

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертації ІЛЛЮЧЕНКА Павла Олександровича на тему «Удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.

Дисертація виконано на перспективу розвитку Національного плану з енергетики та клімату на період до 2030 року, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від «25» червня 2024 р. № 587-р., Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 р. № 761-р та в продовження науково-дослідної роботи: «Обґрунтувати мінімальні геометричні параметри (висота та периметр) засипки гравію у маслоприймачі над маслоприймальним каналом, яка повинна виконувати функцію вогнезагороджувача та охолодження мастила до температури спалаху 150 градусів Цельсія в рамках розробки робочої документації по об'єкту «Реконструкція ПС 330 кВ Броварська з установкою АТ-3» (державний реєстраційний № 0113U004330).

Актуальність теми дисертації.

Проблематика підвищення рівня пожежної безпеки будівель, споруд та об'єктів полягає у комплексному поєднанні різноманітних підходів, методик та практичних рішень, що визначені нормативно-правовими актами, галузевими вимогами, міжнародними, регіональними та державними стандартами. Все це включає як технічні, так і організаційні заходи, спрямовані на запобігання виникненню пожеж, їх ліквідації, зниження ризиків для життя і здоров'я людей, а також мінімізацію потенційних матеріальних збитків у разі виникнення надзвичайної ситуації. Також це стосується застосування систем протипожежного захисту, улаштування пожежних кран – комплектів, застосування будівельних матеріалів зі зниженими показниками пожежної небезпеки, підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій вогнезахисними покриттями, реалізацією заходів для вирішення питань ефективної евакуації тощо. В сфері застосування електротехнічних виробів, зокрема на об'єктах енергетичних підприємств, надважливу увагу приділяють обмеженню поширення полум'я під час пожежі.

Для маслonaповнених трансформаторів, як пристроїв, що мають значне горючу навантагу у вигляді горючої рідини, з метою обмеження поширення пожеж за їх участю застосовуються системи пожежогасіння, вогнестійкі перегородки, а також пристрої збору та охолодження розігрітого до пожежонебезпечних температур ізоляційного масла, що при аваріях може

витікати з обладнання – маслоприймачі, в яких в якості охолоджувача та вогнезагороджувача використовують шар засипки з гірських порід з фракцією часток певних розмірів. Але за рахунок природного впливу навколишнього середовища шар засипки з гірських порід піддається забрудненню, що значно знижує її здатність пропускати та ефективно охолоджувати нагріте до пожежонебезпечних температур масло. Зазначене зумовлює обов'язкове періодичне проведення ресурсозатратного комплексу заходів з утримання засипки в чистоті, а в деяких випадках її навіть унормовано до заміни. Окрім цього, нормованої кількості засипки при аварії може бути недостатнім для охолодження до безпечної температури значного об'єму трансформаторного масла. Це обґрунтовує необхідність проведення досліджень, направлених на визначення оптимальних параметрів засобу для реалізації ефективного зниження температури трансформаторного масла до пожежобезпечного рівня в умовах його аварійного витоку під час пожежі, що може замінити традиційне використання засипки з гірських порід у маслоприймачах трансформаторів.

Метою роботи є виявлення залежностей охолодження трансформаторного масла під час пожежі трансформатора від конструктивних параметрів теплообмінника, виконаного із гофрованих трубок з нержавіючої сталі, що забезпечують фазний перехід холодоагента (випаровування води) як наукове підґрунтя удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах трансформаторних підстанцій.

Для досягнення поставленої мети було поставлено наступні науково-технічні задачі:

1. Провести аналіз статистичних даних про пожежі на енергетичних об'єктах та вимог щодо заходів попередження поширення пожежі на них, включаючи трансформаторні підстанції.

2. На основі аналізу властивостей речовин, матеріалів та виробів, які можуть виконувати функцію накопичення/відведення тепла визначити ефективне рішення удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах трансформаторів замість засипки з гірських порід.

3. Встановити критерії, які впливають на процеси теплообміну в теплообмінних системах та розробити математичну модель теплообмінника із застосуванням холодоагенту з фазним переходом для охолодження трансформаторного масла нижче температури спалаху.

4. Розробити методику та провести експериментальні дослідження зі встановлення закономірності охолодження температури мінерального трансформаторного масла нижче температури спалаху під час проходження через охолоджуючий контур теплообмінника та здійснити перевірку адекватності розроблених математичних моделей.

5. На основі проведення обчислювального експерименту з визначення закономірності впливу конструктивних параметрів теплообмінника на охолодження трансформаторного масла обґрунтувати методичні підходи проектування ефективної системи попередження поширення пожежі на

маслоприймачах трансформаторних підстанціях.

Об'єкт дослідження – процеси теплообміну між трансформаторним маслом та конструктивними параметрами теплообмінника.

Предмет дослідження – залежність охолодження трансформаторного масла при пожежі від конструктивних параметрів теплообмінника.

Методи дослідження. В роботі використано методи досліджень, які включали: аналіз довідникових даних і нормативних документів, якими регламентовано методи тепломасообміну між речовинами, матеріалами в готових виробках, зокрема в теплообмінних апаратах; експериментальні дослідження з визначення зниження температури масла внаслідок проходження через охолоджуючий контур теплообмінної системи; математичне моделювання процесів тепломасообміну між маслом та охолоджуючим контуром теплообмінної системи; метод (Граббса) для виявлення викидів та квазівиків в експериментальних даних; критерій Фішера для перевірки розбіжностей дисперсій результатів досліджень; метод повного факторного експерименту; методи математичної статистики для обробки результатів експериментальних досліджень.

Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна:

- створено математичну модель теплообмінника з застосуванням холодоагенту з фазним переходом (випаровуванням). Модель створено на основі рівняння Бернуллі та рівняння балансу енергії. Із використанням моделі обґрунтовано діапазон значень коефіцієнта теплопередачі теплообмінника, виконаного з гофрованих трубок з нержавіючої сталі і водою в якості охолоджувача, що забезпечує охолодження нагрітого під час пожежі трансформаторного масла нижче його температури спалаху. Для об'єму масла 200–60000 л значення коефіцієнта теплопередачі складає $236\text{--}2925 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$;

- створено регресійну залежність площі охолоджуючого контуру теплообмінника, що забезпечує при пожежі охолодження трансформаторного масла нижче температури спалаху, від об'єму трансформаторного масла та діаметра гофрованих трубок теплообмінника. Модель дозволяє здійснювати уточнене прогнозування закономірності визначення достатності охолодження трансформаторного масла в теплообміннику в умовах його аварійного витоку під час пожежі і може бути реалізована для проектування ефективної системи попередження поширення пожежі на маслонаповнених трансформаторних підстанціях, здатних замінити засипку з гірських порід.

Рівень теоретичної підготовки здобувача, рівень обізнаності дисертанта з результатами наукових досліджень інших учених.

Здобувач володіє високим рівнем теоретичної підготовки та вміння опановувати сучасні інформаційні технології. Здобувач добре орієнтується в сучасних досягненнях вітчизняних та закордонних вчених за напрямом роботи.

Практичне значення отриманих результатів. Практична цінність полягає у розробленні методичної й експериментальної бази для прогнозування ефективності теплообмінної системи попередження поширення пожежі на маслонаповнених трансформаторних підстанціях, як наукового підґрунтя для їх проектування; сутність розроблених методик може бути урахована при внесенні змін до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

Результати проведених досліджень впроваджені у практичну діяльність компаній ПП «ПроектБудСтар» та ТОВ «Науково-виробниче підприємство «АЛАЙ» в частині методичного забезпечення для удосконалення протипожежних вимог для трансформаторних підстанцій, що знаходяться на території підприємств. Результати дисертації також впроваджені у діяльність Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України, впроваджено в освітній процес Національного університету цивільного захисту України. Під час виконання роботи створено експериментальну теплообмінну установку для дослідження процесу тепломасообміну між трансформаторним маслом та водяним охолоджуючим контуром теплообмінника.

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації. Особистий внесок здобувача та результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Іллюченко, П., Ніжник, В. & Нікулін, О. Методика експериментальних досліджень та обґрунтування параметрів теплообмінної системи для зниження температури трансформаторного масла нижче температури спалаху у маслоприймачі трансформаторної підстанції. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 1 (15). С. 116–127. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1\(15\).116-127](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).116-127).

Здобувач особисто обґрунтував положення методики експериментальних досліджень та обґрунтував основні параметри теплообмінної системи для зниження температури трансформаторного масла нижче температури спалаху у маслоприймачі трансформаторної підстанції під час пожежі.

2. Іллюченко П.О. Щодо підвищення ефективності способу запобігання поширенню пожежі під час аварійної розгерметизації маслонаповнених трансформаторів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2024. № 2 (18). С. 90–100. <https://doi.org/10.33269/nvcz.2024.2.90-100>.

Здобувач особисто здійснив літературний огляд проблематики застосування засипки з гірських порід в маслоприймачах трансформаторів та обґрунтував напрямки подальших досліджень, направлених на удосконалення системи попередження поширення пожежі в маслоприймачах трансформаторів.

3. Новак С., Дріжд В., Іллюченко П. Підвищення стійкості кабелів до поширення полум'я шляхом облицювання металевого кабельного коробу реактивним вогнезахисним матеріалом. *Науковий вісник: Цивільний захист та*

пожежна безпека. 2019. № 1 (7). С. 64–75. <https://doi.org/10.33269/nvcz.2019.1>.

Здобувач особисто здійснив підготовку, проведення та оцінювання результатів експериментальних досліджень межі поширення полум'я (пожежі) в кабельному коробі, що облицьований всередині вогнезахисним матеріалом.

4. Новак С., Добростан О., Дріжд В., Іллюченко П. Дослідження вогнестійкості кабельних проходок із застосуванням реактивного вогнезахисного матеріалу «Ендотерм ХТ-150». *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 2 (8). С. 3–13. <https://doi.org/10.33269/nvcz.2019.2.3-13>.

Здобувач особисто здійснив проведення та оцінювання результатів експериментальних досліджень межі вогнестійкості кабельних проходок, в яких кабелі прокладено у сталевих коробах з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом та проходок, в якій кабелі з вогнезахисним покриттям реактивним матеріалом безпосередньо проходять через огорожувальну конструкцію.

Статті у наукових фахових виданнях України та інших країн, у тому числі, що входять до міжнародних наукометричних баз:

5. Kravchenko, R., **Illiuchenko, P.**, Onyshchuk, A., Zazymko, O. Improvement of test methods and criteria for evaluation of resistance to flame spread of long elements of the wiring system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 6 (10 (114)), С. 57–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.249105>.

Здобувач особисто здійснив проведення та оцінювання результатів експериментальних досліджень межі поширення полум'я кабелів та інших довгих неметалевих елементів для прокладання кабелів.

6. Sukhanevych, M., Tsapko, Y., Likhnyovskyi, R., Tsapko, A., Kovalenko, V., Slutskaia, O., **Illiuchenko, P.**, Kravchenko, R. Determining the thermal-physical characteristics of a coke foam layer in the fire protection of cable articles with foaming coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 2/10 (122). С. 22–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275550/>

Здобувач особисто здійснив аналіз конструктивних особливостей кабелів стійких до поширювання полум'я та способів підвищення цього параметра.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Іллюченко П.О., Ніжник В.В., Нікулін О.Ф. Про удосконалення системи попередження розвитку пожежі на маслоприймачах. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій*: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. м. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 26 квітн. 2022. С. 127-129. (Форма участі – онлайн інтернет-конференція). Здобувачу особисто належить обґрунтування актуальності проведення наукових досліджень, направлених на удосконалення системи попередження поширення пожежі в маслоприймачах трансформаторів.

8. Іллюченко П., Ніжник В., Нікулін О., Кравченко Ю. Розроблення методики експериментальних досліджень щодо зниження температури трансформаторного масла нижче температури спалаху *Надзвичайні ситуації: безпека та захист*: матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. м. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 27-28 жовт. 2022. С. 97-98. (Форма участі – онлайн інтернет-конференція).

Здобувачу особисто належить обґрунтування положень методики експериментальних досліджень та основних параметрів теплообмінної системи для зниження температури трансформаторного масла нижче температури спалаху у маслоприймачі трансформаторної підстанції під час пожежі.

9. Іллюченко П., Ніжник В., Нікулін О., Ратушний О. Щодо розроблення експериментальної установки для зниження температури трансформаторного масла при імітації його аварійного витоку. *Надзвичайні ситуації: безпека та захист*: матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. м. Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 24-25 жовт. 2024. С. 97-99. (Форма участі - очна).

Здобувачу особисто належить обґрунтування конструктивних параметрів експериментальної теплообмінної установки для зниження температури трансформаторного масла при імітації його аварійного витоку з корпусу трансформатора.

2. Оцінка мови і стилю дисертації.

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Структуру роботи загалом можна схарактеризувати як таку, що логічно підпорядковується поставленій меті. Структура розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються. Основні теоретичні положення та висновки роботи не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені доречними прикладами.

3. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

Робота повністю відповідає вимогам, які ставляться до дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека», а саме: вона виконана на актуальну тему, сформульовані в ній наукові положення, висновки та рекомендації є обґрунтованими, достовірними, містять наукову новизну та мають практичну значущість.

4. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.

Дисертація подана за традиційною схемою, викладена українською мовою, загальним об'ємом 156 сторінок складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 144 найменувань і 3 додатків, містить 37 рисунків та 21 таблицю, що дозволило автору запропонувати ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих на основі вивчення цієї значної кількості наукової літератури з даної проблематики.

5. Рекомендації дисертації до захисту.

Дисертація ІЛЛЮЧЕНКА Павла Олександровича на тему: «Удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах» є завершеним науковим дослідженням, виконаним самостійно автором на актуальну тему.

Робота містить теоретичні розробки та практичні пропозиції, спрямовані на вирішення важливої науково-практичної задачі в галузі пожежної безпеки - розкриття закономірностей охолодження трансформаторного масла під час пожежі трансформатора від конструктивних параметрів теплообмінника, виконаного із гофрованих трубок з нержавіючої сталі, що забезпечують фазний перехід холодоагенту (випаровування води), як наукове підґрунтя удосконалення системи попередження поширення пожежі на трансформаторних підстанціях.

Дисертація відповідає спеціальності 261 «Пожежна безпека» та відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01. 2022 року № 44 та може бути рекомендована для захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Т.в.о. начальника кафедри пожежної профілактики
у населених пунктах навчально-наукового інституту
пожежної безпеки Національного університету
цивільного захисту України, д.т.н., професор

Юрій ОТРОШ

