

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Назаровця Олега Богдановича

за темою «Визначення причин виникнення пожеж в житлових та громадських будівлях від внутрішніх електромереж»,
що подана до спеціалізованої вченої ради К 35.874.01 для захисту
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність дисертаційної роботи

Користування достовірними даними щодо причетності тих чи інших видів продукції до виникнення пожеж та визначенні їхніх ризиків пожежі, у тому числі у складі систем, є запорукою прийняття правильних рішень щодо профілактики пожеж на об'єктах, особливо в житлових і громадських будинках, та захисту цивільного населення.

В Україні за останні роки майже 80 % від усіх пожеж виникає на території житлового сектора, на яких гине 90 % осіб від загальної кількості загиблих від пожеж. Щороку 25 % пожеж виникає від займання елементів електричних мереж та установок.

Основними причинами виникнення пожеж від елементів електричних мереж є коротке замикання провідників та струмове перевантаження електропроводки, до яких може призводити робота джерел і споживачів електричної енергії в аномальних режимах роботи, втрата з плином часу захисних властивостей електроізоляційних матеріалів та вплив зовнішніх чинників (кліматичних, механічних і, зокрема, зовнішнього тепла і полум'я).

У реальних умовах експлуатації електропроводка взаємодіє з пристроями захисного відключення та будівельними конструкціями, матеріалами й іншими горючими елементами інтер'єру приміщень. Запобігання займанню електропроводки від короткого замикання забезпечується правильним вибором пристроїв захисного відключення, а в усіх інших аномальних (аварійних) режимах роботи – правильним вибором конструкції елементів електропроводки з урахуванням зовнішніх впливових чинників та дотриманням при монтуванні та експлуатації електропроводки безпечних відстаней по відношенню до горючих речовин, матеріалів і виробів.

Серед зазначених елементів приміщень значну їх поверхню займають електропроводка та будівельні конструкції і матеріали, що ускладнює процес виявлення причетності їх до виникнення та розвитку пожежі. Враховуючи те, що електропроводка є джерелом виникнення і розвитку пожежі, а будівельні конструкції і матеріали є лише джерелами розвитку пожежі, на практиці часто джерелом виникнення пожежі визначається електропроводка, а не будівельна конструкція, займання якої може відбуватися під впливом сторонніх джерел запалювання, якими не є електропроводка. Це свою чергу, впливає на неоднозначність у виборі методів розслідування пожеж та ознак причетності електричних режимів внутрішніх електромереж до виникнення пожежі.

У зв'язку з цим актуальним є проведення наукових досліджень, спрямованих на отримання достовірних статистичних даних щодо причетності внутрішніх електричних мереж до пожеж.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження, яким присвячена дисертаційна робота, проводилися у рамках реалізації Концепції наукового забезпечення діяльності Міністерства надзвичайних ситуацій України (Наказ МНС України від 02.08.2012 р. № 1081) та виконання науково-дослідної роботи у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності за темою «Дослідження причин виникнення пожеж від режимів електричних мереж і розробка рекомендацій щодо їх запобігання» (державний реєстраційний № 0114U005469), відповідальним виконавцем якої є здобувач.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

1) вперше на основі аналізу процесів рекристалізації міді, обґрунтовано інтервали значень температур, у яких відбувається зміна мікроструктури матеріалу електричних провідників, що чітко проявляється у повздовжніх шліфах, на яких видно зміну форми кристалів та міжзеренні пошкодження. Це дає змогу зменшити кількість ознак, які свідчать про причетність електричних режимів внутрішніх електромереж до виникнення пожежі;

2) вперше методом локального рентгеноспектрального аналізу встановлено, що залишковий вміст Оксигену в мікроструктурі мідного провідника, який нагрівається електричним струмом, збільшується зі зростанням температури нагрівання, що свідчить про непричетність електромережі до виникнення пожежі, а також показано, що охолодження водою нагрітої поверхні мідного провідника внутрішніх електромереж, під час гасіння пожежі, призводить до зростання вмісту Оксигену в матеріалі електричного провідника та утворення тріщин (флокенів), що вказує на вторинність короткого замикання, як джерела виникнення пожежі;

3) удосконалено математичну модель нестационарних електротеплових процесів, які відбуваються у внутрішніх електромережах, що дало змогу встановити залежності пожежонебезпечних температур під час нагрівання електричних провідників від різних струмових навантажень.

Наукові положення та ступінь їх обґрунтованості підтверджується повнотою аналізу літературних джерел, виконанням теоретичних і експериментальних досліджень із застосуванням рівняння теплового балансу та фізико-хімічних методів аналізу речовин і матеріалів (морфологічного, рентгеноструктурного (рентгеноскопічного, рентгеноспектрального), металографічного).

На основі рівняння теплового балансу та визначеної залежності температури провідника від густини струму, що протікає по ньому, одержано теоретичні залежності температури і часу нагрівання провідників в умовах їх короткого замикання (струмового перевантаження).

Дослідження мікроструктур мідних провідників, що піддавалися впливу різних рівнів температури, та виявлення у провідниках змінення кількості кисню та оксидів міді, дозволило спростувати твердження методичних рекомендацій стосовно того, що дендритна структура є стійкою ознакою первинності короткого замикання та виявити ознаки вторинного короткого замикання в провідниках.

Практичне значення одержаних результатів

Практична значимість результатів наукових досліджень полягає у застосуванні одержаних залежностей щодо температури нагрівання провідників у режимі короткого замикання і тривалості його протікання для

перевірки правильності вибору пристроїв захисту від короткого замикання та розробленої методики проведення експертизи щодо виявлення першопричин виникнення пожежі від елементів внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будинків у практичній діяльності науково-дослідного експертно-криміналістичного центру при ГУ МВС України у Львівській області та дослідно-випробувальних лабораторій ДСНС України у Львівській і Тернопільській областях.

Зміст та обсяг дисертаційної роботи

Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, узагальнені висновки, список використаних джерел і 2 додатки.

Дисертаційну роботу, у якій є посилання на 116 використаних джерел, 76 рисунків, 5 таблиць і 4 акти практичного впровадження результатів досліджень, викладено на 167 сторінках друкованого тексту.

Стисла характеристика дисертаційної роботи

У вступі обґрунтовано актуальність, подано зв'язок з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету, об'єкт, предмет, задачі і методи дослідження та представлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі надано огляд статистики пожеж, у тому числі у житлових і громадських будівлях, вимог національних правил і стандартів України щодо проектування внутрішніх електричних мереж цих об'єктів, описано явища, що спричиняють пожежі від них.

Показано недоліки у методиках проведення експертизи щодо встановлення причетності внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будинків до виникнення пожеж.

На основі аналізу літературних джерел сформульовано задачі і напрямки досліджень.

У другому розділі наведено визначення термінів, що стосуються електропроводки та її елементів, опис конструкції кабелів та ізольованих проводів, теплофізичних характеристик металевих елементів кабелів, металевих кабельних трубопроводів, процесів та умов полігонізації, віднови і рекристалізації та явищ, що сприяють та спричиняють займання

електроізоляційних кабельних матеріалів, методу металографічного, рентгеноструктурного фазового і рентгеноспектрального аналізу металевих матеріалів провідників.

У ході експериментальних досліджень вивчалися:

1) поведінка оздоблювальних будівельних матеріалів в залежності від струмового навантаження проводів з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією перерізом $1,5 \text{ мм}^2$ та $2,5 \text{ мм}^2$, а також зміни температури на поверхні будівельних матеріалів;

2) зміна структури мідних провідників внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будинків, у яких створювалися режими короткого замикання при різних температурах навколишнього середовища від $19 \text{ }^\circ\text{C}$ до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$;

3) зміни структури мідних провідників внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель, у яких створювалися режими короткого замикання внаслідок пошкодження ізоляції полум'ям.

У третьому розділі на основі рівняння теплового балансу одержано математичну модель – формулу розрахунку температури провідника залежно від його фізичних параметрів, густини струму, що протікає через нього, та теплофізичних характеристик навколишнього середовища.

Із застосуванням математичної моделі побудовано залежності температури від часу для провідників з полівінілхлоридною ізоляцією перерізом $1,5 \text{ мм}^2$ при струмовій навантазі 18 А, 25 А та 100 А. Показано, що за цих рівнів навантаги та температури навколишнього середовища $20 \text{ }^\circ\text{C}$ температура провідника у сталому тепловому режимі може досягати відповідно $63,493 \text{ }^\circ\text{C}$, $103,86 \text{ }^\circ\text{C}$ та $1362,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Із застосуванням математичної моделі побудовано залежності часу нагрівання мідних провідників перерізом $1,5 \text{ мм}^2$, $1,5 \text{ мм}^2$ та 4 мм^2 від струмової навантаги.

З даними експериментальних досліджень, наданих в розділі 2, та проведених візуальних (макро) досліджень мідних провідників виявлено розбризкування металу при короткому замиканні провідників за температури $250 \text{ }^\circ\text{C}$ і $300 \text{ }^\circ\text{C}$, відсутність його розбризкування та руйнування провідників за температури $400 \text{ }^\circ\text{C}$, руйнування провідників і оплавлення їхніх поверхневих шарів за температури $600 \text{ }^\circ\text{C}$, $800 \text{ }^\circ\text{C}$ та $950 \text{ }^\circ\text{C}$ та оплавлення мідних провідників поза межами контакту провідників в умовах впливу

модельного вогнища.

За даними експериментальних досліджень, наданих в розділі 2, та проведених мікроструктурних досліджень мідних провідників, встановлено, що розбризкування металу пов'язане з руйнуванням по границях зерен полікристалів міді, відсутність її розбризкування пов'язане з руйнування провідників (утворенням тріщин) у зоні формування найбільш термічних напружень. Суттєвих відмінностей мікроструктури провідників при нагріванні у печі і модельним вогнищем не виявлено.

За даними експериментальних досліджень, наданих в розділі 2, і проведених рентгеноспектральних і рентгеноструктурних досліджень мідних провідників при короткому замиканні виявлено: за температури 19 °С і 250 °С присутність міді і мінімальну кількість кисню у зоні напливу, зменшення і зростання відповідно кількості міді і кисню в зоні сплавлення, зростання кисню у місці переходу напливу і основного металу до 20,93 % маси по відношенню до міді та у зонах утворення раковин до 68,25 %, що вказує на википання і випаровування міді в зоні короткого замикання через досягнення у провіднику температури пароутворення міді 2567 °С; за температури 300 °С збільшення кількості кисню порівняно з еталоном на поверхні провідників у 2 рази; за температури 400 °С, 600 °С, 800 °С та 950 °С утворення з'єднання Cu_2O та збільшення вмісту кисню з ростом температури, у тому числі наявність його після охолодження водою.

Виявлена наявність Cu_2O після короткого замикання провідників під впливом модельного вогнища спростовує твердження методичних рекомендацій стосовно того, що «дендритна структура є стійкою ознакою первинності короткого замикання».

У четвертому розділі надано порівняльний аналіз методик пожежно-технічної експертизи, якими користуються в розвинутих країнах світу та Україні та результатів фізичних методів дослідження мідних провідників та обґрунтування вибору оптимального методу встановлення причин виникнення пожеж від електричних мереж.

На основі одержаних результатів досліджень розроблено методику виконання досліджень причетності внутрішніх електричних мереж до виникнення пожеж і запропоновано її застосування для виявлення першопричини виникнення пожежі від елементів внутрішніх електромереж житлових та громадських будівель.

Оцінка ідентичності змісту та основних положень автореферату

Зміст та структура автореферату повністю відповідає змісту дисертаційної роботи, а також відповідним вимогам щодо його оформлення.

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях

Основні результати досліджень, що стосуються дисертаційної роботи, опубліковано в 11 друкованих працях, з яких 4 – у наукових фахових виданнях України, 2 – у закордонних та 5 – у збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій, симпозіумів.

Основні результати дисертаційної роботи апробовано на чотирьох міжнародних та одному всеукраїнському науково-технічних конференціях.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та оформлена відповідно до вимог ДАК України.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі чітко не визначено проблеми, які існують при проведенні експертизи (розслідувань) причин виникнення пожеж і визначенні об'єктів, що є джерелами їх виникнення, наприклад кабелів, з'єднувальних пристроїв, джерел живлення, електроспоживчого устаткування, що є елементами електричних мереж.

2. У підрозділі 2.4 не подано допустимі струмові навантаження на провідники з поперечним перерізом $1,5 \text{ мм}^2$ та $2,5 \text{ мм}^2$, допустимі температури нагрівання ізоляції ізольованих проводів і кабелів у режимі короткого замикання і відповідну їм допустиму тривалість короткого замикання (наприклад 5 с чи 1 с) відповідно до міжнародних, європейських та національних стандартів.

3. У підрозділі 2.4 (стор. 55) не визначено параметри модельного вогнища класу А та струмової навантаги під час проведення експерименту стосовно поведінки мідних провідників з гумовою ізоляцією під впливом модельного вогнища.

4. Запропонована модель динаміки нагрівання проводів (підрозділ 3.2) не враховує змінювання опору провідників від температури, теплофізичні характеристики ізоляційних матеріалів та змінювання температури навколишнього середовища в умовах пожежі під час горіння будівельних конструкцій та інтер'єру приміщень, наприклад за умови імітації стандартного температурного режиму.

5. У підрозділі 3.5 (стор. 91) не розкрито причину досягнення температури пароутворення міді 2567 °С.

6. У розділі 3 не дається оцінка похибки математичної моделі, що описує динамічні процеси нагрівання провідників електричним струмом, про яку вказано у пункті 1 висновків до розділу 3 (підрозділі 3.6).

7. У підрозділі 3.6 двом висновкам надано номер 3.

8. Висновок, наданий у пункті 3 (перший) підрозділу 3.6 не узгоджується з принципами проектування систем електропроводки, які допускають нагрівання кабелів вище допустимих значень, за яких ще не відбуваються незворотні процеси у властивостях ізоляційних матеріалах, з метою забезпечення селективності спрацьовування пристроїв захисту.

9. У додатках відсутня задокументована та затверджена в установленому порядку методика виконання досліджень причетності внутрішніх електричних мереж до виникнення пожеж.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Назаровця Олега Богдановича «Визначення причин виникнення пожеж в житлових та громадських будівлях від внутрішніх електромереж», незважаючи на вказані зауваження, є завершеною науковою працею, в якій одержано нові наукові результати, присвячені виявленню першопричин виникнення пожеж від короткого замикання в елементах електричних мереж житлових і громадських будинків, що дозволяє підвищити рівень достовірності причетності їх до виникнення пожежі і, отже, статистичних даних про пожежі.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота «Визначення причин виникнення пожеж в житлових та громадських будівлях від внутрішніх електромереж» за своєю актуальністю, достовірністю результатів досліджень, новизною і практичною значущістю відповідає вимогам пунктів 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання

старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р, а її автор Назаровець Олег Богданович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент, провідний науковий співробітник відділу технічного регулювання науково-дослідного центру технічного регулювання Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту,
к.т.н., с.н.с.



Р.І. Кравченко

Підпис Кравченка Р.І. засвідчую:
Вчений секретар
Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту,
к.т.н., с.н.с.

С.Ю. Огурцов