

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Данильченка Дмитра Олексійовича «Захист ліній електропередавання з захищеними проводами від прямих ударів блискавки»**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи

Актуальність теми дисертації.

Блискавки, інтенсивність яких збільшується, призводять до ураження електроенергетичних установок, зокрема повітряних ліній електропередавання (ЛЕП) всіх класів номінальної напруги. Для захисту їх розроблені спеціальні способи і засоби. З початком масового застосування в розподільних мережах повітряних ліній (ПЛ) 6–35кВ захищених проводів виникла необхідність розроблення відповідних технічних заходів по їх блискавкозахисту.

Особливістю проблеми блискавкозахисту ПЛ є те, що для мережі 6-35 кВ однофазне замикання на землю не є аварійною ситуацією та не підлягає обов'язковому відключенню. Тому час горіння електричної дуги на ПЛ середніх класів напруги буває досить довгим. Досить часто в місці пробую може виникнути повторне загоряння дуги. Це може призвести до розрушення ізоляції проводу, пошкодження ізолятора лінії і до перегорання проводу. У разі ж повітряно захищених проводів (ПЛЗ) запобігання перегорянню проводу стає основним чинником, що визначає необхідність обов'язкового застосування тих чи інших блискавкозахисних заходів.

Таким чином, дослідження та розробка нових і вдосконалення відомих методів блискавкозахисту ліній з захищеними проводами є актуальною науково-прикладною задачею. Метою дисертаційної роботи є підвищення надійності захисту повітряних ліній електропередавання середніх класів напруги з захищеними проводами на основі врахування уточнених значень кількості уражень прямими ударами блискавки, що визначає її актуальність.

Дисертація виконана згідно планів наукових досліджень кафедри передачі електричної енергії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у відповідності до госпдоговору «Розробка рекомендацій щодо захисту від перенапруг повітряних захищених електричних ліній 6-35 кВ» (ДР № 0114U003936).

Короткий аналіз змісту дисертації і відповідність його поставленим задачам.

Дисертаційна робота Данильченка Д.О. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. У вступі міститься характеристика досліджуваної проблеми та розглянуто поточний стан питання. На основі аналізу результатів і висновків наявних в даній області досліджень обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовані основні цілі і завдання даної роботи, а також дана її загальна характеристика.

В першому розділі проаналізовано стан та проблеми блискавкозахисту ПЛЗ. Розглянуто переваги застосування захищених проводів в електричних мережах та досвід їх експлуатації в Україні та світі. Показано їх недоліки у

блискавкозахисті та наслідки, до яких це може призвести. Розглянуто грозові перенапруги на повітряних лініях електропередавання і захист від них. Проаналізовано завдання і критерії блискавкозахисту ПЛ. Наведено параметри грозових розрядів та статистика розподілу їх за величиною струму та напруги. Детально розглянуто виникнення блискавки, її види та зосереджено увагу на виникненні і розвитку лінійної блискавки.

Другий розділ присвячено методам проведення експериментальних досліджень. Розглянуто можливість дослідження вірогідності ураження ПЛ на великомасштабній моделі з використанням довгих імпульсів. Цей метод використовується на великомасштабних моделях з пробивною відстанню понад 3 метри, коли є можливість змоделювати блискавку з лідерною формою розряду. Обґрунтовано можливість використання установок з іншими формами імпульсів напруги та визначення коефіцієнту моделювання на основі висоти орієнтування. Результати експериментів показали, що для ліній з захищеними проводами зона захоплення в півтора рази менше ніж зона захоплення неізолюваного проводу. Під зоною захоплення розуміють площу з однієї сторони ПЛ з якої вона збирає прямі удари блискавки. Розмір цієї зони, як правило, визначається нормативними документами. Діючі нормативи визначають залежність ширини зони захоплення від висоти повітряної лінії.

В *третьому розділі* проведені експериментальні дослідження блискавкоураженості ПЛ та ПЛЗ. Для підтвердження адекватності побудованої моделі було експериментально перевірено блискавкоураженість ПЛ на моделі лінії 110 кВ. Результати експериментальних досліджень співпадають з результатами розрахунків, що свідчить про адекватність створеної моделі. Проведені експериментальні дослідження з порівняння ураженості захищених та неізолюваних проводів, результати яких підтвердили суттєву різницю між кількістю їх уражень в залежності від розташування електроду, що імітує блискавку. Експериментально визначені величини зон захоплення прямого удару блискавки повітряними лініями з різним конструктивним виконанням проводів. Порівняння експериментально отриманих та розрахункових (за нормативними документами) значень зон захоплення виявило суттєві відмінності їх величини.

В *четвертому розділі* проведено регресійний аналіз отриманих результатів для отримання математичної моделі результатів експерименту. Під час регресійного аналізу підтверджена гіпотеза про однорідність дисперсії, та отримані результати розрахунку коефіцієнтів на основі експериментальних даних. Виконана перевірка адекватності моделі та перевірка значимості коефіцієнтів. Отриманий вираз дозволяє розрахувати вірогідність ураження ПЛ та ПЛЗ прямим ударом блискавки при різних конструктивних виконаннях ліній та властивостей блискавки. Використання такого виразу дозволить уточнити метод визначення блискавкостійкості ПЛЗ та ПЛ на етапі проектування.

У *п'ятому розділі* приведено класифікацію засобів захисту від перенапруг. Проаналізовані основні засоби захисту, їх переваги та недоліки, особливу увагу приділено обмежувачам перенапруг нелінійним (ОПН). Досліджено особливості блискавкозахисту ліній з захищеними проводами.

Розглянуто конструкцію захищених проводів та вплив перенапруги на ці проводи. Проаналізовано світовий досвід у питаннях блискавкозахисту ПЛЗ, а саме за допомогою масивних затискачів (американську систему), за допомогою «рогів» (фінська система) та за допомогою ОПН (японська система). Розглянута можливість блискавкозахисту за допомогою довго-іскрових розрядників.

Таким чином, Данильченка Д.О., провівши сукупність наукових досліджень, спираючись на сучасні методи досліджень і технічні засоби, розв'язав поставлені ним задачі і досяг поставлену в роботі мету – розробив методи підвищенні надійності захисту повітряних ліній електропередавання середніх класів напруги з захищеними проводами на основі врахування уточнених значень кількості уражень прямими ударами блискавки.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

В дисертації Данильченка Д.О. отримав такі результати, які мають суттєву наукову новизну:

- запропоновано метод блискавкозахисту повітряних ліній з захищеними проводами, який використовує неізолюваний фазний провід для захисту від прямих уражень блискавкою;

- удосконалено метод моделювання об'єктів для дослідження блискавкозахисту, в якому коефіцієнт моделювання розраховується за допомогою висоти орієнтування блискавки;

- розвинуто метод розрахунку кількості прямих ударів блискавки для визначення блискавкостійкості повітряних ліній середніх класів напруги;

- вдосконалено математичну модель для розрахунку кількості прямих ударів блискавки.

Положення і висновки відносно суті проблеми, принципів і методів побудови математичних моделей в роботі обґрунтовані і базуються на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату. Отримані результати перевірені експериментально, що підтверджує обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Висновки по розділах і по роботі в цілому відповідають змісту дисертації і є об'єктивними. Можна стверджувати, що приведені в дисертаційній роботі Данильченка Д.О. висновки і рекомендації щодо використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані і відповідають дійсності. Достовірність їх забезпечена коректністю використання математичного апарату та наукових положень.

Основні результати дослідження **достатньо апробовані**. Вони доповідались на науково-технічних конференціях. Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 13 наукових працях, з них: 4 статті – у наукових фахових виданнях України, 2 статті включено до міжнародних наукометричної бази SKOPUS, 1 стаття в інших виданнях України, 5 у збірниках матеріалів конференцій. Автореферат

дисертації відображає її зміст, ідеї і висновки. У авторефераті розкрито внесок дисертанта в даний науковий напрям, розкриті новизна розробок, теоретичні і практичні значення результатів проведених досліджень.

Практична цінність отриманих результатів.

На підставі виконаних досліджень визначені способи підвищення ефективності функціонування електричних мереж шляхом вдосконалення методики розрахунку зони захоплення блискавки повітряними лініями середніх класів напруги з урахуванням типу проводу. Такий підхід дозволить розраховувати кількість прямих ударів блискавки у повітряні лінії з неізолюваними та захищеними проводами на етапі проектування повітряних ліній. Запропоновано конструктивне виконання ПЛ з використанням у якості засобу захисту від блискавки фазного неізолюваного проводу, яке дозволить суттєво підвищити експлуатаційну надійність ПЛЗ.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в АК «Харківобленерго» для розрахунку зони захоплення блискавки повітряними лініями середніх класів напруги з урахуванням типу проводу, що дозволило більш точно визначати кількість прямих ударів блискавки у повітряні лінії, а також у навчальному процесі кафедри передачі електричної енергії НТУ «Харківський політехнічний інститут» для студентів спеціальностей 141 спеціальності.

Зауваження по роботі.

1. Перший розділ перевантажений необов'язковою інформацією. Вона або загальновідома, або можна було би обійтися посиланнями на джерела інформації. Помилкове посилання на рис. 1.5.

2. В тексті роботи використано досить спірний термін «зона захоплення». Він потребує додаткового пояснення та обґрунтування тому, що при його визначенні використовуються тільки геометричні параметри. Однак на нього будуть мати суттєвий вплив параметри струмів блискавки: амплітуда та швидкість зростання.

3. Використання в якості опорного параметру визначення коефіцієнту моделювання висоти орієнтування блискавки не достатньо обґрунтовано. Величина цієї висоти відрізняється досить суттєво в роботах різних авторів.

4. З тексту дисертації не зрозуміло, яким чином враховано той факт, що при ураженні захищеного проводу в ізоляції з'явиться слабке місце, що призведе до спотворення подальших досліджень.

5. При проведенні тестових експериментів ураження блискавкою проводів повітряних ліній різних конструкцій вони будуть зберігати залишковий заряд, що також може спотворити результати експериментів.

6. При виконанні регресійного аналізу результатів експерименту було обрано лінійну модель. Доцільно було б використати моделі більш високих порядків.

7. Запропонована конструкція комбінованої повітряної лінії буде мати велику поперечну несиметрію. В роботі не запропоновано способів вирішення цієї проблеми, що не дає можливості оцінити ефективність використання запропонованої конструкції.

8. У тексті дисертації мають місце деякі неточності та помилки, але

кількість їх допустима.

Зазначені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати досліджень. Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Данильченка Д.О.

Висновки.

Зміст дисертації Данильченка Дмитра Олексійовича відповідає спеціальності 05.14.02, за якою вона представлена до захисту. Дисертаційна робота має значну наукову цінність, є закінченою науково-дослідною роботою, яка присвячена вирішенню важливої і складної проблеми для електроенергетики – підвищення надійності захисту повітряних ліній електропередавання середніх класів напруги з захищеними проводами. Дисертаційна робота за актуальністю теми, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, новизною досліджень і практичною цінністю отриманих результатів відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 (зі змінами, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р., №656). Її автор, Данильченко Дмитро Олексійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі та системи.

Завідувач кафедри електричних станцій та систем
Вінницького національного технічного університету,
доктор технічних наук, професор

П. Д. Лежнюк П. Д. Лежнюк

Підпис *Лежнюк*
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією *Лежнюк*

