

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПН В ЛІНІЯХ 6..35 кВ

Кирик В.В., д.т.н., проф., Вінокурова Є.В., магістрантка

кафедра електричних систем та мереж

Вступ. З початку минулого століття дослідники зосереджені на проблемі наведених блискавкою перенапруг в лініях електропередавання ЛЕП. Перенапруги в ЛЕП виникають в результаті непрямой дії блискавки. А саме, коли розвивається канал блискавки, електричні заряди накопичуються на проводах ліній, ці заряди викликають хвилі перенапруг. У мережах 6...35 кВ перенапруги в ряді випадків є причиною пошкодження ізоляції електрообладнання та ліній. Неполадки, що викликані перенапругами можуть призводити до великих збитків через недовідпуск електричної енергії. Через те, що лінії 6...35 кВ експлуатують з ізольованою або компенсованою нейтраллю вони мають недоліки. Недостатня потужність дугогасних реакторів, відсутність автоматичного настроювання компенсації, значні активна складова та вищі гармоніки в струмі замикання призводять до того, що залишковий струм виявляється більшим і його самогасіння стає проблематичним. Тому, для вирішення проблеми блискавкозахисту необхідно встановлювати ОПН на всіх трьох фазах і кожної опори лінії електропередавання. Але, це неможливо через високу вартість масового встановлення ОПН.

Мета роботи полягає у дослідженні методів визначення оптимальних місць встановлення ОПН в лініях 6-35 кВ.

Матеріали і результати досліджень.

Для визначення найбільш доцільного місця встановлення ОПН використовується Розрахункова модель ділянки, виконана засобами пакету програм Matlab/Simulink, показана на рисунку 1. Всю обрану ділянку лінії загальною протяжністю 0,5 км розбито на 4 ділянки. Кожна ділянка моделюється у вигляді еквівалентного 6-ти полюсника, що включає три фазних проводи та тому має три входи та три виходи. Заземлення опори, представлене у вигляді активного опору [1].

Приймаємо значення струму блискавки рівним $I=30$ кА, що є найбільш характерною величиною для території України. Відстань від точки удару блискавки до ЛЕП (відстань до площини, що проведена через осі двох опор в прогоні де спостерігається наведення напруги) $S=50$ м [2]. Трансформатори 35/10 кВ, встановлені на навантаженні, та 110/35 кВ – на джерелі напруги лінії. В якості моделі ОПН обрано блок бібліотеки SimPowerSystems – SurgeArrester. Блок представляє собою резистор з нелінійною вольт-амперною характеристикою. Сигналу індукованої перенапруги має вигляд:

$$u_0(t) = \frac{U_0}{\eta} \cdot \left[e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right], \quad (1)$$

де U_0 – значення амплітуди індукованої перенапруги в лінії, кВ; τ_1 та τ_2 – постійні часу, обумовлені часом наростання та спадання хвилі струму блискавки.

У випадку моделювання роботи ділянки лінії 35 кВ з впливом індукованих перенапруг спостерігається високий рівень напруги вздовж всієї траси окрім місця відпайки лінії, що може призвести до пробою ізоляторів та перекриття фази та опори.

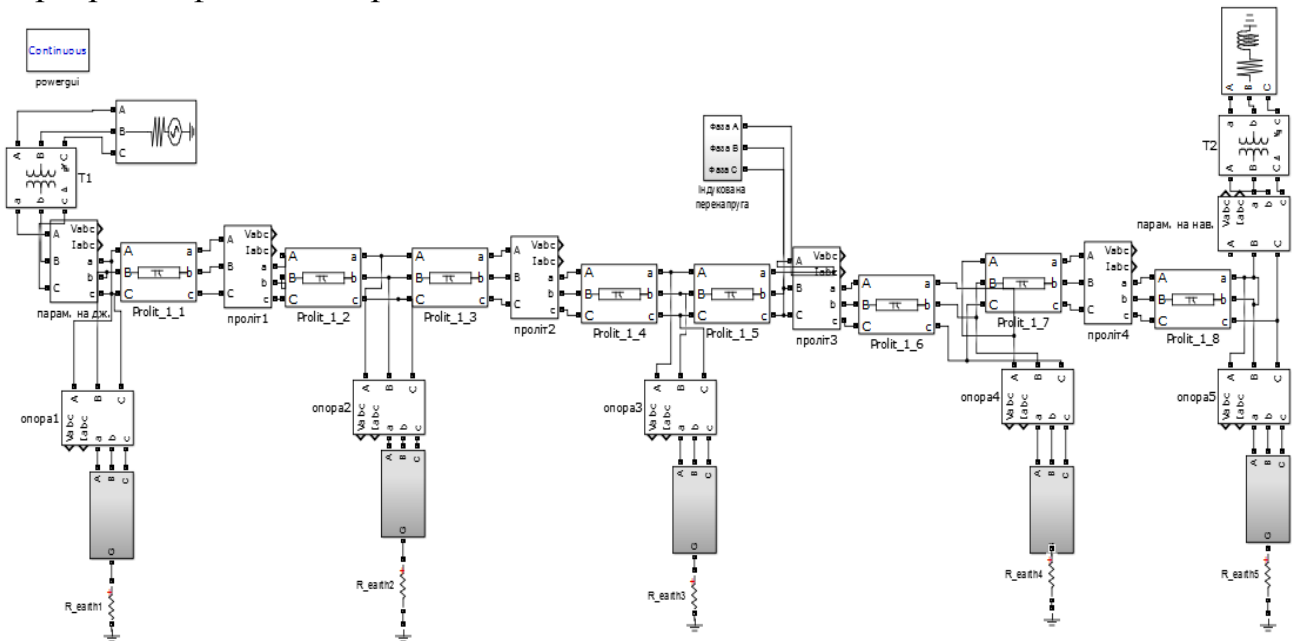


Рисунок 1 – Simulink-модель виділеної ділянки ПЛ напругою 35 кВ для аналізу індукованих перенапруг

Для зменшення рівнів напруг було проведено розгляд ряду випадків встановлення ОПН в різних точках лінії та за різних випадків розміщення точки розповсюдження хвилі індукованої перенапруги. У випадку одночасного встановлення ОПН на крайніх опорах та в середині лінії можна спостерігати найбільш сприятливий режим роботи в порівнянні із іншими варіантами. На рисунку 2-3 приведені осцилограми напруг в другому прогоні лінії.

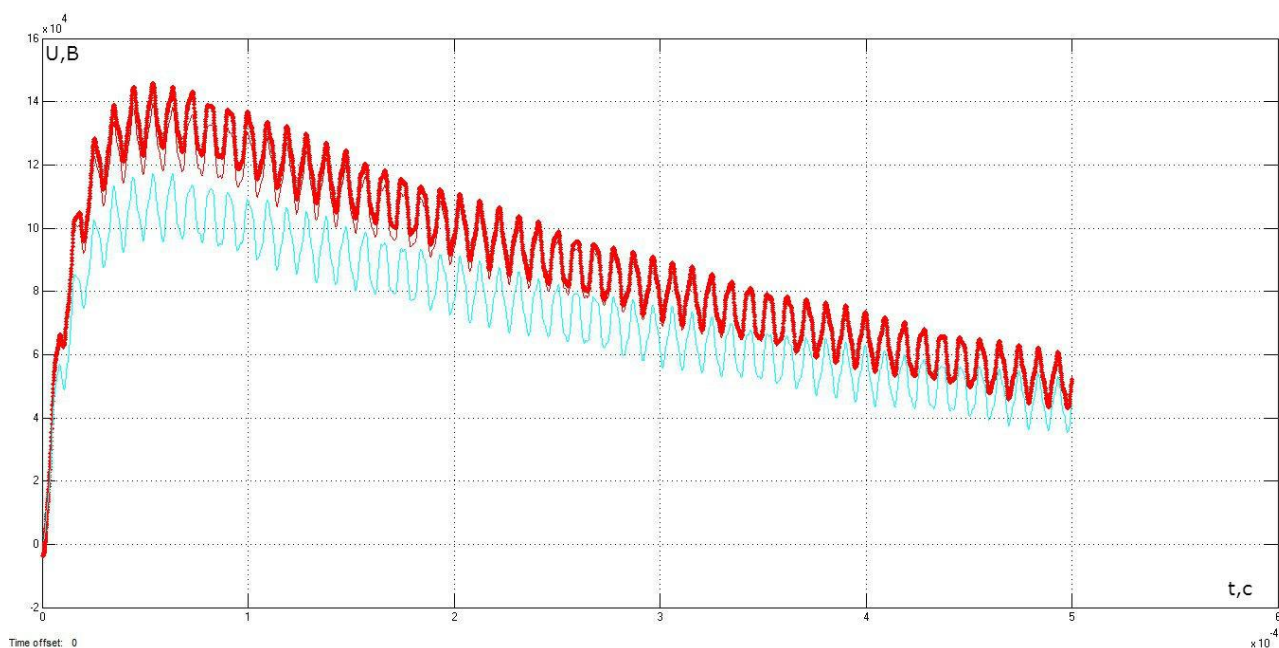


Рисунок 2 – Осцилограма напруг в другому прогоні без встановлення ОПН

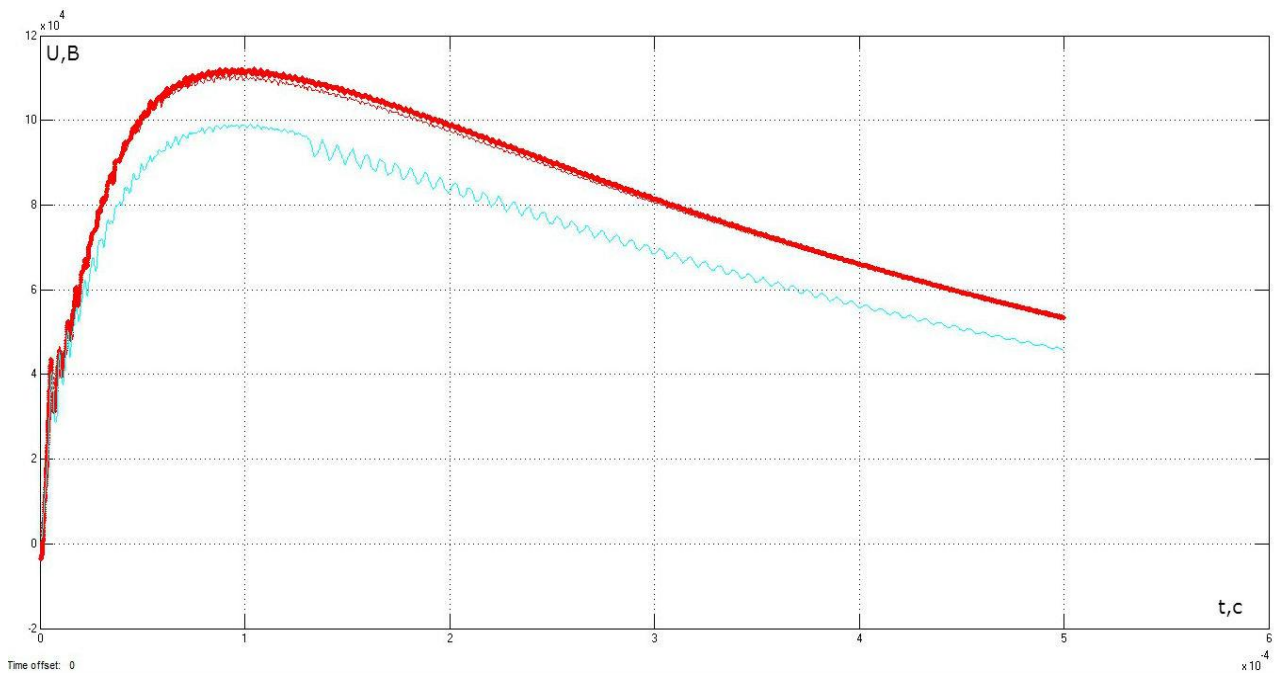


Рисунок 3 – Осцилограми напруг в першому прогоні із встановленням ОПН

Наведені вище осцилограми чудово доводять, що встановлення ОПН на крайніх опорах та в середині лінії дозволить захистити ЛЕП від ІП що будуть наводитись в прогони лінії, що знаходяться до середини лінії.

Висновки:

З наведеного матеріалу можна зробити висновки, що врахування індукованих перенапруг є важливим завданням у проектуванні систем захисту ліній 6...35 кВ від грозових перенапруг. Виникнення індукованих перенапруг, характеризуються доволі значними рівнями імпульсів напруги, що нерідко призводять до виникнення явища перекриття фазних проводів на опори. Також можна зазначити, що зона захисту ОПН складає в основному ділянку лінії, що знаходиться за місцем його встановлення по відношенню до точки в яку безпосередньо відбувається наведення напруги від лідера блискавки. Промодельовавши різні випадки місць встановлення ОПН в мережі, виявлено, що зона захисту ОПН поширюється і на суміжний з ним прогін лінії, розташований в напрямку епіцентру розповсюдження хвилі індукованої напруги. Найбільш доцільно встановлювати ОПН на крайніх опорах лінії та на опорі в середині лінії. Змінюючи довжини прогонів виявлено, що зона захисту ОПН складає близько 200...300 м. Тобто, на лініях 35 кВ рекомендується встановлювати ОПН по трасі лінії через одну опору. А для ліній 6...10 кВ достатньо встановлювати ОПН через кожні 2-3 опори.

Перелік посилань

1. Борисов В. Н. Изоляция электрооборудования электрических станций и подстанций / Борисов В. Н., Халилов Ф. Х. – Издательство МЭИ, 1992. – 244 с.
2. Корсунцев А. В. Характеристики разрядов молнии и грозозащита линий электропередачи высокого напряжения переменного тока / Корсунцев А. В., Павлов Л. И., Половой И. Ф. // Итоги науки и техники. Электрические станции, сети и системы. – М., 1969. – 341 с.