

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

АНАЛІЗ АКТИВНОГО БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ПРИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання
освітнього ступеня «Магістр», освітньо-
професійної програми «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

_____ **Антон СВИДЕРСЬКИЙ**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Олександр КОЗАК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2023 р.

Керівник проектної групи (гарант освітньої
програми) «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП	69
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Явище блискавки.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Блискавкозахист	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок до розділу 1.	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 2 АКТИВНИЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ PREVESTRON	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Призначення активних блискавкоприймачів	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Улаштування та принцип роботи	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Радіус захисту блискавкоприймача PREVESTRON	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 3 БЛИСКАВКОЗАХИСТ НА КОМПРЕСОРНІЙ СТАНЦІЇ	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Опис компресорної станції	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Розрахунок щільності ударів блискавки в землю	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Визначення рівня блискавкозахисту	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Визначення класу вибухонебезпечних зон	Ошибка! Закладка не определена.
3.5 Побудова активного блискавкозахисту і розрахунок захисних радіусів	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 4 ПОРІВНЯННЯ АКТИВНОГО І ПАСИВНОГО БЛИСКАВКОЗАХИСТУ НА КОМПРЕСОРНІЙ СТАНЦІЇ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Порівняння захисних радіусів	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Техніко-економічне порівняння пасивного і активного блискавкозахисту на компресорній станції	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 5 ЗАХОДИ ПО ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЗАВАД	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Опис електромагнітних завад	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Заземлюючий пристрій	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Класифікація і застосування ПЗІП	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 6 ВИПРОБУВАННЯ АКТИВНОГО БЛИСКАВКОПРИЙМАЧА PREVESTRON	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Лабораторні випробування PREVESTRON	Ошибка! Закладка не определена.

6.2 Польові випробовування PREVESTRON. Ошибка! Закладка не определена.	
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі дано порівняння пасивного і активного блискавкозахисту для компресорної станції. Приведені порівняльні таблиці і радіуси захисту для активного і пасивного блискавкоприймачів.

У цій роботі описана компресорна станція для якої вибрана оптимальний блискавкозахист. Побудовані вибухонебезпечні зони, розраховані захисні радіуси для пасивного і активного блискавкозахисту. Зроблено техніко-економічне порівняння двох варіантів блискавкозахисту для цієї компресорної станції, з яких виявлено, що активний блискавкозахист в десятки разів економічніше за пасивний. Зроблені заходи по захисту від електромагнітних завад.

THE SUMMARY

The qualification work compares passive and active lightning protection for a compressor station. Comparative tables and protection radii for active and passive lightning arresters are given.

This paper describes a compressor station for which the optimal lightning protection is selected. Explosive zones are built, protective radii are calculated for passive and active lightning protection. A technical and economic comparison of two lightning protection options for this compressor station was made, from which it was found that active lightning protection is ten times more economical than passive. Measures have been taken to protect against electromagnetic interference.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи складається з:

82 стор., 9 табл., 34 рисунків., 21 літературних джерел.

Тема роботи: «Аналіз активного блискавкозахисту при електропостачанні компресорної станції».

Представлений опис утворення блискавки, типи грозових хмар. Описана історія створення блископриймачів. Приведений опис пасивного і активного блискавкозахисту.

Розглянуто призначення і принцип роботи активного блискавкоприймача PREVECTRON, приведені формули для розрахунку радіусів, що захищаються.

Описана компресорна станція, був визначений рівень блискавкозахисту, побудовані вибухонебезпечні зони. Зроблений розрахунок захисних радіусів для активного блискавкозахисту, приведені рисунки із зонами покриття. Зроблено техніко-економічне порівняння двох варіантів блискавкозахисту для цієї компресорної станції, з яких виявлено, що активний блискавкозахист в десятки разів економічніше за пасивний.

Також описані електромагнітні завади створювані ударами блискавок, зроблені заходи по захисту від цих перешкод у вигляді захисного заземлення і установки ПЗПів в головні розподільні шафи.

Лабораторні і польові випробування, з результатів яких дійшли висновку, що даний блискавкоприймач повністю відповідає вимогам французького стандарту NF C 17-102:2011 і українського стандарту СН У 2.04-29-2005.

Ключові слова: БЛИСКОПРИЙМАЧ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, КОМПРЕСОРНА СТАНЦІЯ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЗАВАДИ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБСТАНОВКА.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВРП – відкриті розподільні пристрої
ГЗШ – головна заземлювальна шина
ГРЩ – головний розподільний щит
ЕРС – електрорушійна сила
ЗБЗ – зона блискавкозахисту
ЛЕП – лінія електропередачі
ПЗВ – пристрій захисного вимкнення
ПЗІП – пристрій захисту від імпульсних перенапруг
ПУБ – прямий удар блискавки
СБЗ – система блискавкозахисту
СЕП – система електропостачання
ЗРУ - закритий-розподільний пристрій
ЩО - щит освітлення
ЛВУМГ - лінійно-виробниче управління магістральних газопроводів
КС - компресорна станція
ГРС - газорозподільна станція
КЦ - компресорний цех
ГКС - газокомпресорна служба
ГП - газопровід
ГПА - газоперекачуючий агрегат
ГТУ - газотурбінна установка
ВН - відцентровий нагнітач
БТПГ - блок підготовки паливного і пускового газу
АВО - апарат повітряного охолодження
КВТ - компресор високого тиску
КНТ - компресор низького тиску
ТВТ - турбіна високого тиску
ТНД - турбіна низького тиску
ЕХЗ - електрохімічний захист
ЕВП - електроводопостачання
ФСА - функціональна схема автоматизації
ЕМП - електромагнітне поле
ЕМС - електромагнітна сумісність
ЕП - електричне поле
ЕМО - електромагнітна обстановка

ВСТУП

Мета:

Провести аналіз активного блискавкозахисту на компресорній станції.

Завдання:

Розрахувати радіуси захисту для активного блискавкозахисту, порівняти активний і пасивний блискавкозахист на компресорній станції, передбачити заходи по захисту від електромагнітних завад.

Актуальність роботи :

У разі непрямого попадання блискавки, хвиля перенапруження поширюється по комунікаціях на багато кілометрів і здатна миттєво вивести з ладу дороге устаткування того або іншого об'єкту. За даними ДСНС, в 30-40% випадків займання відбуваються внаслідок грозових розрядів. Для захисту будівель від наслідків удару блискавки використовуються різні типи блискавкозахисту – стержневий, тросовий, блискавкоприймальна сітка і блискавкозахист з використанням активних блискавкозприймачів. У 1984 р. з'явилися блискавкозприймачі з попереджуючою стриммерной емісією PREVECTRON 2 виробництва французької компанії INDELEC. Ці пристрої є поліпшеною версією поодинокого блискавкозприймача, що втілила в собі самі останні розробки в області блискавкозахисту. До недавнього часу не було проведено декілька серйозних порівняльних випробувань, які продемонстрували переваги одного типу громовідводу перед іншим, недоліки різних типів блискавкозахисту. Такі випробування провели в Інституті електроенергетики (Франція), де об'єктами випробувань стали активні блискавкозприймачі і звичайні стержневі блискавкозприймачі. В ході випробувань оба блискавкозприймачі (БП) розташовувалися на заземленій площині випробувального поля. Високовольтний електрод, на який подавалася негативна напруга, був площиною із закругленими краями; довжина проміжку складала 2 м. Обидва БП встановлювалися симетрично відносно вертикальній осі проміжку на відстані, достатньому для виключення їх взаємного впливу. При одному і тому ж значенні напруги робилися серії по 20

розрядів і визначалося співвідношення числа розрядів із стержневого БП і активного БП. Результати були такі: при однаковій висоті (1 м) при усіх 20 діях спрацьовував активний БП; при висоті активного БП 1 м, а звичайного молниеприймача - 1,02 м, при 20 діях 19 разів спрацьовував активний БП і 1 раз звичайний БП; при висоті активного блискавкоприймача 1 м, а звичайного блискавкоприймача - 1,06 м, при 20 діях 16 разів спрацьовував активний БП і 4 рази - звичайний БП. Очевидна стабільна перевага активного БП. З початку 90-х рр. минулого століття компанія INDELEC активно досліджувала ефект випереджаючої стриммерної емісії і допрацьовувала свої вироби на спеціально обладнаних полігонах у Флориді (США), в Канаді, Бразилії, Японії [1].

На користь активного громовідводу можна привести ще ряд аргументів. При установці звичайних систем блискавкозахисту будинок доводиться оббивати дротами. Якщо будівля велика, то такий захід представляється дуже дорогим, особливо якщо на покрівлі будівлі в якості громовідводу укладається металева сітка. Активна ж система дозволяє обійтися установкою над об'єктом одного активного блискавкоприймача. Виглядає він набагато привабливіше за своїх пасивних попередників, що має значення для будівель, побудованих по концептуальних архітектурних проектах [1]. Зрештою таке рішення виявляється економічнішим в експлуатації. Догляд за активним громовідводом набагато простіше, ніж за звичайним. Відпадає необхідність постійного контролю безлічі з'єднань, які впродовж зими під впливом снігу і льоду часто ушкоджуються, тому навесні потребують відновлення. Залежно від типу голівки активного громовідводу і висоти, на якій вона встановлена, радіус території, що захищається таким громовідводом, може складати до 100 м, а тому захищаються таким чином не лише сам будинок, але і автомобіль, що стоїть поряд з ним, а також господарчі побудови і прилегла територія. Це означає, що там, де за класичними схемами захисту необхідно вибудовувати складну систему штирьових блискавкоприймачів, досить поставити один активний громовідвід, і міра забезпечуваного ним захисту буде як мінімум на тому ж рівні, що і організованою за класичною схемою. Існує міф, що, мовляв, активні блискавкоприймачі притягують блискавки. Насправді і

пасивний, і активний громовідводи захищають будови, притягуючи блискавки до себе, тільки у активного громовідводу радіус захисту більший.

У цій роботі описана компресорна станція для якої вибраний оптимальний блискавкозахист. Побудовані вибухонебезпечні зони пристроїв компресорної станції, розраховані радіуси, що захищаються пасивним і активним блискавкозахистом. Зроблено техніко-економічне порівняння двох варіантів блискавкозахисту, з яких виявлено, що активний блискавкозахист в десятки разів економічніше за пасивний, для цієї компресорної станції. Зроблені заходи по захисту від електромагнітних завад, установка захисного заземлення по усьому контуру майданчика, встановлені УЗІПи в ЗРУ-10кВ і головні розподільні щити. Надані реальні випробування, які пройшов активний блискавкоприймач.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі представлений опис утворення блискавки, типи грозових хмар. Описана історія створення блискавкоприймачів. Приведені описи пасивного і активного блискавкозахисту, розглянуто призначення і принципи роботи активного блискавкоприймача PREVECTRON, приведені формули для розрахунку радіусів, що захищаються, визначений рівень блискавкозахисту, побудовані вибухонебезпечні зони. Зроблений розрахунок захисних радіусів для активного блискавкозахисту, приведені малюнки із зонами покриття.

Також були описані електромагнітні завади створювані ударами блискавок, зроблені заходи по захисту від цих перешкод у вигляді захисного заземлення і установки ПЗПів в головні розподільні шафи

Розглянуті лабораторні і польові випробування, з результатів яких дійшли висновку, що даний блискавкоприймач повністю відповідає вимогам французького стандарту NF C 17102:2011 і українського стандарту ДСТУ EN 62305-3:2021.

Сьогодні одночасно існують два типи блискавкозахисту: традиційні системи і блискавкоприймачі з попереджуючою стримерною емісією. Обидва типи систем у разі удару блискавки забезпечують однаковий рівень захисту споруди, якщо вони були грамотно спроектовані, виконані з якісних компонентів і правильно встановлені. Тому інженери-проектувальники повинні переконатися, що усі елементи блискавкозахисту протестовані і сертифіковані. Ці заходи обережності потрібні, щоб гарантувати захист людей і майна від руйнівної дії блискавки [21].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ EN 62305-1:2012 «Блискавкозахист. Загальні принципи».
2. ДСТУ EN 62305-2:2012 «Блискавкозахист. Керування ризиками».
3. ДСТУ EN 62305-3:2012 «Блискавкозахист. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей».
4. ДСТУ EN 62305-4:2012 «Блискавкозахист. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах».
5. ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд».
6. ДСТУ EN 62561 – Компоненти системи блискавкозахисту: Частина 1-а «Вимоги до компонентів сполуки».
7. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Форт, - 2013. – 410 с.
8. ДСТУ EN 60079-11:2016 Вибухонебезпечні газові середовища. Частина 11. Захист електричного обладнання за допомогою іскробезпечного електричного кола (i) (EN 60079-11:2012, IDT).
9. Правила улаштування електроустановок – Міненерговугілля України, -2017. – 617 с.
10. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навчальний посібник. – Львів: Вид-во НУ „Львівська політехніка”, 2005. – 324с.
11. Громадський Ю.С., Манілов А.М. Щодо ефективності застосування запобіжників з вимикачами навантаження PIF фірми „Powercon Corp” (США) в мережах 6-35 кВ//Промелектро. – 2004. – №2- С.32...35.
12. Щестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник.- Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656с. 92.
13. ДСТУ 2790-94. Електропостачальні системи напругою понад 1000 В. Терміни та визначення.
14. ДСТУ 2791-94. Електропостачальні системи напругою до 1000 В. Терміни та визначення.

15. ДБН В.2.5-23-2003. Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – К.: Держбуд України, 2004.
16. S. Kazanskiy, V. Maltsev 3d-Modeling Of Lightning Protection Systems Of Electrical Network. POWER ENGINEERING: economics, technique, ecology, 2014 no.4 (38), pp. 78-83.
17. Analysis of modern foreign and domestic experience in the installation of lightning protection systems of the electrical objects. Kyiv: National Power Company "UKRENERGO", 2012, 75 p.
18. Крикунов Г.М., Резніченко П.Т., Охорона праці в будівництві. – К.: 1994. -298с.
19. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з безпеки життєдіяльності: Навчальний посібник. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2004. – 232с.
20. Височан І.М. та ін. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За заг. ред. канд. техн. наук Пістуна І.П. – Львів «Ліга-Прес», 2011. – 430с.
21. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках: Підручник. - Харків, 2010. – 596 с.