн. наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Загорання в автомобілі зараз не рідкість, особливо, якщо не слідкувати за станом авто та нехтувати правил безпеки.

Кожного року на транспорті трапляється близько 3 тис. пожеж, внаслідок яких в середньому гине 30 людей. Найчастіше, пожежі в автомобілях трапляються із таких причин, як несправність електропроводки, несправність гальмівної системи, перегрів двигуна транспортного засобу, несправність рухомих вузлів та деталей, а також умисного підпалу. В автомобілі знаходиться велика кількість горючих та легкозаймистих речовин, тому пожежі на них розвиваються досить швидко.

Згідно з вимогами Правил дорожнього руху, в кожному легковому автомобілі повинен знаходитись порошковий вогнегасник масою вогнегасної речовини не менше 2 кг.

Під час літнього періоду ймовірність загорання автомобілів зростає, адже спекотна погода сприяє нагріву авто на відкритому сонці понад 70 градусів Цельсія. Як відомо, автомобіль повністю вигорає за двадцять хвилин. Притому, щоб ушкодження були фатальними, достатньо навіть п'яти хвилин, рис.1.



**Рисунок 1** – Зовнішній вигляд наслідків загорання автомобілів

Найчастіше в автомобілі горіння виникає у моторному відсіку. Розпізнати загорання можливо за ознаками виділення тепла та продуктів горіння (диму). Раннє виявлення горіння та своєчасне гасіння допомагає уникнути поширення пожежі та врятувати майно.

В Україні не практикується впровадження автоматичних систем для виявлення та гасіння пожеж в автомобілях.

Існує декілька типів модулів гасіння пожеж в малих та складних за геометричною формою об'ємах. До них відносяться модулі комбінованого пожежогасіння фірми «Норд», що використовують в якості вогнегасних речовин газ хладон та аерозоль, модулі порошкового пожежогасіння «Тунгус», малогабаритні аерозольні генератори (МАГи) та інші.

Недоліками цих модулів є те, що температурний діапазон їх експлуатації  $-20^{\circ}\text{C}$  –  $+50^{\circ}\text{C}$ , а температура повітря в моторному відсіку під час роботи двигуна  $80^{\circ}\text{C}$  –  $110^{\circ}\text{C}$ , а деякі деталі нагріваються до температури  $+150^{\circ}\text{C}$ . Крім того температура горіння аерозолеутворюючого заряду сягає близько  $1000^{\circ}\text{C}$ , наслідком якого може бути пошкодження обладнання автомобіля.

При пожежі в моторному відсіку можлива така ситуація, при якій полум'я може пошкодити в першу чергу акумуляторну батарею. В такому випадку температурний датчик не дасть сигналу на спрацювання установки

В підкапотному просторі автомобіля можливе виникнення пожеж класу А (горіння твердих горючих речовин), класу В (горіння рідин), а також пожежі пов'язані з горінням електроустановок.

Пожежі за місцем виникнення в легковому автомобілі розділяють, рис.2.

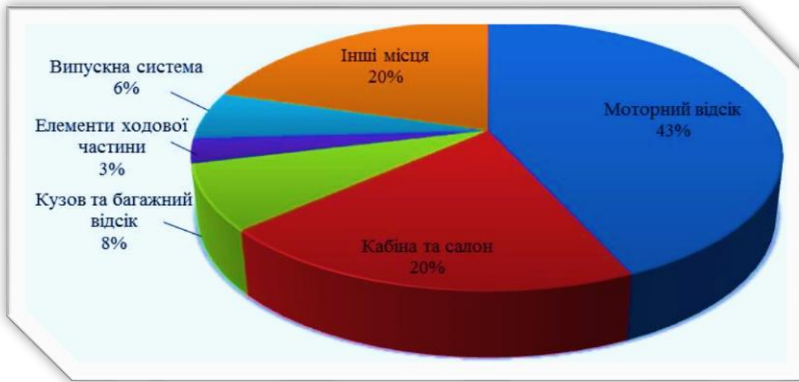


Рисунок 2 – Класифікація пожеж за місцем їх виникнення в автомобілі

**Висновки.** Як відомо, найкращий захист від загорання – це профілактика. Необхідно дотримуватись найпростіших правил пожежної безпеки, стежити за справністю автомобільного електрообладнання, паливного відсіку двигуна, перевозити горючі речовини тільки в щільно закритих контейнерах.

Існує декілька типів модулів гасіння пожеж в малих та складних за геометричною формою об'ємах. До них відносяться модулі комбінованого пожежогасіння фірми «Норд», що використовують в якості вогнегасних речовин газ хладон та аерозоль, модулі порошкового пожежогасіння «Тунгус», малогабаритні аерозольні генератори (МАГи) та інші.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27331-87. Пожежна техніка. Класифікація пожеж
2. Модули порошкового пожаротушения Тунгус (МПП Тунгус). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ibtec.com.ua/postavka/pozharotushenie-tungus.html>
3. Системы аэрозольного пожаротушения МАГи. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://fireman.ru/PTV/ptv/mag/mag.htm>

4. Зернов С.И. Пожар в автомобиле: как установить причину?: Практическое пособие / Булочников Н.М., Зернов С.И., Становенко А.А., Черничук Ю.П. // Под науч. ред. профессора С.И. Зернова. – М.: ООО «НПО «ФЛОГИСТОН», 2006. – 224 с.

5. Модуль комбинированного пожаротушения МКП "Норд". АСОТП "Норд". [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ognetek.ru/nord.html>

6. Король А.А. Тушение пожаров тонкодисперсными порошками / А.А. Король // Уголь Украины. – 2003. – С. 42 – 43.

УДК 614.841.245

## ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИДУ СТРУМУ

*О.Б. Назаровець, канд. техн. наук, Б.П. Годісь  
Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

Функціонування будь-якого підприємства неможливе без облаштування його електроустановками. До них належать електричне обладнання, апарати управління, пуско-регулювальне обладнання, контрольно-вимірювальні та освітлювальні прилади, електродвигуни, електропроводи, кабелі тощо. Активне використання постійного струму розпочалось на початку ХІХ століття, коли Томас Едісон заснував перші в Нью-Йорку електростанції, які виробляли постійний струм напругою 110 В. Проте використання постійного струму мало ряд недоліків. В той же час інший відомий вчений Нікола Тесла мав іншу ідею, замість постійного струму, він зосередився на змінному струмі. Змінний струм давав очевидні переваги: напругу можна легко регулювати за допомо-



гою трансформаторів для передачі на великі відстані, а для передачі електроенергії можна застосовувати кабель з меншою площею поперечного перерізу, що ставало економічно вигідним.

З суперечки щодо виду струму між Едісоном і Теслою розпочалась (так звана «війна струмів») [1]. Практично всі електроустановки промислових підприємств живляться від мереж змінного струму, так як це найбільш доцільно. Але в умовах сьогодення коли активно запроваджуються альтернативні джерела енергії, знову постає питання використання мереж і електрообладнання постійного струму. Ряд країн, зокрема, Німеччина ініціює фінансування проектів по впровадженню живлення промислових підприємств постійним струмом, так звана "DC Industrie" [2, 1]. Крім цього не потрібно забувати про електротранспорт, який використовує мережі та обладнання постійного струму.

Під час користування електроенергією існує небезпека ураження електричним струмом. Найчастіша причина ураження - дотикання до неізольованих струмопровідних провідників; до провідників з пошкодженою ізоляцією, а також до металевих елементів конструкції машин, механізмів і апаратів, які випадково виявилися під напругою. Рід і частота струму переважно визначають наслідок ураження живого організму. Найнебезпечніший – змінний струм частотою від 20 до 1000 Гц. Постійний струм відносно безпечніший за змінний. Але дія постійного струму величиною 0,09...0,1 А викликає параліч дихання. Шлуночкова фібриляція виникає від ураження струмом в межах 60-100 мА в системах змінного струму. Для постійного струму близько 300 до 500 мА.

З точки зору пожежної небезпеки вид струму має не таке значення, як його величина.

Пожежну небезпеку струму можна описати законом Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Тобто кількість теплоти (Q), що виділяється у провіднику буде залежати від сили струму (I), що протікає через провідник, опору (R) провідника і часу (t) протікання цього струму. Найбільшу пожежну небезпеку представляють маслонаповнені апарати

– трансформатори, бакові вимикачі високої напруги, а також кабелі з паперовою ізоляцією, просоченою маслосиліковою сумішшю. Які крім нагрівання, мають велику пожежну навантагу. Але є свої особливості під час проведення гасіння пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Електронний ресурс. Режим доступу до силки: <https://lap-pukraine.lappgroup.com/novini/tematiczni-statti/zlam-paradigmi-vid-zminnogo-strumu-do-postiinogo.html>

2. Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії: навч. посіб. / [В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.]. - Київ: КПІ ім. І. Сікорського: Політехніка, 2019. – 368 с.

**УДК 614.849**

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОННОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІД ВТОРИННИХ ПРОЯВІВ БЛИСКАВКИ

*О.Б. Назаровець, канд. техн. наук, І.С. Головатчук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

На сучасних об'єктах промисловості все частіше використовується автоматизація технологічного процесу за допомогою різного електронного та електричного обладнання. На підприємствах вихід з ладу одного датчика призводить до зупинки технічного процесу і багатотисячних втрат. Дане обладнання є чутливим до імпульсних перенапруг, які виникають з різних причин, а також при ударі блискавки.

Багато людей вважає, що небезпека від блискавки виникає лише при прямому ударі, забуваючи про, так звані, вторинні прояви, а саме електромагнітні та електростатичні імпульси. Залишкові імпульси можуть поширюватись в радіусі до 2 км від місця

влучання блискавки і вивести з ладу чутливе електронне обладнання при відсутності відповідного захисту. Найчастіше занесення високих потенціалів відбувається через електричну мережу, оскільки більшість ліній електропередач виконанні відкритим способом, а наявна система блискавкозахисту не завжди виконує покладені на неї завдання. На сьогодні відомо багато випадків влучання блискавки в лінії електропередач збоку, оминаючи зовнішній блискавкозахист.

На превеликий жаль класичні апарати захисту (плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, ПЗВ та ін.), що встановлюються у ввідних щитах не захищають від імпульсних перенапруг. Небезпека імпульсних перенапруг полягає у тому, що вони поступово або миттєво призводять до пробую ізоляції електрообладнання. Відсутність відповідного захисту приведе до виходу з ладу електроприладів, інформаційних та контрольних мереж, що приведе до значних матеріальних збитків, а також може завдати шкоди здоров'ю або навіть життю людини. Тільки сертифіковані пристрої захисту від імпульсних перенапруг, так званих (ПЗП, ОПН, розрядників), а також виконання надійного заземлення зможуть захистити мережу та електрообладнання від вторинних проявів блискавки та різноманітних комутацій.

При виборі пристроїв захисту від імпульсних перенапруг необхідно керуватись вимогами ДСТУ EN 61643, а саме: ДСТУ CLC/TS 61643-12:2015 Пристрої захисту від імпульсних перенапруг низьковольтні. Частина 12. Пристрої захисту від імпульсних перенапруг, підключені до низьковольтних розподільчих систем. Принципи вибору та застосування (CLC/TS 61643-12:2009, IDT) та ДСТУ CLC/TS 61643-22:2015 Пристрої захисту від імпульсних перенапруг низьковольтні. Частина 22. Пристрої захисту від імпульсних перенапруг, підключені до низьковольтних розподільчих систем. Принципи вибору та застосування (CLC/TS 61643-22:2006, IDT). Крім цього згідно змін до Правил улаштування електроустановок від 2015 року, вимагається обов'язкове улаштування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг у низьковольтних мережах. Для виконання захисту від вторинних проявів

блискавки керуємось вимогами ДСТУ EN 62305:2012 «Блискавкозахист», а саме 4-ю частиною «Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах».

Сучасний системний блискавкозахист повинен виконуватись у комплексі, що включає зовнішню (блискавкоприймач, струмовідвід та заземлення) та внутрішню системи захисту від блискавки (пристрої захисту від імпульсних перенапруг – ПЗІП, ОПН, шина вирівнювання потенціалів) і обов'язково ефективної системи заземлення. Завданням системи заземлення є усунення різниці потенціалів між різними провідниками струму, що забезпечується під'єднанням до головної заземлювальної шини всіх захисних провідників, сталевих труб комунікації, металевих конструкцій будівлі, систему зовнішнього блискавкозахисту, екрани кабелів і сам заземлювач.

Імпульсна перенапряга - це короточасне збільшення напруги понад допустимого значення. Особливість – дуже швидке збільшення напруги (8-10 мікросекунд). Існує два види імпульсних перенапруг: комутаційна, яка виникає при перехідних процесах в мережі, та атмосферна, виникають при ударах блискавки в ЛЕП, землю, дерева і будь-які інші об'єкти на відстані до 2-х км або в результаті впливу електромагнітного поля розряду блискавки.

Єдиним захистом від такого типу перенапруг є пристрої захисту від імпульсних перенапруг. Для обмежувачів імпульсних перенапруг різної конструкції час спрацювання складає – від 25 наносекунд до декількох мікросекунд. Вони складаються з варистора чи розрядника (інколи об'єднаних в одному корпусі), які в нормальному стані являють собою розімкнутий ключ і ніяк не впливають на роботу іншого обладнання. При надходженні високоевольтного імпульсу блискавки цей ключ замикається та відводить імпульсний струм через заземлювач в землю а також розсіює його у вигляді тепла. Без заземлення, встановлення пристроїв захисту від імпульсних перенапруг недоцільне, оскільки цей імпульс повинен розсіяти в землі, інакше він буде "блукати" мережею, впливати на електрообладнання, поки не знайде шлях до землі. За місцем використання ПЗІП поділяють на два типи: для

відкритого застосування і застосування в приміщеннях. За видом вони бувають розрядники і варистори.

Іскровий розрядник - це прилад, який різко змінює свою електропровідність при виникненні розряду між електродами. Розповсюдження отримало два види іскрових розрядників – це газонаповнений герметичний розрядник та закритий (без викиду плазми) багатоіскровий вугільний розрядник. При зростанні напруги на електродах розрядника спочатку виникає тліючий розряд, який з подальшим підвищенням напруги приводить до виникнення дуги (це і є спрацювання розрядника). Щодо варисторів, то найбільшого розповсюдження отримали метало-цинкові варистори. Це напівпровідниковий резистор, електричний опір якого змінюється нелінійно від прикладеної до нього напруги. Спочатку підвищення напруги, варистор плавно зменшує свій опір, а подальше збільшення рівня напруги, приводить до різко зменшення опору та зростання струму, при цьому на затискачах залишається майже незмінна напруга, до проходження імпульсу перенапруги. Неправильний вибір ПЗП може призвести до пошкодження варистора, інколи це призводить до вибуху варистора. Отже чим менше час реакції і більше струм комутованої перешкоди пристрою, тим кращий захист від перенапруги забезпечить ПЗП.

Пристрої захисту, що застосовуються в низьковольтних електричних мережах і в мережах передачі інформації, схильні до так званого старіння, тобто поступової втрати здатності обмежувати імпульсні перенапруги. У пристроях захисту варисторного типу передбачений тепловий захист, що забезпечує працездатність пристроїв при тривалій експлуатації. Однак вартість таких систем є високою і потребує певних вагомих інвестицій, проте в процесі експлуатації ця система захистить електронне та електричне обладнання, технологічний процес та сам об'єкт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 62305:2012 «Блискавкозахист» ( 4 розділи).
2. ДСТУ EN 61643, а саме: ДСТУ CLC/TS 61643-12:2015

Пристрої захисту від імпульсних перенапруг низьковольтні. Частина 12. Пристрої захисту від імпульсних перенапруг, підключені

до низьковольтних розподільчих систем. Принципи вибору та застосування.

3. Електронний ресурс. Режим доступу до силки: <http://www.in-point.com.ua> Електронний ресурс. Режим доступу до силки: <https://yvt.com.ua/uk/4-yaki-buvayut-pristroi-zakhistu-vid-impulsnikh-perenaprug-pzip-ta-ikh-kharakteristiki.html>

**УДК 614.841.23, УДК 620.91**

## **ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

***О.Б. Назаровець**, канд. техн. наук, **М.І. Шалан***

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Незворотне виснаження світових вуглеводних запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинених країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики. Альтернативні джерела енергії – невикопні джерела енергії, які постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі такі як енергія сонця, вітру, геотермальна, аеротермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій [1, 3].

За даними Міжнародного енергетичного агентства до 2030 р. частка електроенергії, видобутої за допомогою альтернативних джерел, збільшиться вдвічі, порівняно із сьогоdnішнім показником, що складає близько 16 % від усього виробництва. У більшості розвинених країн, зокрема у США, Німеччині, Іспанії, Швеції, Данії, Японії, планують довести частку відновлювальних джерел

енергії в загальному енергобалансі до 20-50 %. Європейська комісія вважає, що у 2025 р. в Європі п'ята частина енергії вироблятиметься з екологічно безпечних джерел [1].

В даний час, за оцінками Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA), близько 115 млн. людей в світі мають за автономне джерело отримання електричної енергії лише у вигляді пристроїв для сонячного освітлення, і ще 25 млн. отримують більш високий рівень послуг відновлюваної енергії через сонячні домашні системи або підключення до сонячної міні-мережі, більше 6 млн. людей в даний час підключені до міні-електромереж гідроенергетики, а ще 300 тис. людей використовують енергію біогазу [5].

Зараз, як ніколи раніш, гостро постало питання: що чекає на людство – енергетичне голодування чи енергетичний достаток? Очевидно, що зараз людство переживає енергетичну кризу: бажані потреби людства у електричній енергії у декілька разів перевищують виготовлення. Протягом останнього десятиліття масштаби та важливість проблеми доступу до енергії були вперше визнані в ООН однією з найнагальніших проблем людства, оскільки згідно із даними Міжнародної енергетичної агенції (IEC) до 2030 року більше півмільярда людей на планеті (674 млн.) не матимуть жодного доступу до електроенергії [2].

Враховуючи вище сказане та інтенсивні темпи розвитку джерел альтернативної енергії підрозділи оперативно-рятувальної служби повинні бути готовими до нових викликів пов'язаних з пожежами та надзвичайними ситуаціями на таких об'єктах. Отже, розглянемо пожежну небезпеку та основні причини виникнення пожеж найбільш впроваджуваних на сьогоднішній день на території нашої держави альтернативних джерел енергії.

Використання сонячних панелей, як найбільш надійного джерела альтернативної енергії набуває популярність з кожним роком. Тільки у 2019 році було встановлено понад 120 ГВт фотоелектричного обладнання. При нормальних умовах експлуатації, PV-системи взагалі вважаються надзвичайно безпечними. Звісно,

монтаж системи та її обслуговування має проводитись професіоналами відповідно до електричних норм та правил. Однак із розповсюдженням сонячних батарей, що працюють на землі, дахах і навіть інтегруються в будівлі, слід враховувати ризик можливої пожежі. Різні компоненти фотоелектричної системи є горючими через вміст полімерів, наприклад: плівка для герметизації EVA та полімерний фоновий лист у модулях, полімери в струнних кабелях, трансформатори та інвертори. Проведені дослідження встановили, що система потужністю 9 кВт з 38 стандартними фотомодулями містить до 60 кг полімерного матеріалу тільки в модулях. Під час і після пожежі у PV-системах можуть відбуватись викиди в рідкій, твердій та газоподібній формах. Кількість небезпечних речовин в модулях дуже мала і не завдає значної шкоди навколишньому середовищу, а от рятувальники, які ліквідують надзвичайну ситуацію, можуть піддатися впливу небезпечних концентрацій металів, таких як свинець та кадмій, а також селену у випадку, якщо в системі присутні тонкоплівкові модулі [1, 4, 5].

Вітрова енергетична установка – це один з найбільш дешевих видів альтернативної енергетики. Перевагами вітрової енергетики є те, що виробництво електроенергії за допомогою «вітряків» не супроводжується викидами шкідливих газів. Недоліки - це нестабільність, вітрові турбіни в період пікових навантажень не є ефективними, а вартість однієї установки становить 1 млн доларів. До недоліків також можна віднести шкоду природі, а шум вітряків може викликати незручності, як диких тварин, так і людей, які живуть поблизу [1].

Рухомий водяний потік, як альтернативне джерело енергії використовується в декількох видах генераторів. Перевагами гідроенергетики є низька ціна електроенергії, відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Негативною стороною є затоплення великої кількості орних земель, будівництво ГЕС лише у місцях великих запасів води, перебудова унікальних заплавлених систем, забруднення річок, зниження чисельності риб та ін. [2].



Геотермальна енергія добувається з глибин планети, тобто використовують пар, що підіймається з підземних резервуарів з гарячою водою. Перевагами геотермальної енергії є відновлювальність, екологічність, надійність та швидке постійне вдосконалення технології видобутку. Недоліками є зональність (обмежена кількість місць для видобутку), шкода для екології (виділення парникових газів), землетруси внаслідок буріння глибоких свердловин і викачування води з підземних резервуарів та високі витрати для організації видобутку [2].

Особливістю встановлення більшості альтернативних джерел енергії є їх розміщення на відкритій місцевості, що зумовлює підвищений ризик влучання блискавки. Крім цього велика насиченість електричним та електронним обладнанням, яке є чутливим до імпульсних перенапруг та може призвести в аварійних режимах до пожежі. Також потенційними загрозами при пожежі є слизька та обмежена поверхня батарей, обвал даху через перевантаження, дуговий розряд, несправність заземлення та ураження електричним струмом. Що ж стосується причин виникнення пожеж, то це людський фактор (під час монтажу та експлуатації), недоліки обладнання, а також влучання блискавки.

Усе це зумовлює необхідність обладнання альтернативних джерел енергії блискавкозахистом, який забезпечується захистом інверторів та обладнанням кабельних трас і заземлення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / [В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.]. - Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. - 368 с.
2. Біомаса – ресурс землі / В. Роженко, С. Балабуха, І. Роженко, М. Джима // Пропозиція. – 2012. – № 1. – С. 98-101.
3. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія / Й. С. Мисак, І. М. Озарків, М. Г. Адамовський та ін. ; за ред. Й. С. Мисака, І. М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. лісотехн. ун-

т України. – Л. : НВФ "Укр. технології", 2013. – 356 с. :іл., табл. –  
Бібліогр.: с. 353-354 (25 назв). – ISBN 978-966-345-267-8.

4. Електронний ресурс. Режим доступу до силки:  
<https://solarity.com.ua/blog/fire-hazards-and-mitigation-in-photovoltaic-systems/>

5. Електронний ресурс. Режим доступу до силки:  
<https://avenston.com/articles/off-grid-pv-systems/>

## УДК 614.8

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВИХ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ НА ПРИКЛАДІ 25-ПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

*О.А. Петухова, канд. техн. наук, доцент, С.А. Горносталь,  
канд. техн. наук, доцент,  
Є.В. Іванов, канд. техн. наук*

*Національний університет цивільного захисту України*

В висотних житлових будівлях для виявлення та локалізації пожежі в початковій стадії передбачено влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ). Він складається з трубопроводу та пожежних кран-комплектів (ПКК). Вимогами нормативних документів [1-2] в висотних житлових будинках передбачено встановлення ПКК діаметром 50 мм або 65 мм та діаметром 19 мм, 25 мм або 33 мм. Передбачено їх приєднання до господарсько-питного або протипожежного водопроводу.

Успішність застосування ПКК визначається характеристиками обладнання та умовами його використання [3-4]. В нормативних документах наведені характеристики обладнання ПКК, які варіюються в широких межах. Треба відзначити, що вимоги та рекомендації по вибору обладнання ПКК існують тільки для обладнання діаметром 50 або 65 мм. Порядок вибору характеристик

ПКК діаметром 19 мм, 25 мм або 33 мм в нормативних документах не визначено. При цьому наявність додаткового обладнання та його використання під час гасіння пожежі впливає на витрату, яку повинен забезпечити ВПВ. При виконанні розрахунків для ПКК діаметром 50 мм враховують, що вони здатні забезпечити витрату від 2,5 л/с, ПКК діаметром 65 мм - від 5 л/с. При цьому на додатковий ПКК передбачено 0,5 л/с. В нормативних документах немає чітких вказівок, щодо витрати води, яку треба отримати з ПКК діаметром 19 мм, 25 мм або 33 мм. Це питання залишається невизначеним [5-6]. Існує потреба дослідити ефективність використання додаткових ПКК в житлових будівлях з метою підвищення ефективності їх використання.

Метою роботи є визначення фактичні витрати води з додаткових ПКК, встановлених у житловій будівлі, оцінити ефективність подачі води з них для гасіння пожежі. Для цього було використано запропонований раніше алгоритм вибору обладнання додаткового ПКК та отримані в [7] моделі витрати води. Розрахунок проведено для додаткових ПКК, які встановлені в 25-ти поверховій житловій будівлі. При виконанні розрахунків розглянуто два місця встановлення ПКК:

1. В санітарному вузлі квартири. Приєднання додаткового ПКК передбачено до господарсько-питної мережі квартири.
2. На сходовій клітці в шафі основного ПКК. Приєднання додаткового та основного ПКК передбачено до протипожежного водопроводу.

Для подальшого розрахунку використано наступні вихідні дані:

- 1) Фактичний напір у водопровідній мережі:
  - господарсько-питної -  $H(\text{г-п}) = 5$  м (напір в точці приєднання ПКК до господарсько-питного трубопроводу на 25-тому поверсі);
  - внутрішній протипожежний водопровід  $H(\text{ВПВ}) = 50$  м (напір в точці приєднання ПКК до трубопроводу ВПВ на 25-тому поверсі).
- 2) Приймаємо ступінь розгортання рукава - 90%.

3) Розглядаємо діаметр насадка-розпорошувача 5, 8 та 12 мм.

4) Довжина рукава залежить від місця встановлення ПКК та приймається:

– для квартири 16 м, при цьому врахована відстань від вертикального трубопроводу системи господарсько-питного водопостачання до найбільш віддаленої точки квартири;

– для ПКК на сходовій клітці - 29,5 м.

Для проведення розрахунків створено програмний комплекс, в основу якого покладено результати моделювання. Розрахунок виконаний для двох типів рукавів – плоскозгорнутих та напівжорстких. Аналіз отриманих результатів дозволив зробити наступні висновки:

1. Для будівлі з заданими характеристиками доцільним є використання ПКК, характеристики обладнання якого залежать від місця розташування приладу:

– для квартир доцільно використовувати напівжорсткі та плоскозгорнуті рукава діаметром 19 мм довжиною 16 м з розпилювачем діаметром від 5 до 12 мм. Розрахунок показав, що можна використовувати рукава діаметром 25 або 33 мм, але при цьому діаметр насадка-розпорошувача повинен бути не менше ніж 8 мм;

– для сходових доцільно використовувати напівжорсткі та плоскозгорнуті рукава діаметром 25 або 33 мм. Їх довжина повинна бути максимальною, діаметр насадка-розпорошувача можна прийняти в межах 5-12 мм.

2. При застосуванні ПКК з різними характеристиками обладнання зможе забезпечити фактичну витрату води в залежності від місця його розташування в межах:

– для квартир - 0,135-1,09 л/с;

– для сходових клітин - 0,33-2,53 л/с.

Треба відмітити, що результати розрахунку показали відмінність фактичних результатів від тих, що рекомендовані нормативними документами. В роботі визначені фактичні витрати води з ПКК у відсотках від рекомендованих витрат води 0,5 л/с. Розра-

хунок проведено для різних характеристик умов його використання обладнання ПМК. Аналіз отриманих результатів показав, що фактичні витрати води з ПМК при зміні його характеристик складають 27-66% відсотків від рекомендованих. Умовою ефективного використання ПМК є можливість забезпечити кількість води, якої достатньо для відводу теплоти, що виділяється під час пожежі. Використання ПМК з характеристиками, які підібрані в результаті розрахунку, забезпечує зменшення витрати води з ПМК на 34-73% від рекомендованих.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5–64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. [Чинний від 2013-01-03]. Київ, 2013. 135 с. (Державні будівельні норми).
2. ДБН В.2.2–24–2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. [Чинний від 2009-09-09]. Київ, 2009. 105 с. (Державні будівельні норми).
3. Weijie L. Analysis of Characteristics and Design Key Points of Water Supply and Drainage Engineering for Fire Control in High-rise Buildings. *Journal of Architectural Research and Development*. Sydney (Australia), 2017. Vol. 1, Issue 2. P. 6-8.
4. Желяк В. І., Лазаренко О. В., Регуш А. Я. Особливості гідравлічного розрахунку системи внутрішньоквартирного пожежогасіння. *Пожежна безпека*. Львів, 2015. Вип. 26. С. 65–70.
5. Горносталь С. А., Петухова Е. А., Щербак С. Н., Шаповалова Е. А. Исследование условий эффективного применения пожарных кран-комплектов в высотных жилых зданиях. *Science and Education a New Dimension, Natural and Technical Sciences*. Budapest, 2017. Volum 15, Issue 140. P. 56-59.
6. Chih-Peng W., Ban-Jwu S. Research on the Integration of Fire Water Supply. *Procedia Engineering*. Published by Elsevier Ltd, 2018. Vol. 211. P. 778-787.

7. Петухова О. А., Горносталь С. А., Щербак С. М. Обґрунтування вибору характеристик складових пожежного кран-комплекту. Проблеми пожарной безопасности. Харьков, 2017. Вып. 42. С. 95-100.

УДК 621.3.

## КОНТРОЛЬ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ БАГАТОЖИЛЬНИХ КАБЕЛІВ, ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЕНЕРГЕТИКИ

*С.В. Рудаков, канд. техн. наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Пожежна безпека експлуатації об'єктів енергетики значною мірою залежить від стану та перевантажувальної здатності трас силових та контрольних кабелів, що використовуються на об'єктах різного призначення. Кабелі являють собою електротехнічні вироби, в яких одночасно присутні: горюча речовина (ізоляційні матеріали), окислювач (кисень повітря) та джерело запалювання (струмопровідна жила). Це обумовлює їх високу пожежну небезпеку. Погіршення діелектричних властивостей ізоляційних матеріалів призводить до поступового збільшення струму втечі та замкненню струмопровідних жил.

Систематичні спостереження за якістю кабельних трас, які включають польові та лабораторні дослідження на відібраних зразках свідках, є основою своєчасного виявлення зміни параметрів і вжиття адекватних заходів аж до заміни застарілих виробів новими.

Кабелі являють собою електротехнічні вироби, в яких одночасно присутні: горюча речовина (ізоляційні матеріали), окислювач (кисень повітря) та джерело запалювання (струмопровідна

жила). Це обумовлює їх високу пожежну небезпеку. Погіршення діелектричних властивостей ізоляційних матеріалів призводить до поступового збільшення струму втечі та замкненню струмопровідних жил. Ізоляційні матеріали кабельних виробів мають визначений пожежонебезпечний строк експлуатації (ресурс), яких може скінчитися як раніше, так і пізніше нормативного строку. В сучасних умовах для попередження пожежонебезпечних режимів роботи – підвищення надійності електропостачання актуальним є завдання своєчасне виявлення ділянок кабельних трас, ізоляція яких близька до відпрацювання свого ресурсу. Як слід, стає питання обґрунтованої заміни кабельних трас по їх фактичному стану з мінімальними матеріальними затратами. Запропонована методика електричного контролю стану окремих компонентів конструкції - фазної і поясний ізоляції силових кабелів, ізоляції окремих жив і захисної оболонки контрольних кабелів. Для цього використовуються сукупні виміри характеристик декількох компонентів одночасно (сукупні виміри). Між об'єктом контролю і вимірювальним приладом установлений комутатор (механічний або електронний на основі дешифратора та оптореле). За допомогою комутатора електроди об'єкта підключаються до однієї або до іншої клеми приладу. Якщо виміри виробляються на перемінному струмі і без постійної складової (поляризуюча напруга), то обидві клеми приладу рівноцінні, тому що вхід його диференціальний.

Якщо виміри проводяться при наявності поляризуючої напруги (наприклад, у випадку, коли навантаження об'єкта контролю є вентильним пристроєм, що неможливо відключити на час обстеження кабелю), то клеми приладу стають нерівноцінними і результат виміру залежить від полярності підключення засобу виміру.

Нехай об'єкт контролю містить  $n$  електродів (комутатор – *n*-перемикач), кожний з яких може бути тільки в двох станах “1” і “0” (“1” – підключений до засобу виміру, “0” – відключений від нього). Тоді число можливих варіантів підключення об'єкта контролю дорівнює  $N_{\text{вар}} = 2^n$ . При цьому враховуються і такі “варіанти” підключення, коли всі електроди підключені на одну

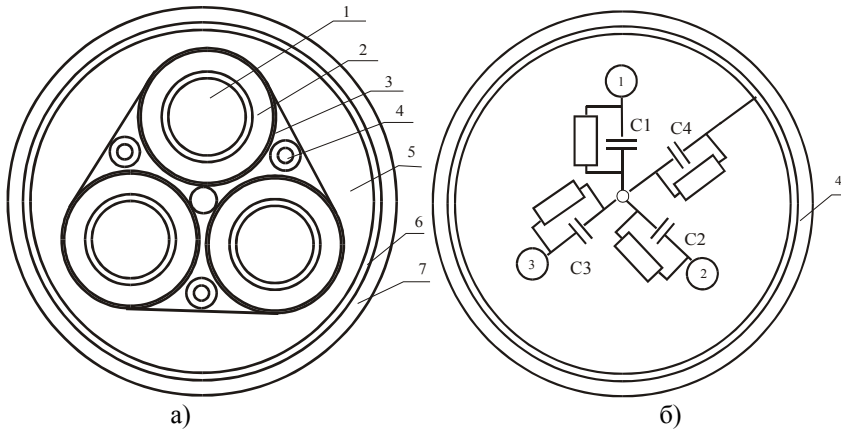
(00000000) або на іншу (11111111) клеми приладу. Якщо виключити ці два неінформативних варіанти підключення об'єкта контролю, то загальне число варіантів складе  $N_{\text{вар}} = 2^n - 2$ . При вимірах без постійних складових, коли клеми приладу рівноцінні, число варіантів дорівнює  $N_{\text{вар}} = 2^n/2 - 2$ .

Між трьома електродами (дві жили й екран) утворюються три часткових ємності, з'єднаних за схемою трикутника. Закорочуючи одну з ємностей, можна виміряти дві інші, включені паралельно. При цьому в схемі заміщення об'єкта контролю не враховується часткове проникнення зондувального поля в ізоляцію закороченої жили. Похибка виміру, що виникає при такому впливі полів може досягати 10-15%. Силкові кабелі містять ряд ізоляційних компонентів (наприклад, фазна ізоляція, поясна ізоляція, внутрішня оболонка, зовнішня оболонка, міжфазне заповнення), старіння яких носить індивідуальний характер. Це є наслідком як кілька різних рівнів зовнішніх факторів старіння, що впливають - підвищеної температури, напруженості електричного поля, вологи, термомеханічних напруг, що іонізує радіації, так і різної природи цих матеріалів. Задача досягнення рівномірного старіння всіх компонентів конструкції кабелю поки навіть не ставиться. Тому виявлення найбільш слабкої ланки представляється перспективним способом діагностики ізоляції, що нерулине.

На рис. 1а представлена типова конструкція, що містить: 1 - жилу; 2 - фазну ізоляцію жили; 3 - напівпровідне покриття по ізоляції й екран; 4 - допоміжні ізольовані жили; 5 - захисну внутрішню оболонку; 6 - броню; 7 - зовнішню захисну оболонку. Схема заміщення основної ізоляції кабелю представлена на рис. 1б. Тут позначено: 1, 2, 3 - жили; 4 - екран (броня). Між чотирма електродами утворюються 4 ємності:  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  - часткові ємності кожної з жил на свої екрани;  $C_4$  - ємність екранів стосовно броні кабелю. Опори, підключені паралельно частковим ємностям, відбивають втрати в ізоляції. Їх прийнято характеризувати тангенсами кутів діелектричних втрат:  $(\text{tg}\delta_1)$ ,  $(\text{tg}\delta_2)$ ,  $(\text{tg}\delta_3)$ ,  $(\text{tg}\delta_4)$ .

Таким чином, схема заміщення рис. 1б містить 8 невідомих: 4 - часткових ємностей і 4 - відповідних їм  $(\text{tg}\delta)$ .





**Рисунок 1** – Трифазний кабель з окремо екранованими жилами (а) і його схема заміщення (б). 1 – жила; 2 - фазна ізоляція жили; 3 – напівпровідне покриття по ізоляції та екран; 4 – допоміжні ізольовані жили; 5 – захисна внутрішня оболонка; 6 – броня; 7 – зовнішня захисна оболонка.

За результатами обчислень можна зробити висновки, що Застосування методу неруйнівного контролю стану ізоляції багатожильних кабелів дозволить своєчасно визначити найбільш вразливі ділянки кабельних виробів з точки зору пожежної безпеки.

Використання просторового способу виділення шуканої вимірюваної величини і перехід до схем заміщення об'єкта контролю дозволяє спростити задачу інтерпретації результатів безлічі сукупних вимірів. Кожен компонент (ізоляція жили, фазна ізоляція, захисна оболонка) представляються тільки одним RC-ланцюжком. Тоді, число можливих способів підключення об'єкта контролю до вимірювального приладу перевищує число невідомих параметрів у схемі заміщення. “Зайві” досвіди дають можливість оцінити погрішності перебування шуканих параметрів.

УДК 621.311.61

## ОБГРУНТУВАННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

*О.В. Шаповалов, канд. техн. наук*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

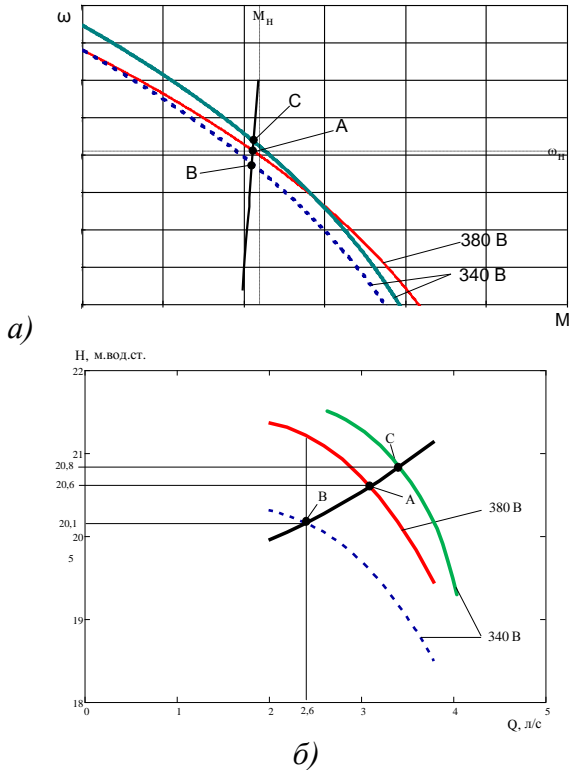
В останні роки клімат на планеті змінюється дуже стрімко. Торнадо, повені, масштабні пожежі наносять величезні збитки країнам, навколишньому середовищу і створюють смертельну небезпеку для людей.

Одночасні знеструмлення десятків і сотень населених пунктів, про що свідчать звіти ДСНС України та інших оперативних служб, впливає на забезпечення протипожежного захисту об'єктів та безпеки людей. Враховуючи непередбачуваність виникнення подій необхідно застосовувати способи забезпечення резервного електроживлення незалежного від електропостачання та кліматичних умов експлуатування систем протипожежного захисту.

З метою зменшення часу приведення в дію виконавчих органів (АД) системи протипожежного захисту у порівнянні з особливостями пуску генеруючи установок з двигунами внутрішнього згорання та уникнення необхідності додаткового перепланування та переобладнання приміщень для їх влаштування, пропонуємо використати трифазні інвертори напруги із живленням від акумуляторних батарей [1].

Щоб уникнути зниження необхідних параметрів тиску і витрати води на гасіння, система управління формує керуючий вплив на АІН для збільшення частоти напруги живлення АД на 0,5 Гц. Механічні характеристики АД водяного насоса системи пожежо-гасіння при номінальній напрузі живлення и зменшеній на 10%

(340 В), утворились в результаті розряду АБ, а також при збільшенні частоти напруги на 0,5 Гц (точка С), показані на рис.1. Для прикладу в обґрунтуванні алгоритму роботи системи управління роботою системи пожежогашіння розглянуто систему внутрішнього протипожежного водопостачання бази відпочинку «Захар Беркут» розташовану в с. Волосянка Сколівського району Львівської області.



**Рисунок 1** – Механічні характеристики системи: а) залежність кутової швидкості АД від моменту (точка С при  $f = 50,5$  Гц); б) робоча точка системи (точка С при  $f = 50,5$  Гц)

Одним з основних показників безвідмовності є ймовірність безвідмовної роботи об'єкта протягом заданого часу, тобто що

час  $T$  безвідмовної роботи системи чи елемента системи буде більшим від заданого часу  $t$ .

Ймовірність відмови  $Q(t)$  - це ймовірність того, що час  $T$  безвідмовної роботи елемента чи системи буде меншим від заданого часу  $t$  [1].

Для умовного розрахунку приймаємо перетворювач частоти (ПЧ) типу ACS601 з середнім часом напрацювання на відмову 120000 год [3].

В такому випадку інтенсивність відмов ПЧ буде становити [1]

$$\lambda = 1/T = 1/120000 = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

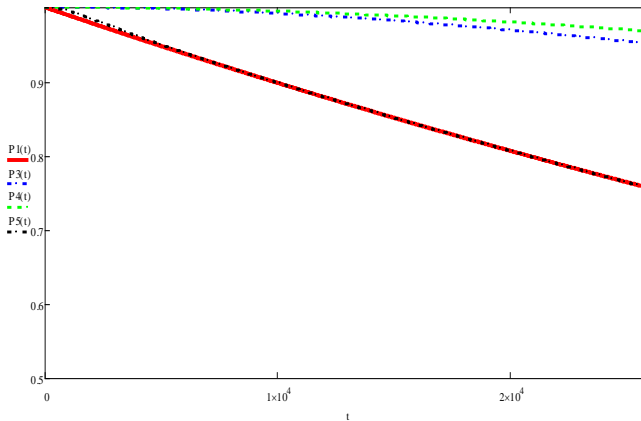
Інтенсивність відмов резервної системи з акумуляторними батареями, автономними інверторами напруги і ПЧ буде становити [1]

$$\lambda_{pc} = 0,806 \cdot 10^{-6} + 8,3 \cdot 10^{-6} = 9,106 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

Використавши отримані значення інтенсивностей відмов основної та схеми активного резервування знаходимо ймовірність безвідмовної роботи

$$P_3(t) := e^{-10,753 \cdot 10^{-6} \cdot t} \cdot \left[ \frac{10^{-6}}{10,753 \cdot 10^{-6} + 0,07 \cdot 10^{-6} \cdot 2 - 10 \cdot 10^{-6} - 0,806 \cdot 10^{-6} - 8,3 \cdot 10^{-6}} \right] \cdot e^{-666,7 \cdot 10^{-6} - 0,806 \cdot 10^{-6} \cdot t} \cdot \left[ e^{-(10,753 \cdot 10^{-6} + 0,07 \cdot 10^{-6} - 10 \cdot 10^{-6} - 0,806 \cdot 10^{-6} - 8,3 \cdot 10^{-6}) \cdot t} - 1 \right]$$

Залежності ймовірностей безвідмовної роботи  $P_{oc}(t)$  електроживлення системи і резервованої системи  $P_3(t)$  наведені на рис. 2.



**Рисунок 2** – Залежність ймовірності безвідмовної роботи систем електроживлення: P1- основної ( $P_{oc}$ ), P3- резервованої системи з ПЧ, P4 - резервованої системи без ПЧ, P5 –з генераторною установкою

**Висновки.** Запропонована схема резервування, як включає ПЧ хоч і зменшує надійність функціонування внутрішнього протипожежного водопостачання на об'єктах з резервуванням електроживлення у порівнянні зі схемою резервування без ПЧ вона все одно залишається вищою від резервування з генеруючими установками з двигунами внутрішнього згорання, а також збільшує час функціонування системи з нормативними параметрами.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Боднар Г.Й., О.В.Шаповалов. Выбор вида и обоснование параметров источника питания системы противопожарной защиты объектов туристической отрасли. - *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej* Vol. 33 Issue 1, 2014.
2. Електропривід насоса підвишувача тиску води Пат. 105287 Україна, МПК (2014.01) А62С 37/00, А62С 37/46 (2006.01), F04D 25/06 (2006.01), H02P 25/00– a201211659; заявл. 09.10.2012; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8.
3. <http://www.fsk-ees.ru/common/img/uploaded/fsk/perechni2005/ez110.pdf>

УДК 621.311.61

## ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ У АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

*О.В. Шаповалов, канд. техн. наук*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Резервування електроживлення автоматичних систем протипожежного захисту є необхідною складовою забезпечення надійності їх функціонування. Використання в якості резервного джерела електричних мереж загального користування довело свою вразливість перед примхами природи. За останні роки клімат на планеті мінився і та території України реєструється більша кількість надзвичайних ситуацій природного характеру, які призводять до знеструмлення цілих населених пунктів. Враховуючи вищевказане виникає необхідність вирішення задачі забезпечення електроживленням систем протипожежного захисту за допомогою альтернативних джерел електричної енергії.

Акумуляторні батареї вже давно увійшли у життя людей і на теперішній час ми не можемо уявити своє існування без їх використання.

Проблемами використання акумуляторних батарей у процесі живлення автоматичних систем протипожежного захисту, а саме систем водяного пожежогасіння, систем протидимного захисту, внутрішнього протипожежного водопостачання, є різні за характеристиками параметри електричного струму та потужність електричних споживачів.

Завдяки розвитку радіоелектроніки узгодження параметрів електричного струму відбувається завдяки перетворювачам струму (інверторам напруги). Вони забезпечують формування трифазної напруги змінного струму з постійного з мінімальними втратами.

З розвитком нанотехнологій стало можливим вирішення і другої проблеми пов'язаної з запасом необхідної електроенергії необхідної для роботи автоматичних систем протипожежного захисту. Нові розробки акумуляторних батарей дозволяють збільшити запас енергії на одиницю маси, використавши сучасні матеріали зробити батареї екологічнішими та безпечнішими до довкілля.

Tesla у співпраці CATL розробили акумулятор з дуже низьким або нульовим вмістом кобальту. Як правило, такі батареї створюються з використанням літію, заліза і фосфору (LFP). Вони володіють більш високою щільністю енергії в порівнянні з традиційними літій-іонними.

Інженери австралійської компанії Brighsun New Energy створили літій-сірчані акумулятори (Li-S). Незалежні дослідження показали, що накопичувач енергії Brighsun зберігає 91% початкової ємності після 1700 циклів перезарядки струмом 2C (повна зарядка / розрядка за 30 хвилин). Це означає, що зниження продуктивності за цикл становить всього 0,01%. Навіть при більш агресивною швидкості 5C (будучи повністю зарядженою / розцяцькованою за 12,5 хвилин), Li-S батарея Brighsun зберігає 74% своєї початкової ємності після 1000 циклів (зниження ємності за цикл 0,026%).

Фахівці з Університету Південної Каліфорнії використовували продукт виробництва гірничодобувної промисловості і органічний матеріал, який можна виготовити з вуглецевої сировини, зокрема, з CO<sub>2</sub>, і який вже застосовується в проточних батареях. Створена ними батарея на сульфаті заліза і антрахонін-дісульфоновой кислоти здатна заряджатися і розряджатися сотні разів «практично без втрати енергії». Це одне з найекономічно вигідне, екологічно чисте рішення для зберігання енергії, яке б може працювати 25 років.

Індійська компанія Log 9 Materials працює над створенням металевих повітряно-повітряних батарей на основі графену, що в теорії може навіть призвести до появи електричних транспортних засобів, що працюють на воді. Металеві повітряні батареї використовують метал в якості анода, повітря (кисень) в якості катода і

воду в якості електроліту. У повітряному катоді батарей використовується стрижень графена.



Рисунок 1 – Графеновий акумулятор

Згідно із заявою Log 9 Materials, графен, який використовується в електроді, здатний збільшити ефективність батареї в п'ять разів при вартості в одну третину. Недавно, компанія з Іспанії Graphenano, продемонструвала прототип графен-полімерного акумулятора володіє унікальною здатністю - необхідний час його заряду в 3 рази менше, ніж для звичайних літій-іонних акумуляторів. Звичайно ж успіхи цієї компанії стимулює величезний інтерес різних виробників, які стали негайно передбачати усі вигоди застосування таких акумуляторів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Боднар Г.Й., О.В.Шаповалов Выбор вида и обоснование параметров источника питания системы противопожарной защиты объектов туристической отрясли. - Bezpieczeństwo i



Technika Pożarnicza. Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej Vol. 33 Issue 1, 2014.

2. Нова батарея Tesla перевірене індустрію автомобілебудування. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/tag/akkumulatory.html>

3. На літій-сірчаному акумуляторі Brighsun електромобіль проїде 2000 км. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/4845-na-litij-sernom-akkumulatorye-brighsun-elektromobil-proedet-2000-km.html>

4. Новий дешевий проточний акумулятор прослужить 25 років. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/4818-novyj-deshevyj-protochnyj-akkumulyator-prosluzhit-25-let.html>

5. Графеновий акумулятор. Прорив у створенні пристроїв зберігання енергії. – Режим доступу: <https://naukatehnika.com/grafenovyj-akkumulyator-perevorot-v-mire-texnologij.html>

УДК 614.842

**АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ ПО ВИКОРИСТАННЮ ДЖЕРЕЛ  
ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**С.П. Яцишин<sup>1</sup>**, *д.т.н., професор*, **С.Л. Лазаренко<sup>2</sup>**,  
**Н.С. Лазаренко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Національний університет “Львівська політехніка”, професор  
кафедри інформаційно-вимірювальних технологій*

<sup>2</sup>*Національний університет “Львівська політехніка”, аспірант  
кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, начальник  
відділу ДП “Київоблстандартметрологія”*

<sup>3</sup>*Національний університет “Львівська політехніка”, аспірант  
кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, начальник  
відділу ДП “Київоблстандартметрологія”*

У багатьох областях практичної діяльності людини використовуються джерела іонізуючого випромінювання (далі – ДІВ). ДІВ — фізичний об'єкт, крім ядерних установок, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, який створює або за певних умов може створювати іонізуюче випромінювання [1]. Постійно розширюється їх застосування в промисловості, сільському господарстві, медицині, наукових дослідженнях.

Широкі можливості використання радіоактивних речовин збагатили науку і практику в багатьох відносинах, так до прикладу:

- іонізуюче випромінювання дозволяє значно підвищити якість продукції хімічного виробництва (опромінення шин збільшує їхній пробіг на 20 –30%);
- за допомогою атомної енергії можна одержати речовини і матеріали з заздалегідь заданими властивостями, чого хімічними способами домогтися неможливо;
- радіаційні методи окислення парафінів у виробництві миючих засобів дозволяють замінити харчові жири синтетичними продуктами. Радіоактивні ізотопи, введені в

- хімічні сполуки, дають можливість вивчати й удосконалювати технологічні процеси;
- широке застосування в промисловості знайшли прилади для контролю і автоматизації виробничих процесів, у яких вимірний елемент не контактує із середовищем. У легкій промисловості радіоактивні ізотопи використовуються в установках для знімання зарядів електростатики (особливо у виготовленні штучних волокон), тощо;
  - варто підкреслити важливість застосування ДІВ у медицині, що практично почалося з моменту відкриття рентгеновського випромінювання і явища радіоактивності. Значимість рентгеновського випромінювання важко переоцінити, а діагностика і лікування за допомогою радіоактивних ізотопів ряду захворювань сьогодні рятує життя десяткам тисяч хворих.

Із приведеного видно, що людство вступило в атомне століття і що корисне застосування іонізуючого випромінювання розширюється з кожним роком у всіх областях народного господарства. Особливо широке застосування знайшли закриті радіонуклідні джерела. Термін їх дії обмежений і для організацій, що їх експлуатують, актуальним вважається проблема подовження терміну експлуатації закритих ДІВ.

Згідно Основних санітарних правил України ОСПУ-2005 [2] питання про можливе продовження терміну експлуатації джерел іонізуючого випромінювання (контроль герметичності ДІВ) здійснюється в обсязі та з періодичністю, встановленою технічною документацією на джерело. Подовження терміну експлуатації можливе за наступних причин:

- експлуатація джерела відбувалась при дії кліматичних і механічних навантажень, значно менших ніж передбачено технічними умовами експлуатації;
- за умови суворого дотримання заявлених умов експлуатації ДІВ.

Підставою для продовження терміну експлуатації ДІВ є:

1. справний технічний стан джерел і приладів, в складі яких вони експлуатуються та зберігаються;
2. наявність залишкового ресурсу джерел, достатнього для забезпечення необхідної радіаційної безпеки ДІВ при експлуатації.

На території України діє стандарт ДСТУ ISO 9978:2014 [3], що встановлює методи випробування на витік (контроль герметичності) для закритих радіоактивних джерел. Проте, при проведенні випробувань з метою подовження терміну експлуатації необхідно враховувати наступні показники:

1. збереження метрологічних характеристик, які забезпечують галузь застосування ДІВ;
2. залишковий ресурс джерела за факторами радіаційної стійкості, природного старіння і зношування.

Враховуючи вище приведене, розроблено інструкцію з технічного обслуговування ДІВ “Випробування радіонуклідних ДІВ з метою визначення їх технічних характеристик та перевірки на герметичність”. У даній інструкції розроблено алгоритм оцінювання показників надійності при визначенні тривалості додаткового терміну експлуатації та граничного терміну експлуатації ДІВ, як за розподілом Вейбулла, так і за біноміальним розподілом [4].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України “ Про використання ядерної енергії та радіаційної безпеки”, від 08.02.1995 № 39/95-ВР (Редакція станом на 03.07.2020).
2. Основні санітарні правила України ОСПУ-2005.
3. ДСТУ ISO 9978:2014 Радіаційна безпека. Закриті радіоактивні джерела. Методи випробування на витік. (ISO 9978:1992, IDT).
4. ДСТУ 3004-95 “Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними”.

**УДК 621.3; 006.86+614.841.3**

## **СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ ВРАЖЕННЯ БЛИСКАВКОЮ СПОРТИВНО-ВИДОВИЩНОЇ СПОРУДИ**

***Н.І. Безнос, О.В. Цаль**  
**Ю. І. Рудик**, канд. техн. наук,  
доцент*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності є провідним закладом вищої освіти України в галузі безпеки людини. Університет, як навчальна та наукова установа, працює у галузі безпеки людини, пом'якшення техногенного навантаження на довкілля та попередження надзвичайних ситуацій, здійснює підготовку різнобічну підготовку фахівців у галузі безпеки людини. Значна увага в цьому надається спортивній підготовці, чому сприяє потужна матеріально-технічна база. Навчальна башта призначена для проведення навчальних занять з пожежно-рятувальної підготовки, рятувальної підготовки, підготовки газодимозахисної служби, пожежної тактики, пожежної техніки; тренування спортсменів секцій з пожежно-прикладного спорту; заняття навчальної пожежно-рятувальної частини. Блискавки можуть стати небезпечною для таких споруд.

Небезпека від удару блискавки [1, 4, 5] може полягати у:

- пошкодженні будівлі (споруди) та її вмісту;
- збоїв електричних і електронних систем, пов'язаних зі спорудою;

- ушкодження живих істот у споруді або поблизу неї.

Опосередковані наслідки пошкоджень і відмов можуть повстати поблизу будівлі (споруди) або можуть торкати її оточення.

Для зменшення втрат, спричинених блискавкою, можуть знадобитися захисні заходи. Чи потрібні вони та у яких межах, має визначити оцінка ризику.

Багато змін було впроваджено у [2, 3], і вплив цих змін на кінцевий результат оцінки ризику не зрозумілий. Для оцінювання ризику будівлі (споруди) від доземних блискавок створена процедура. При обранні верхньої межі припустимого ризику ця процедура дозволяє добирати належні заходи захисту [6], застосовні для зниження ризику до або нижче припустимого рівня.

**Таблиця 1**

**Ризик  $R_1$  для незахищеної будівлі (споруди) (значення  $\cdot 10^{-5}$ )**

Тип пошкодження	Символ	Z1	Z2	Z3	Будівля (споруда)
D <sub>1</sub> Травма внаслідок удару	$R_A$	0,009	0,000 9	0	0,010
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		0	0	0
D <sub>2</sub> Фізичне пошкодження	$R_B$		32,6	0,156	42,5
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		8,48	0,034	9,24
D <sub>3</sub> Збій внутрішніх систем	$R_C$		8,57	2,126	11,61
	$R_M$		6,45	0,879	3,303
системи	$R_W = R_{W/P} +$		3,29	0,677	2,519
	$R_Z = R_{Z/P} +$				
Загалом		0,009	59,39	3,78	$R_1 = 63,17$
Допустимі		$R_1 > R_T$ : Потрібний захист від			$R_T = 1$

Ризик, визначений як ймовірна середня річна втрата у споруді через блискавку, залежить від:

– щорічного числа блискавок, які мають дію на будівлю (споруду);

- ймовірності пошкодження від дії однієї з блискавок;
- середньої кількості непрямих втрат.

Оскільки  $R_1 = 63,17 \times 10^{-5}$  вище припустимого значення  $R_T = 10^{-5}$ , потребується блискавкозахист для будівлі

Домінуючі компоненти ризику можуть бути зменшені:

– якщо вся будівля з LPS відповідає компоненту зниження IEC 62305-3 RB через ймовірність PB. Зрівнювання потенціалів на вводах є обов'язковою вимогою LPS - що також дозволяє знизити значення компонентів ризику RU і RV через зниження значення ймовірності PEB;

– забезпечити зони Z2 і Z3 із захисним заходом від наслідків пожеж (таких як вогнегасники, т.д.). Це дозволяє знизити значення компонентів ризику RB і RV через понижуючий коефіцієнт гр;

– забезпечити зони Z2 і Z3 скоординованим захистом SPD, який відповідає IEC 62305-4 для внутрішньої лінії електропередачі і телекомунікаційних систем. Це дозволяє знизити значення компонентів ризику RC і RM, RW через значення ймовірності PSPD.

– забезпечити зони Z2 і Z3 адекватним просторовим щитом з сітки, який відповідає IEC 62305-4. Це дозволяє знизити значення компонентів ризику RM через значення ймовірності PM.

Застосування різноманітних параметрів складових елементів для оцінювання ризику дозволяє вибирати комбінації заходів і засобів оптимального зниження рівня ризику при ефективних економічних показниках.

**Висновок.** Встановлення системи блискавкозахисту залежить від оцінки ризику, реакції власника, впливу контрольних органів. Отже, актуальним є прийняття рішення про вживання заходів протипожежного захисту в процедурах оцінювання ризиків блискавкозахисту, але воно також може бути прийнято незалежно від результатів оцінки ризику там, де є бажання уникнути неприйняттого ризику. Нехтування високим ризиком небезпечної події призводить до надмірної шкоди і більших непоправних втрат, з якими особа чи громада не зможе досягати сталого розвитку. Тому саме комплексний, системний підхід у досягненні безпеки,

починаючи із стадії оцінювання, має враховувати як характеристики небезпеки, у т. ч. пожежної у відповідних об'єктах, так і особистий, індивідуальний ризик загибелі чи ушкодження.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рудик Ю.І. Назаровець О.Б., Головатчук І.С. Сучасні підходи до влаштування системного блискавкозахисту споруд з урахуванням пожежної небезпеки та особистого ризику, Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2018. – № 33. – С. 105-110.

2. ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT) Protection against lightning - Part 1: General principles – Вперше, чинні в Україні з 01.08.2012

3. ДСТУ ІЕС 62305-2:2012 Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (ІЕС 62305-2:2010, IDT) Protection against lightning - Part 2: Risk management – Вперше, чинні в Україні з 01.08.2012

4. Рудик Ю.І., Шунькін В.М. Відповідність показників систем грозопеленгації для оцінювання ризику, запобігання втрат, розслідування причин подій, Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2019. – № 35. – С. 54-62. DOI:10.32447/20786662.35.2019.09

5. Yuriy Rudyk, Victor Kuts and Oleg Nazarovet. "Means for measuring control of impulsive overvoltage caused by thunderstorms," 2019 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 2019, pp.694-697. DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061219



---

**З М І С Т**

---

**Секція 1****ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ ТА  
ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ. .**

<b>Башинський О.І., Левик Є.А., Ружицький Д.В.</b> АНАЛІЗ ЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ЗАПОВНЕННЯ КАРТКИ ОБЛІКУ ПОЖЕЖІ.....	3
<b>Башинський О.І., Лендел В. І., Софроня В. І.</b> ВИКОРИСТАННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	7
<b>Башинський О.І., Судніцин Ю.Т., Борис М.В., Вітковська О.С.</b> ВАЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ІНСПЕКТОРСЬКОГО СКЛАДУ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАГЛЯДОВО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ПИТАНЬ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ.....	10
<b>Баштова Д.М., Савченко О.В.</b> ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ (КОНТРОЛЮ) У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ .....	14
<b>Білоножко Б.В., Пелешко М.З.</b> ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ТА ПРОФІЛАКТИКА У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ .....	17
<b>Борачок О.М., Пелешко М.З.</b> ЗАГОРЯННЯ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ ЧЕРЕЗ ТЕПЛОВИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ .....	22

<b>Васильченко О.В., Ольховський В.С.</b> ВРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОГРІВУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗІ СПУЧУВАЛЬНИМИ ПОКРИТТЯМИ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЇХ ВОГНЕСТІЙКОСТІ.....	26
<b>Васильченко О.В., Семенов А.В.</b> ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПОСИЛЕНИХ ФІБРОМАТЕРІАЛАМИ.....	30
<b>Вегреновський Н.В., Пелешко М.З.</b> ПОВЕДІНКА ДЕРЕВИНИ ПРИ ВОГНЕВОМУ ВПЛИВІ ТА ЇЇ МЕХАНІЧНІ ТА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	33
<b>Вовк С.Я., Хлевной О.В.</b> ПОРІВНЯННЯ СПРОЩЕНОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНО-ПОТОКОВОЇ МОДЕЛЕЙ РУХУ ЛЮДСЬКИХ ПОТОКІВ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕВАКУАЦІЇ ІЗ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ .....	38
<b>Гаврись А.П., Судніцина Х.В.</b> АУДИТ ОБ'ЄКТІВ З ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ, ТЕХНОГЕННОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ .....	41
<b>Гаврись А.П., Чіх Р.В., Тарнавський А.Б.</b> ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ГАЗОМОТОКОМПРЕСОРІВ ГАЗОВИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ .....	45
<b>Зімін С.І., Афанасенко К.А.</b> ЩОДО ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ АНАЛІЗУ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ФАКЕЛЬНИХ СИСТЕМ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ .....	49
<b>Ковальов А. І., Отрош Ю.А., Малігонова Ю.М., Магдій С.М.</b> ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ РЕАКТИВНИХ ПОКРИТТІВ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	53

---

<b>Михайлюк О.П., Ромін А.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ПРИМІЩЕНЬ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ .....	55
<b>Міллер О.В., Борис М.В.</b> ПРОБЛЕМА ТОРФ'ЯНИХ ПОЖЕЖ ТА СПОСОБИ ЇХ ГАСІННЯ .....	59
<b>Міллер О.В., Лендел В. І.</b> ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	62
<b>Міллер О.В., Судніцин Ю.Т.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ПОЖЕЖОГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ .....	66
<b>Мурашкін О.Р., Ференц Н.О.</b> АНАЛІЗ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	71
<b>Пазен О.Ю., Вовк С.Я.</b> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМІ БАГАТОШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТВЕРДИХ ТІЛ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ .....	75
<b>Пархоменко В.-П.О.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ САМОЗГАСАЮЧИХ ЕПОКСІАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ МОДИФІКОВАНИХ КУПРУМ(II) ГЕКСАФЛУОРСИЛКАТОМ .....	78
<b>Поляков О.В.</b> ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА В ОРГАНІЗАЦІЇ .....	80
<b>Савченко О.В., Медведева Д.О.</b> ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНОГО ГІДРОГЕЛЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО БАР'ЄРУ ПРИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ .....	84

<b>Тригуба А.М., Башинський О.І., Кладько М.Б., Мулько О.Г.</b> УКРИТТЯ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ, ЯК ВИД ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	88
<b>Федюк І.Б., Чернуха А.Н.</b> ЗАХИСТ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ НА СКЛАДАХ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН ТА БОЄПРИПАСІВ .....	92
<b>Ференц Н.О.</b> ПОЖЕЖНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА .....	95
<b>Ференц Н.О.</b> ПРО КАТЕГОРУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ .....	99
<b>Ференц Н.О.</b> ОЦІНКА АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА АВАРІЙ У РЕЗЕРВУАРАХ ДЛЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ .....	103
<b>Харишин Д.В., Хлевной О.В.</b> ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖАХ У ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ З ІНКЛЮЗИВНИМИ ГРУПАМИ.....	107
<b>Харишин Д.В., Хлевной О.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ІЗ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ УМОВНОЮ ВИСОТОЮ ДО 26,5 М ТА ЗАГАЛЬНОЮ ПЛОЩЕЮ КВАРТИР НА ПОВЕРСІ ДО 500 М <sup>2</sup> .....	111
<b>Щербакова А. П.</b> ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ Й ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС КАРАНТИНУ .....	115

## Секція 2

### СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

<b>Абрамов Ю.А., Кальченко Я.Ю.</b> АНАЛІЗ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ.....	119
<b>Бабаджанова О.Ф., Пузанова А.В.</b> НЕБЕЗПЕКА ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ .....	123
<b>Біляєв Н.Н., Амеліна Л.В.</b> МЕТОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА АМІАКОПРОВІДИ ТОЛЬЯТТИ – ОДЕСА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	127
<b>Дубінін Д.П., Криворучко Є.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СКЛАДНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ПОДАЧІ ВОДЯНОГО АЕРОЗОЛЮ .....	131
<b>Дубінін Д.П., Лісняк А.А.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ СМУГ .....	135
<b>Катунін А.М.</b> ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОХВИЛЬОВОГО RGB-ЛАЗЕРА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ЗАГОРЯНЬ .....	139
<b>Кондратюк Р.-М.Р., Тарнавський А.Б.</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДГОТОВЧИХ І ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ АВІАПІДПРИЄМСТВ .....	142
<b>Копчак Б.Л., Мудрий Я.О.</b> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ АНАЛІЗУ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ.....	147

<b>Кравець І.П.</b> ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ВІД ЕЛЕКТРИЧНОГО УРАЖЕННЯ .....	153
<b>Кравець І.П.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	157
<b>Кравець І.П.</b> ТЕМПЕРАТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРИСТРОЇВ .....	161
<b>Кулаков О.В., Овдієнко О.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОЇ ПРАКТИКИ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	165
<b>Курська Т.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ТЕРМОКОНТРОЛЮ НА ОБ'ЄКТАХ СТРАТЕГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .....	169
<b>Кушнір А.П.</b> ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ .....	173
<b>Кушнір А.П.</b> МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА МАТЛАВ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ.....	177
<b>Лемішко М.В., Пелешко М.З.</b> СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОФІЛАКТИКА АВТОМОБІЛІВ .....	181
<b>Назаровець О.Б., Годісь Б.П.</b> ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИДУ СТРУМУ .....	184

<b>Назаровець О.Б., Головатчук І.С.</b> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОННОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІД ВТОРИННИХ ПРОЯВІВ БЛИСКАВКИ.....	186
<b>Назаровець О.Б., Шалан М.І.</b> ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ .....	190
<b>Петухова О.А., Горносталь С.А., Іванов Є.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВИХ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ НА ПРИКЛАДІ 25-ПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	194
<b>Рудаков С.В.</b> КОНТРОЛЬ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ БАГАТОЖИЛЬНИХ КАБЕЛІВ, ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЕНЕРГЕТИКИ .....	198
<b>Шаповалов О.В.</b> ОБГРУНТУВАННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ.....	202
<b>Шаповалов О.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ У АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ.....	206
<b>Яцишин С.П., Лазаренко С.Л., Лазаренко Н.С.</b> АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ ПО ВИКОРИСТАННЮ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	210
<b>Безнос Н.І., Цаль О.В., Рудик Ю. І.</b> СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ ВРАЖЕННЯ БЛИСКАВКОЮ СПОРТИВНО-ВИДОВИЩНОЇ СПОРУДИ .....	213
<b>ЗМІСТ .....</b>	217
<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	224

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Айзенберг М. М.* Выдающиеся паводки в реках Карпат в 12-13, 17-18 вв. //Труды УкрНИИГМИ.–1966.– Вып. 34.– С. 76-78.

2. *Антоняк Г.Л., Калинець З.І., Мамчур І.О., Дудка І.О.* й ін. Екологія грибів. Львів: Вид-во Льв. ун-ту ім. Ів. Франка. 2013.– 627 с.

3. *Атлас історії Української державності.* Українські землі від найдавніших часів до сьогодення. Львів: НВФ «Карти і атласи».–2013.–127 с.

4. *Барановський В.А.* Консультант Л.Г.Руденко. Україна. Забруднення природного середовища. Карта. Масштаб 1:2000 000. Інститут географії НАН України. К. :1996.

5. *Барна М.М.* Радоцина в моєму серці: науково-популярне видання.– Тернопіль: Підручники і посібники, 2011. 240 с.

6. *Біловус А.М.* Біопродуктивність та екоститемні функції м'яколистяних лісів Українського Полісся. Автореферат на здобуття наукового ступеня доктора наук. К. : 2016.– 48 с.

7. *Биосфера.* Перевод с английского. Под редакцией и с предисловием чл.-кор. АН СССР А. Н. Гилярева. М. : «Мир» .–1972.– 182 с.

8. *Бойко В. В., Виленский Е.Р.* Николай Иванович Вавилов. Страницы жизни и деятельности. М.: Агропромиздат 1987.– 138 с.

9. *Боков В.А., Луцук А.В.* Основы экологической безопасности. Симферополь: «Сонат» .– 223 с.

10. *Бондаренко В.Д., Стойко С.М., Туныця Ю.Ю., Пешко В.С.* Охрана природы и природных ресурсов. Львів : Вища школа.–1985.–189 с.

11. *Вернадский В. И.* Химическое строение биосферы и ее окружения. Биогеохимические очерки.– М.: Наука.–1965.–374 с.

12. *Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Изд-во Наука.–189 с.

13. *Воїнственський М.А., Стойко С.М.* Охорона природи. Посібник для вчителів. Київ: Радянська школа.–1977.–140 с.

14. *Всемирная Хартия природы.* Международное публичное право. Сборник документов. Т.2.–М.: БЕК. 1996.– С.132-135.



15. *Гамор Федір*. Всесвітнє визнання букових пралісів Карпат: історія та менеджмент. Львів: Тиса.–247 с.
16. *Генсірук С. А.* Ліси України.– Львів.– 202– 496 с.
17. *Геренчук К. И.* О физико-географическом районировании Украинской ССР // Физическая география и геоморфология.– 1981.–Вып. 26.– С. 7-15. Передрук укр. мовою у книзі Професор Каленик Геренчук /упорядник С. Кукурудза.–Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2004 .– С.7-15.
18. *Голубець М.А.* Ельники Украинских Карпат. К.: Наукова думка.– 1978.– 265 с.
19. *Голубець М.А.* Середовищезнавство (Інвайронментологія).–Львів: «Манускрипт».–2010.–174 с.
20. *Грищенко В.Ф.* Прогноз лавин метелевого и свежевыпавшего снега в Черногорском массиве Украинских Карпат// Наук. праці Укр.НДГМП.– вип. 255.– С.322- 328.
21. *Гумилев Л.Н.* Этногенез и биосфера Земли. М.: Экспресс.– 1993.–544 с.
22. *Даниленко В.М.* До питання про ранній неоліт південної Наддніпряни.– Археологія, т.3.–К.: 1950.
23. *Дидух Я.П.* Растительный покров Горного Крыма. К.: Наукова думка.–1992.–256 с.
24. *Докучаев В.В.* Учение о зонах природы и классификация почв. Соч., т. VI. М.-Л.– 1952.
25. Друге національне повідомлення України з питань зміни клімату.– К.: Інтерпрес ЛТД. 2006.
26. *Дубович І.* Країнознавчий Словник-Довідник. Плоєшти (Румунія).– В-во «LVS Sgerpuscul».– 2006.–817 с.
27. *Дювиньо П., Танг М.* Биосфера и место в ней человека. Перевод с английского. Москва.– 1968.– 220 с.
28. *Дяченко Я.М.* Структура, репрезентативність та декоративність заповідної дендрофлори in vivo України. Автореферат канд. біол. наук.– Київ.– 2015.– 20 с.
29. *Заповідна справа в Україні.* Навчальний посібник під загальною редакцією М. Д. Гродзінського, М.П. Стеценка.–К.: Географіка.–2003.– 304 с.

30. *Иванов В.И.* Николай Иванович Вавилов. М.: Знание.– 1987.–Н 10.– 63 с.

31. *Изменение климата, 2007.* Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый доклад Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Женева.– 2008.– 104 с.

32. *Использование и охрана природных ресурсов.* Труды межправительственной конференции по рациональному использованию и охране ресурсов биосферы. Перевод с английского.– М.: Прогресс.–1972.–294 с.

33. *Калуцький І.Ф. Олійник В.С.* Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат.– Львів: Камула.– 2007.– 239 с.

34. *Клімат України.* За редакцією В.М. Ліпинського, В.Д. Дячука, Б. М. Бабиченка. К.: Вид-во Раєвського.– 2003.– 345 с.

35. *Кобів Ю.Й.* Глобальні кліматичні зміни як загроза видової різноманітності високогір'я Українських Карпат//Укр.бот.журн.– 2009, т. 66, Н. 4.–С. 451-465.

36. *Ковда В.А.* Биосфера и человечество. Биосфера и ее ресурсы.–М.: 1971.

37. *Комендар В.І.* Форпосты горных лесов. Ужгород.– Карпаты.– 204 с.

38. *Криницький Г.Т., Чернявський М.В., Дербаль Ю.Ю.* та ін. Наближене до природи та багатофункціональне ведення лісового господарства в Карпатському регіоні України й Словаччини. Посібник. За редакцією Г.Т. Криницького та М.В. Чернявського.– Ужгород: ПП Коло.– 2014.– 278 с.

39. *Крип'якевич І.* Повені на Підкарпатті у XII-XVIII вв. Вісник природодознавства, 1928.– 1928.– Н 2. С. 11-113.

40. *Кубійович В.* Лемки. Енциклопедія Українознавства. Т.4. Париж-Нью-Йорк.–1962.– .1275-1284 с.

41. *Кукурудза С.* Біогеографія. Підручник. Львів: Вид-во Львів. ун-ту. — 2006.–504 с.

42. *Кукурудза С.І.* Йосиф Пачовський – видатний дослідник біоти України. Історія української географії. 2003, вип. 28.– С. 7-14.

43. *Лакида П.І., Букуша І.Ф., Пастернак В.П.* Зменшення ризику глобальної зміни клімату шляхом депонування вуглецю при лісорозведенні та лісовідновленні в Україні // *Наук. вісн. Нац. Аграр. ун-ту.* – 2004:– Н. 79.– С. 212-217.

44. *Лантев І.П.* Теоретические основы охраны природы. Основы созологии.– Томск.– Изд. Томск. Ун-та. Томск.–1975 .– 275 с.

45. *Лемківщина у 2-х томах.* Т.1. Матеріальна культура.– Львів.–1999.– 359 с.

46. *Люттик П.М.* Паводки //Тепловой и водный режим Украинских Карпат.– Л.: Гидрометеиздат, 1985.– С.227-263.

47. *Максимчук В.* Двадцять років в Антарктиці: Основні досягнення та перспективи // *Вісник Наукового товариства Шевченка.*– Ч.57.– 2016.– С.54-57.

48. *Малиновський К.А.* Рослинність високогір'я Українських Карпат. К.: Наук.думка.–1980.– 216 с.

49. *Маринич О.М.* та ін. Удосконалення схеми фізико-географічного районування України// *Укр. геогр. журн.* 2003, Н 1.– 16 – 20 с.

50. *Марк Ф. Сен.* Социализация природы. Перевод с французкого. М.: Прогресс.–1977.– 434 с.

51. *Медина В.С.* Охрана природы.– Київ: Вища школа.– 1977.– 187 с.

52. *Миллер Г.П.* Ландшафтные основы исследования горных и предгорных территорий. – Вид-во Львів. ун-ту ім. Івана Франка.–1974.

53. *Мосякин С.Л.* Рослини України у Світовому червоному списку. *Укр. бот. журн.*, 1999, т.56, Н 1.– С.79-88.

54. *Мулеца В.* Земля вівса та ялівцю// *Зелені Карпати* 1-2, 2017.– С.142-150.

55. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. К.:– Мінекоресурси. 2015.– 176 с.

56. Війна завдала збитків заповідним об'єктам. – Газета Світ. Н 43-44.– Листопад 2014.

57. *Наше общее будущее*. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) (перевод с английского). – М.: Прогресс. – 1989. – 372 с.

58. *Олійник В.С.* Водоохоронно-захисна роль гірських лісів Українських Карпат, їх антропогенні зміни та шляхи оптимізації. Автореф. д-ра с/г наук. – Львів. – 2008. – 40 с.

59. *Организация объединенных наций*. – Рамочная конвенция об изменении климата. FCCC/cp/2050/L.9/ Rev/1. – 42 с.

60. *Парпан В.І.* Концепція ведення лісового господарства в гірських умовах. Сталій розвиток гірських регіонів Європи. Ужгород. – 2010. – С. 136-139.

61. *Парпан В. І., Стойко С.М., Парпан Т.В.* Екологічна та фітоценотична характеристика *Fageta sylvaticae* України: можливості розширення їхньої площі в контексті глобального потепління // Укр. бот. журн. – Т.70. – Н 3. – 2013. – С. 361-369.

62. *Підоплічко І. Г.* Матеріали до вивчення минулих фаун УРСР. – Випуск 1-2. – К. -1938-1956.

63. *Попович С. Ю.* Природно-заповідна справа: Навчальний посібник. – К.: В-во «Арістей». – 2007. – 480 с.

64. *Програма дій «Порядок денний на XXI століття» («Agenda 21»)*. – Київ «Інтерсфера». – 2000. – 357 с.

65. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование (Словарь справочник). М.: 1990. – 627 с.

66. *Розанов Б.Г.* Основы учения об окружающей среде. Изд-во Московского университета. – 1984. – 270 с.

67. *Рубцов Н.И., Котова М.М., Михеев Л.В.* Растительность. Ресурсы поверхностных вод. Л: Гидрометиздат, 1966. – С.36-50.

68. *Рябій-Карпінська С.* Бойки. Енциклопедія українознавства Т.1. Париж-Нью-Йорк. – 1965. – 149-150 с.

69. *Секретариат Конвенции по биологическому разнообразию ЮНЕП*. .Сохранение жизни на Земле. Монреаль: 2000. – 20 с.

70. *Ситник К.М.* Інвайронментальна криза: оцінка, розвиток, можливі наслідки // Укр. Бот. журн. 1994. – 51, Н. 6. – С. 3-17.

71. *Советский национальный комитет МГД*. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л., 1980.

72. *Стадник А.П.* Оптимізація категорій і систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах. Основні проблеми й тенденції подальшого розвитку лісового господарства в Українських Карпатах. Матеріали міжнародної науково - практичної конференції.– Івано-Франківськ: Видавництво НАІР .– 2018.– С.318-325.

73. *Статистичний збірник «Регіони України» 2011*: у 2 частинах (за редакцією О.Г.Осауленка).– К: Державна служба статистики України.– 2011.– 783 с.

74. *Стойко С.М.* Нова галузь науки – охорона біосфери та її завдання в Україні // Вісник АН УРСР.– 1973. Н. 7.– С. 83-91.

75. *Стойко С.М., Цурик Є.І., Третяк П.Р. Тасенкевич Л. О. та ін.* Морфологічна структура букових пралісів .– Флора і рослинність Карпатського заповідника. К. : Наукова думка. 1982.– С.178-190.

76. *Стойко С.М.* Экологические основы охраны редких, уникальных и типичных фитоценозов // Ботанический журнал .– 1983.– 68. Н 11.– С.1574-1583.

77. *Стойко С.М., П.Р. Третяк.* Природа – Стихия – Человек. Львов: Изд-во при Львов. Гос. Ун-те.– 1983.– 109 с.

78. *Стойко С.М.* Причини катастрофічних паводків у Закарпатті та екологічні заходи їх попередження // Укр.бот. журнал.– Н.5.– Т.57, 2000.– С.11-21.

79. *Стойко С.М., Яценко П.Т., Кагало О.О., Тасенкевич Л.О.* та ін. Раритетний фітогенофонд західних регіонів України. Львів: Ліга-Прес.–2004.–231с.

80. *Стойко С.М.* Вчення про біосферу – наукова основа її охорони // Укр. бот. журн. 2009. Н. 3.–с.293-307.

81. *Стойко С., Койнова І.* Екологічна безпека життєвого середовища в Україні та програма сталого розвитку. Вісник Льв. ун-ту. Серія географічна.– 2013. Вип. 41.– С. 303-317.

81 а. Ландшафтні історичні заповідники та пам'ятки. Вісник НТШ, число 60.– 2019.– С. 61-63.

82. *Тасенкевич Л.О.* Червоний список судинних рослин Карпат. Львів: Державний природознавчий музей НАН України.– 2002.– 29 с.

83. *Терлецький Л.* Етногенез Українського народу.– Львів: Інтеллект –Бізнес .– С. 616 +36 іл.
84. *Тиханюч Є.Є., Біланюк В.І.* Лавини Українських Карпат: поширення і динаміка .– Друк ЕзОВ «Простір-М».– 2017.– 194 с.
85. *Ткач В. П.* Ліси та лісистість в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку//Український географічний журнал.– 2012, Н 2.– С.49-55.
86. *Томачевський А.* З Божого Саду. Рослини і Тварини у Святому Письмі.–Київ.–«Веселка».– 2016.– 289 с.
- 86 а. *Третяк П., Черневий Ю.* Ріст дерев карпатських лісів. 2018.– В-во Львівської політхніки.–235 с
87. *Туниця Ю.Ю.* Екологічна конституція Землі. Ідея, Концепція, Проблема.– Львів, 2005.– 298 с.
88. *Українська Радянська Енциклопедія.* Міста.– Т.9.– С. 238-239.
89. *Уорд Барбара, Дюбо Рене.* Земля тільки одна. Сокращенный перевод с английского. Изд-во «Прогрес».–М.: 1975.– 318 с.
90. *Фейген Н.* Велике потепління Зміна клімату та піднесення й загибель цивілізації. Пер. з англ.– К.: Ніка-Центр, 2013.– 272 с.
91. *Хатчисон Дж.* Биосфера. В кн. Биосфера.– Перевод с английского.– М.: 1972.– С. 9-26.
92. *Хвойко В.В.* Трипільська культура на Україні. Вип. 1. Київ.: 1926.
93. *Червона книга України Рослинний світ.* Під редакцією Я. П. Дідуха. К.: «Глобал консалтинг».– 2009.– 910 с.
94. *Червона книга України Тваринний світ.* За загальною редакцією І. А. Акімова. Київ: «Глобал консталтинг».– 2009.– 623 с.
95. *Чернявський М.В.* Букові праліси як еталони лісів майбутнього Українських Карпат. Дослідження басейнової екоситеми Верхнього Дністра. Збірник наук. праць.– Львів: 2000.– С.164-183.
96. *Чопик В.І., Федорончук М. М.* Флора Українських Карпат. Тернопіль: Тернограф.– 2015.– 711 с.
97. *Чубатий О.В.* Захисна роль карпатських лісів.– Ужгород: Карпати.– 134 с.

98. Чубатый О.В. Ведение лесного хозяйства по водозборам//Лесоведение, 1981. Н.1.– С. 3-11.

99. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Стойко С.М., Дидух Я.П. и др. Зеленая книга Украинской ССР. – К.: Наукова думка, 1987.– 212 с.

100. Шишченко П.Г. Ландшафт географічний. Географічна енциклопедія України.– 2 т.– 1990.– С. 256.

101. Шпарик Ю.С. Мінливість структури букового пралісу Українських Карпат. Наук. Вісник НАУ.– Лісівництво.– 2001.– Н.39.– С. 268-277.

102. Шовкопляс І. Г. Археологічні дослідження на Україні. – К. – 1957.

103. Шухевич В. Гуцульщина. 1-5 томи. – Львів.– 1899-1904 рр. Етнографічна комісія Наукового товариства ім. Шевченка.

104. Юхновський В.Ю., Гладун Г.Б. Законодавчо-правове забезпечення імплементації концепції агролісомеліорації в Україні. Наукові праці Лісівничої Академії наук України. Випуск 13.– 2015.– С.32-35.

105. Adriani M. J., Maarell van der E. Voorne in de branding. Breakers on Voorne.– 1968.– 104 p.

106. Bauer L., Weinitschke H. Landschaftspflege und Naturschutz.– Jena.–1967.

107. Biodiversity N 7.– UNESCO.– 1994.–15 p.

108. Carpathian List of Endangered Species. Edited by Zbigniew J. Witkowski.– Vienna.–2003.– 64 p.

109. Clements F.E. Nature and structure of the climax. Yournal of Ecology.– 1936, N 24.– p. 35-48.

110. Davis S.D., Heywood V.H. and Hamilton A.C. Centre of Plant Diversity. Vol. I, Europe, Africa, South West Asia and the Midle East. The World Wide Fund for Nature (WWF) and IUCN. – The World Conservation Union.– 1994.– 354 p.

111. Dołęga J.M. Znaczenie sozologii i ekofilozofii w kształtowaniu świadomości proekologicznej // Czlowiek i przyroda.– 1998. N 9.– s. 19-23.

112. Dorst J. Avant que Natura meure. Tchech translation. Ohrožena příroda. Praha: Orbis.–1974.– 406 s.

113. *Dumas Ch., Dècamps H.* Why apply a monetary value to biodiversity? Independent opinions of Academicians on Biodiversity. Paris.–2010. p. 53-55.

114. *Enger E.D., Smith B.F.* Environmental Science. A Study of Interrelationships. 6-th ed., Boston, Massachusetts at all. 1997.– 456 p.

115. *Eswaran H., van Den Berg E, Reich H.* Organic carbon in soils of the words // Soil Science Society of America Journal .–1993.– 57.–p.192-194.

106. *Fekete L., Blattny T.* Fák és Cserjék Elterjedése a Magyar Állam Területén. Selmechánya.–1913.– Köted 1 – 793 old, Köted 2 – 150 old.

107. *Global Diversity. Status of Earth's Living Resources.* WCMC. Chapman and Hall.– 1992.– 585 p.

108. *Głowaciński Z.* Ochrona przyrody– czym jest, jej cele i formy. Integralna ochrona przyrody. Kraków: Instytut ochrony przyrody PAN.– 2007.– s. 15-27.

109. *Glowka L., Burhenne-Guilmin F., Synge H.* et all. A Guide to the Conservation Biological Diversity.– ATAR, Geneva.– 1994.– P.116.

110. *Goetel W.* Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów. Kosmos, 1966, Z. 5. s. 473-482.

111. *Gore Al.* Ziemia na krawędzi. Tanslation from English. Warszawa: Ethos.–1996 .– 282 s.

112. *Gudkov I.* Radiation situation in Central Europe 25 years after Chernobyl nuclear power plant accident and radioecological problems. Natural human environment dangers, protection, education.– Warsaw.– 2012.– p. 27-34.

113. *Hinrichsen O. A.* New acid rains data disclosed at Stockholm Conference. 35. N 14. 1983.– p. 12-13.

114. *IUNC, UNEP, WWF.* World Conservation Strategy.– 1980.– 40 p.

115. *Independent opinions of academicians on biodiversity.* Board: J. F. Bach et J. Dercourt. Editor in chief: J. Meyer.– Paris.–102 p.

116. *Johnson Nels C.* Biodiversity in the Balance: Approaches to Setting Geographic Conservation Priorities. Washington .– 1993 .–116 p.

117. *Korpeľ Š.* Pralesy Slovenska. Bratislava: Veda.–1989 .– 328 s.



118. *Lal R.* Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304. – 2004: p. 1623-1627.

119. *Lawalree A.* L'appauvrissement de la flore en Belgique depuis 1850// Boissiera.– 1971.– P.65-71.

120. *May R.M.* How many species are there on the Earth?// *Science*. New York.– 1988.– 241.– P.1441 – 1449.

121. *Marsh G. P.* Man and Natura. Cambridge.–1965. .– 465 p.

122. *Meffe G. K., Carroll C.R., and Contributors.* Principles of Conservation Biology. 2-nd Ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusets.– 1997.– 729 p.

123. *Meyer D.* Introduction. In Independent opinions of academicians on biodiversity.– Paris.– 2010. – P.1-2.

124. *Michajłow W.* Ochrona przyrody osobną wiedzą o przyrodzie.– Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego. Dzieło zbiorowe.– Warszawa.– Kraków.– 1978.–S.65-75.

125. *Miller K.R., Tangler L.* Trees of Life: Saving Tropical Forests and Their Biological Weals.– Beacon Press. Boston.–1991.

126. *Moldan B., J. Zýka, J. Jeník.* Zivotní prostředí očima přírodovědce. Praha.–1979.– 132 s.

127. *Perring F. H.* The last seventy years // (Perring F. H. ed.).– The flora of a changing Britain.– Clasey. Middlesex.– 1970.– P.128-135.

128. *Petrašova A., Uhliarova E., Sabo P., Považan R.* Manažment chránených druhov rastlin. Banska Bistrica: Belianum UMB. –2013.– 109 s.

129. *Pfeffer A. a kol.* Ochrana lesů.– Praha.–1961.

130. *Piątek Z.* Ekologizm jako nowa idelologia społeczna, wyznanie pod adresem transformacji cywilizacyjnych. W : Ekologia a transformacje cywilizacyjne na przelomie wieków. Warszawa.– S.147–162.

131. *Raup D.M.* O zaniku druhu .– Czech translation. Praha: Nakladatelstvi Lidove Noviny, 1991.– 187 s.

132. *Reid W.V.* How many species will there be? 1992. pp. 55-74. In : T.C. Whitmore and J. A. Sayer (eds.). In: Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman Hall, London.

133. *Ribaut J. P.* Réconciliation avec la création. Text original presente au Forum Oecuménique de Bordeaux, de 5-6 autil 1997, version actualisée au 10 octobre 1998.

134. *Sanderson S.E., Redford K. H.* Naming, claiming, and distributing biota: Biodiversity politics and the contest for ownership of the world's biodiversity.– 1994 p. 55-74. In: Saving Rainforests Biodiversity: Protecting the Protected Areas.

135. *Sharrock S.* Global Strategy for Plant Conservation. A guide to the GSPC, all the targets, objectives and facts.– Botanic Gardens Conservation International. Pichmond, UK. – 2012.– 36 p.

136. *Smith F. D.M., May R.M., Pellew T.Y. et all.* How much do we know about the current extinction rate? Trends Ecol. Evol. 1993, N 8.– p. 375- 378.

137. *Stojko S.M.* Ochrana biosfery ako nove odvetvie vied, jej teoreticke zaklady a hlavne smery skumania. Ochrana prirody.– Bratislava.–1980.– N 1.- s.107-126.

138. *Stoyko Stepan.* Characteristics of virgin forests of the Ukrainian Carpathians and their significance as an ecological model for natural forest management. Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Editors: B. Commarmot, F. D. Hamor.– Birmtensdorf, Rakhiv.–2005.– p. 423-430.

139. *Stojko S.M.* Konceptualne zasady (Principles) geosozologii – nauki o ochronie przyrody// Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich.– Kraków.– 2008.–N 2.– s.145-158.

140. *Stoyko S.* Primeval forests of the Ukrainian Carpathians as unique natural heritage and its multifunctional significance. Local Responses to Global Challenges. Proceedings of Forum Carpathicum. Lviv.– 2014. p.70-75.

141. *Stolina M. a kolektiv.* Ochrana lesa.– Zvolen.– Príroda.– 473 s.

142. *Symonydes E.* Ochrona przyrody. Nowe wydanie.–Warszawa.– 2014.–780 s.

143. *Suess F.* Die Entstehung der Alpen.–Wien.–1875.

144. *Švajda Ju.* Manažment chránených uzemí. – Banská Bystrica: Belianum 108 s.

145. *Tasenkevich L.* Flora of the Carpathians. Checklist of the Native Vascular Plant Species. L'viv.–1998.– 609 p.

146. *The Plant List.* Version 1. Royal Botanic Gardens, Kew 8 Missouri Botanical Garden.–2010.

147 *Titus Lucretius Carus* O Přírodě (De Rerum Natura). – Czech translation.– Praha: Svoboda.–1973.–267 s.

148. *Urban P.* Manažment chránených druhov živočíchov. Vybrane problémy.– Banská Bystrica : Belianum.– 1913.– 101 s.

149. *Vinas M.* Massive iceberg breaks off from Antarctica. Maria-Jose Vinas.–2017.– <https://climate.nasa.gov/news/>.

150. *Vološčuk I.* Ochrana prírody a krajiny.– Zvolen: Technická univerzita–, 2003.– 234 s.

151. *Wilson E.O.* The Diversity of the life. Cambridge Ma:Belknap .– Harvard University Press, 1992.

152. *World Conservation Monitoring Centre.* Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman and Hall. London. 1992.

153. *Zlatník A.* Studie o státních lesích na Pokarpatské Rusi. Díl první: Vegetace a stanoviště rezervace Stučica, Javorník a Pop Ivan.– Praha.– 1938.– 244 s.

154. [https://en.wikipedia.org/wiki/Steller%27s\\_sea\\_cow](https://en.wikipedia.org/wiki/Steller%27s_sea_cow) .

155 . FCCC/CP/2015/L.9/Rev. 1

156. [http://www. bbc. com/h/story/20141127-luci-fossil-revealed-our-origins](http://www.bbc.com/h/story/20141127-luci-fossil-revealed-our-origins)

157. <http://geoknigi.com/view-stat.php?id=48>.