

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМУ РОБОТИ ГРОЗОЗАХИСНОЇ СИСТЕМИ ДВОКОЛОВОЇ КОМПАКТНОЇ ПЛ З ВИКОРИСТАННЯМ ФАЗОПОВОРОТНИХ ПРИСТРОЇВ

Маренець Д.І., студ. гр. ЕМ-171

Красножон А.В., к.т.н., ст. викладач кафедри ЕСіМ
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Останнім часом можна спостерігати тенденцію до все більшого використання компактних повітряних ліній (ПЛ) електропередачі. Основною характерною особливістю таких ПЛ є менші розміри їх опор, відповідно, спорудження такої ПЛ вимагає відчуження меншої площі земельної ділянки, при цьому такі лінії дозволяють передавати значно більше енергії порівняно з традиційними ПЛ та характеризуються меншою величиною магнітного поля.

Для захисту фазних провідників від прямих ударів блискавки компактні ПЛ мають грозозахисну систему, до складу якої найчастіше входить два грозозахисних троса (ГЗТ). На сучасному етапі розвитку електроенергетики в якості таких тросів використовують грозозахисні троси з вбудованим оптоволоконним кабелем, останній використовують для передачі інформації у відповідності з популярною концепцією розумних мереж Smart Grid.

Згідно з сучасними вимогами, які діють в тому числі і в Україні [1], грозозахисні троси з вбудованим оптоволоконним кабелем повинні заземлюватись на кожній опорі ПЛ. Очевидно, що за такої умови в грозозахисній системі ПЛ утворюється тросовий контур, крізь який проходить змінний магнітний потік від струмів окремих фаз кожного кола ПЛ, частота якого становить 50 Гц. Цей потік призводить до появи у тросовому контурі наведеної напруги, наведеного струму і активної потужності втрат, величина якої може бути значною [2].

В даній роботі було розглянуто двоколову компактную ПЛ напругою 500 кВ на опорах типу КСПЛ-500. Зовнішній вигляд цієї опори з розмірами показано на рис. 1, також на цьому рисунку позначено розташування фаз різних кіл такої ПЛ. Фазні провідники А1, В1, С1 належать першому колу ЛЕП, А2, В2, С2 – другому її колу.

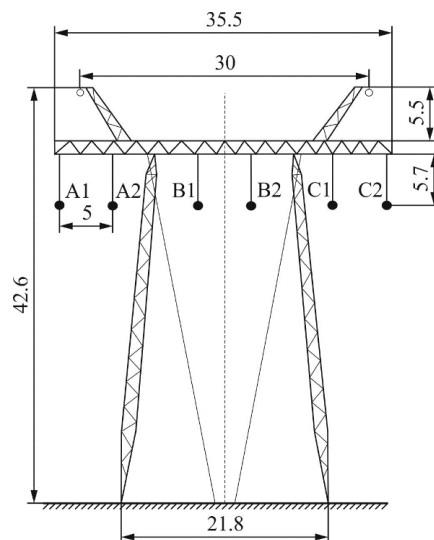


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд опори двоколової компактної ПЛ напругою 500 кВ типу КСПЛ-500

При використанні компактних ПЛ найчастіше передбачається оснащення підстанцій фазоповоротними пристроями (найчастіше фазоповоротними трансформаторами), які дозволяють плавно регулювати кут θ між зірками фазних напруг та, як наслідок, зірками

фазних струмів різних кіл ПЛ. Фазоповоротні пристрої застосовують для зміни параметрів самої ПЛ – погонної індуктивності та погонної ємності, а також для плавного регулювання натуральної потужності ПЛ. Разом з тим, зміна цього кута буде призводити до зміни величини магнітного потоку, що проходить крізь тросовий контур, а отже і до зміни наведеної напруги та величини активної потужності втрат, тобто до зміни режиму роботи грозозахисної системи ПЛ, однак, це питання в даний час залишається недослідженим.

Зчеплений з тросовим контуром магнітний потік Φ від обох кіл ЛЕП можна розрахувати за формулою:

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2, \quad (1)$$

де Φ_1, Φ_2 – магнітні потоки від першого і другого кіл ПЛ.

Очевидно, що ці потоки додаються як вектори, тож зміна їх взаємного положення на векторній діаграмі суттєво впливатиме на результат. При цьому слід враховувати, що потік від кожного кола формують три фази, струми яких зсунуті між собою на кут 120° .

Комплексне значення напруги, наведеної на тросовий контур:

$$\dot{U}_k = j \cdot \omega \cdot \Phi, \quad (2)$$

де ω – циклічна частота.

Наведений в контурі струм знаходимо з виразу:

$$I_k = \frac{\dot{U}_k}{Z_k}, \quad (3)$$

де Z_k – повний комплексний опір тросового контуру.

Активну потужність втрат визначаємо за формулою:

$$P_k = I_k^2 \cdot R_k \quad (4)$$

де R_k – активний опір тросового контуру

Розрахунки було проведено при значенні струму фази першого кола 900 А для чотирьох значень струму фази другого кола (100%, 75%, 50% та 25% від струму фази першого кола), оскільки найчастіше струми фаз різних кіл неоднакові [3]. В якості грозозахисного тросу з вбудованим оптоволоконним кабелем було взято трос марки OPGW-42-AL3/42-A20SA, зовнішній діаметр якого становить 12,6 мм, а погонний активний опір складає 0,558 Ом/км. Довжина ПЛ приймалась рівною 300 км. Розрахунки було проведено за допомогою пакету MathCad, їх результати наведено на рис. 2.

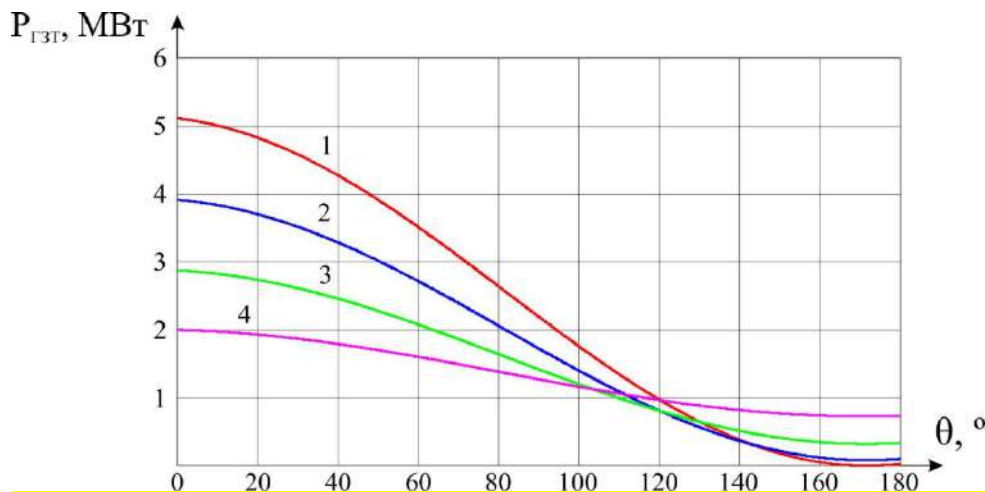


Рисунок 2 – Залежність активної потужності втрат у грозозахисній системі двоколової компактної ЛЕП 500 кВ від кута зсуву між зірками фазних струмів різних кіл ЛЕП при струмі фази другого кола: 1 – 100% струму фази першого кола, 2 – 75% струму фази першого кола; 3 – 50% струму фази першого кола; 4 – 25% струму фази першого кола

Легко бачити, що активна потужність втрат може бути суттєвою і для заданої довжини ПЛ становить декілька мегаВатт. Очевидно, що із збільшенням кута зсуву між зірками фазних струмів різних кіл ефективність режиму роботи грозозахисної системи ПЛ зростає, про що свідчить зменшення потужності втрат. Найменші втрати спостерігаються при куті зсуву θ в 170° , а найбільші відповідають куту -10° (не показано на рис. 2). Особливо значного зменшення можна досягти за умови, якщо струми фаз різних кіл близькі за значенням, але навіть за умови, що струм у фазі другого кола становить 25% струму фази першого кола, можемо спостерігати суттєве зменшення втрат (більше, ніж вдвічі).

Таким чином, фазоповоротні пристрої дозволяють значно підвищувати ефективність режиму роботи грозозахисної системи двоколової компактною ПЛ.

Список використаних джерел

1. Правила улаштування електроустановок – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760 с.
2. Красножон А.В., Буйний Р.О., Пентегов І.В. Розрахунок втрат активної потужності в грозозахисному тросі повітряних ліній електропередачі // Технічна електродинаміка. – 2016. – №4. – С.23-25.
3. Лазарева О.В., Красножон А.В. ВРАХУВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ СТРУМІВ КІЛ ДВОКОЛОВОЇ ПОВІТРЯНОЇ ЛЕП НА НАПРУЖЕНІСТЬ ЇЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 11 -12 квітня 2018 р.): збірник тез доповідей. - Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2018. – с. 119 - 121.

УДК 621.3.013.24

МОНІТОРИНГ СТАНУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДІЮЧОЇ ПЛ 330 кВ

Мороз І.Я., студ. гр. ЕМ-171

Красножон А.В., к.т.н., доцент кафедри ЕСіМ

Національний університет «Чернігівська політехніка»

В даний час виникає необхідність моніторингу величини індукції магнітного поля (МП) ліній електропередачі (ЛЕП) змінного струму частотою 50 Гц як в межах їх охоронних зони, так і поза ними. Актуальність таких дій пов'язана з виявленням негативних властивостей низькочастотного МП, які можуть проявлятися навіть при його слабкому, але тривалому впливі.

В більшості країн світу вводяться все більш жорсткі санітарні норми по МП в середовищі тривалого перебування людей, або приймаються обмеження по гранично допустимій відстані від ЛЕП до житлових і громадських споруд. Так, індукція МП на межі охоронних зон ЛЕП напругою 110 – 330 кВ при номінальному струмі може в декілька разів перевищувати безпечно для людини значення.

Очевидно, що задача оцінювання індукції магнітного поля ЛЕП з урахуванням величини струму фази є актуальною як для діючих ЛЕП, так і на етапі проектування нових, при цьому для діючих ЛЕП магнітну індукцію можна також вимірювати.

Для моніторингу магнітного поля було обрано діючу ПЛ 330 кВ «Чернігівська – Ніжинська», виконану на опорах ПБ-330.

Одним з найбільш простих способів визначення індукції ПЛ є її математичне моделювання. Точку спостереження Т розташовуємо на висоті 1.8 м, оскільки для цієї висоти проводиться нормування індукції магнітного поля. Згідно формул (1) та (2) для розрахунку потрібне значення фазного струму I_F [1-2]: