

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, начальника науково-дослідної лабораторії
пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної
безпеки Національного університету цивільного захисту України

НУЯНЗІНА Олександра Михайловича

на дисертацію ІЛЛЮЧЕНКА Павла Олександровича

«Удосконалення системи попередження поширення пожежі на
маслоприймачах»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261
– пожежна безпека.

Актуальність обраної теми. У вирішенні актуальних питань, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки, гасіння пожеж на об'єктах електроенергетики, обмеження поширення пожежі між будівлями та дослідження характеристик горіння вуглеводнів, зокрема трансформаторних масел, взяли участь як вітчизняні, так і закордонні науковці, серед яких Ніжник В. В., Поздеев С. В., Климась Р. В., Зозуля Д. В., Руїбанг Сан, та інші. Аналіз робіт цих вчених показав, що основну увагу було приділено проблематиці оцінювання небезпеки поширення пожежі на сусідні об'єкти, обґрунтуванню модифікованого температурного режиму під час пожежі на трансформаторах, розташованих у захисних спорудах, проблематиці припинення горіння рідких вуглеводнів тощо.

Наприклад, дисертаційна робота Руслана Климася присвячена удосконаленню вимог до улаштування гравійної засипки на трансформаторних маслоприймачах з відведенням масла. Однак, у вищезгаданих працях не висвітлено питання щодо удосконалення засобу попередження поширення пожежі на маслоприймачах електричних трансформаторів в частині реалізації ефективної теплообмінної системи, здатної знизити температуру трансформаторного масла нижче температури спалаху і придатної замінити гравійну засипку, експлуатація якої вимагає дотримання низки ресурсозатратних заходів з утримання її в чистоті. Це підкреслює актуальність проведення досліджень, спрямованих на визначення оптимальних параметрів засобу, який здатний ефективно знизити пожежонебезпечну температуру трансформаторного масла в ході його витоку під час аварійної розгерметизації корпусу трансформатора. Це може стати основою для заміни гравійної засипки в маслоприймачах трансформаторів.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій полягає в вирішенні актуального науково-прикладного завдання зі встановлення закономірності охолодження температури мінерального трансформаторного масла нижче температури спалаху під час проходження через охолоджуючий контур теплообмінника, що є науковим підґрунтям для підвищення ефективності системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах трансформаторних підстанцій, при цьому одержано такі науково-практичні результати:

Уперше:

- створено модель теплообмінника з застосуванням холодоагенту з фазним переходом (випаровуванням) за допомогою якої 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. Це справедливо для об'єму масла 200–60000 л значення коефіцієнта теплопередачі складає 236–2925 Вт/м²·К.

- отримано 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. Така модель дозволяє здійснювати визначення достатності охолодження трансформаторного масла в теплообміннику в умовах його аварійного витоку під час пожежі і може бути реалізована для проектування системи попередження поширення пожежі на маслонаповнених трансформаторних підстанціях замість гравійної засипки.

Удосконалено теоретичні підходи щодо оцінювання умов зниження температури масла до безпечної температури внаслідок проходження через охолоджуючий контур теплообмінної системи маслоприймачів трансформаторних підстанцій та експериментальну базу дослідження процесів теплообміну між трансформаторним маслом та охолоджуючим контуром теплообмінника.

Дістали подальшого розвитку методи нормування параметрів системи попередження поширення пожежі на маслонаповнених трансформаторних підстанціях – параметрів охолоджуючого контуру теплообмінної системи для маслоприймачів трансформаторних підстанцій для підвищення її ефективності в умовах аварійного витоку масла.

Практичне значення дисертаційних досліджень. 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 підприємства. Результати дисертаційних досліджень також впроваджені у діяльність Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України та в освітній процес Національного університету цивільного захисту України. Під час виконання роботи створено експериментальний стенд для дослідження процесу тепломасообміну між трансформаторним маслом та водяним охолоджуючим контуром теплообмінника.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується результатами аналітичних досліджень наукових джерел у цій сфері; узгодженістю методів дослідження із визначеними в роботі метою і завданнями; вичерпним обсягом отриманих результатів даних вимірювань в ході проведених експериментів при застосуванні метрологічно каліброваних засобів вимірювальної техніки; прийнятною збіжністю результатів проведених досліджень, а також

результатами апробації та практичним впровадженням отриманих результатів проведених досліджень.

Повнота викладення основних результатів в опублікованих наукових працях. Повнота викладення основних результатів в опублікованих наукових працях. Основні результати виконаних досліджень було оприлюднено, обговорено та позитивно оцінено на всеукраїнських, міжнародних наукових конференціях: XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації- безпека та захист (м. Черкаси, 2024 р.); XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист (м. Черкаси, 2023 р.).

Результати досліджень, які висвітлено у дисертації, опубліковано в 6 наукових працях: 4 статті у наукових фахових періодичних виданнях України, 2 публікації, що індексуються в наукометричній базі Scopus.

Коротка характеристика роботи. У першому розділі проведено аналіз сучасного стану заходів щодо припинення та обмеження поширення пожеж на об'єктах енергетичної галузі, зокрема на маслонаповнених трансформаторних підстанціях. Встановлено, що значна частина пожеж в енергетичній галузі спричинена аварійними режимами роботи за участі маслонаповнених силових трансформаторів. На основі аналізу теплофізичних характеристик речовин, матеріалів та конструктивних особливостей теплообмінних апаратів визначено, що дослідження щодо удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах трансформаторів, здатної замінити гравійну засипку, доцільно провести використовуючи проектні рішення для кожухотрубних теплообмінних апаратів.

У другому розділі розглянуто особливості теплофізичних процесів передачі тепла між системами, що відбуваються в теплообмінних апаратах, а саме: конвекція, теплопровідність і теплове (радіаційне) випромінювання. Встановлено, що основним критерієм для оцінки ефективності системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах маслонаповнених трансформаторів, є температура масла, тобто, система попередження поширення пожежі має ефективно знизити пожежонебезпечну температуру масла до безпечної, тобто нижче температури спалаху, яка складає 150 °С. На основі рівняння Бернуллі та рівняння балансу енергії створено математичну модель теплообмінника з застосуванням холодоагенту з фазним переходом (випаровуванням).

У третьому розділі наведені проведені за розробленою методикою результати експериментальних досліджень зі встановлення закономірностей охолодження температури трансформаторного масла нижче температури спалаху під час проходження через охолоджуючий контур теплообмінника. За отриманими результатами встановлено закономірності зниження температури мінерального трансформаторного масла нижче температури спалаху під час проходження через охолоджуючий контур теплообмінника.

У четвертому розділі на основі отриманих результатів визначено діапазон значень коефіцієнта теплопередачі теплообмінника який забезпечить охолодження трансформаторного масла від 250 °С до 150 °С для об'єму масла від 200 л та 60000 л. На основі отриманих даних проведено повний факторний обчислювальний експеримент, за результатами якого розроблено математичну

модель залежності площі охолоджуючого контуру теплообмінника, що забезпечує при пожежі охолодження трансформаторного масла нижче температури спалаху від об'єму трансформаторного масла та діаметра гофрованих трубок теплообмінника. На основі отриманої математичної моделі обґрунтовано довідкову таблицю для визначення конструктивних параметрів теплообмінника, що забезпечує охолодження при пожежі трансформаторного масла нижче температури його спалаху та на основі цього сформульовано пропозиції щодо внесення змін до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). За проведеними розрахунками економічного ефекту встановлено, що система попередження поширення пожежі на маслоприймачі трансформатора на основі гофрованих трубок є вигіднішою за експлуатацію гравійної засипки.

Оцінка оформлення дисертації

Робота містить анотацію, зміст, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації разом з додатками становить 179 сторінок, 20 таблиць, 30 рисунків, список використаних джерел містить 144 найменування, а також 3 додатка.

Дисертація за змістом відповідає спеціальності 261 - пожежна безпека. Обсяг та оформлення дисертації є такими, що відповідають вимогам наказу МОН України «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. №40 (зі змінами). Перелік опублікованих праць за темою дослідження в повному обсязі відображає зміст дисертаційної роботи.

Відсутність порушення академічної доброчесності. За результатами аналізу кваліфікаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності мною виявлено не було. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту, на мою думку, відсутні.

Зауваження та дискусійні положення:

Позитивно оцінюючи основні результати дисертаційної роботи в цілому, слід зробити певні зауваження, які полягають у наступному:

- інформація щодо розташування термопар у міжтрубному просторі теплообмінника у тексті дисертації представлена недосконало. Варто було зосередити увагу на конкретних місцях та поясненні їхнього вибору;

- у дисертаційній роботі не розглянуто питання впливу чинників зовнішнього середовища на процес тепломасобміну між маслом і теплообмінною системою, а саме: вітер, опади у вигляді пилу, дощу чи снігу, атмосферний тиск, наявність рослинності; хоча їх вплив може бути суттєвим;

- у дисертації зазначено, що за критерій оцінювання ефективності системи припинення й обмеження поширення пожежі на маслонаповнених трансформаторних підстанціях, обрано температуру спалаху відповідно до ДСТУ 8829:2019 трансформаторного масла, але не обґрунтовано, чому обрали саме температуру спалаху, а не інший показник пожежної небезпеки;

- у першому розділі дисертації не в повній мірі розкрито питання наявності на таких об'єктах систем протипожежного захисту, зокрема, систем пожежогасіння та спеціальних протипожежних обробок;

- у дисертаційній роботі окремі формули та рисунки не мають пояснення одиниць вимірювання фізичних величин (наприклад, формули, що описують систему диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса);

- з тексту дисертації незрозуміло, чому автор проводить експеримент зі 100 л трансформаторного масла, а у науковій новизні вказано діапазон 200–60000 л.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертаційна робота характеризується єдністю змісту, а також актуальністю теми; має достатній рівень теоретичних досліджень, наукову новизну і практичну цінність, а зазначені зауваження не впливають на цінність представлених результатів.

Висновок. Кваліфікаційна робота характеризується єдністю змісту а також актуальністю теми; має достатній рівень теоретичних досліджень наукову новизну і практичну цінність, а зазначені зауваження не впливають на цінність представлених результатів. Дисертація Іллюченка Павла Олександровича «Удосконалення системи попередження поширення пожежі на маслоприймачах» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (зі змінами) та Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44). Дисертація може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор Іллюченко Павло Олександрович заслуговує на присудження ступеня йому доктора філософії за спеціальністю 261 - пожежна безпека.

Офіційний рецензент:

начальник науково-дослідної лабораторії
пожежної та техногенної безпеки навчально-
наукового інституту пожежної безпеки
Національного університету
цивільного захисту України
доктор технічних наук, професор

14.04.2024

Олександр НУЯНЗІН

Особистий підпис засвідчую:
Др. Олександр В. П.
Ю. Пересушко

