



ВІНОКУРОВА Є.В., бакалавр, **ВОРОНА С. С.**, аспірант,
КИРИК В. В., докт. техн. наук, професор,
НТУ України "Київський політехнічний ін-т"
ДРЕМОВ В.В., ТОВ "СИКАМ Україна"

ОЦІНКА НАВЕДЕНОЇ НАПРУГИ НА ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НАПРУГОЮ 10 КВ

В статті виконана оцінка значення наведеної напруги в лінії електропередачі напругою 10 кВ від грозового розряду. Проведені розрахунки впливу розряду блискавки на лінійну ділянку лінії електропередачі. Визначені небезпечні відстані розряду блискавки до лінії для узагальнених параметрів блискавки.

Однією з проблем грозових розрядів поблизу ліній електропередач (ЛЕП) є наведені напруги. При розвитку каналу блискавки від хмари до об'єктів на землі або між хмарами, утворення електричного заряду навколо провідного каналу блискавки призводить до накопичення його на проводах лінії. Заряд розтікається по проводам, викликаючи при цьому струм та, відповідно, розповсюдження вздовж лінії хвилі перенапруги.

Основним засобом обмеження грозових перенапруг, що виникають при розряді блискавки в лінії електропередавання (ЛЕП), є обмежувачі перенапруг (ОПН). Так як ОПН мають досить значну вартість, то поставити їх на кожній опорі ЛЕП є проблематично для енергосистеми України. Тому, важливим моментом є оцінка значень наведеної напруги на ЛЕП та прийняття важених рішень щодо місць установки ОПН.

Метою роботи є проведення оцінки наведеної напруги на ділянці лінії електропередачі напругою 10 кВ з лінійним напрямом траси.

Відповідно до методики [1], виконано оцінку наведеної напруги на сегмент лінії електропередачі напругою в 10 кВ довжиною в 1000 м. При цьому прийнято, що точка розряду знаходиться на висоті 50 м від поверхні землі і на віддаленні від осі траси в інтервалі від 5 до 50 метрів, відпо-

відно до схеми представленої на рисунку, при імпульсі струму в каналі на рівні 30 кА і 200 кА.

Наведена напруга оцінювалась відповідно до методики [1] та розрахункової аналітичної формули [2]

$$U_{\text{нав}} = \alpha \lambda \frac{30h}{v} \left[\ln \left(\frac{t_y^2}{t_y^2 + t_H^2} \right) \left\{ 1 + \frac{\beta}{t_y} \frac{t'^2 - t_0^2}{t' + \beta \sqrt{t'^2 + \zeta t_0^2}} \right\} + 2\beta \ln \frac{t' + \sqrt{t'^2 + \zeta t_0^2}}{t_\alpha + t_\alpha / \beta} \right]$$

$$\beta = v/v_0, t_x = x/v_0, t_y = d/v_0, t_H = H/v_0, t_0 = \sqrt{t_x^2 + t_y^2},$$

$$\zeta = (1 - \beta^2)/\beta^2, t_D = \sqrt{t_x^2 + t_y^2 + t_H^2}, t_\alpha = t_D + t_{IP}, t' = t + H/v.$$

де v – швидкість розряду, м/с; v_0 – швидкість світла, м/с; α – значення струму в каналі, А;

Результати розрахунків значення наведеної напруги при різних значеннях відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки при струмі в каналі на рівні 30 кА представлені на графіках Рис. 2, 3.

З графіка видно, що при точці удару на висоті 50 м від землі та відстані до ЛЕП в 12 м, наведена напруга досягає значення 3,0 кВ при максимальній допустимій напрузі в лінії 13 кВ.

Залежності наведеної напруги від зміни відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки при струмі в каналі на рівні 200 кА представлені на графіках Рис. 4, 5.

Розрахунки показують, що при струмі в каналі блискавки 200 кА при розряді на висоті 50 м від землі і на відстані 25 м до ЛЕП наведена напруга досягає 3 кВ і напруга в лінії перевищує максимальну робочу напругу 13 кВ, а при 20 м наведена напруга уже перевищує значення 4,2 кВ.

Проведені розрахунки впливу розряду блискавки на лінійну ділянку лінії електропередачі 10 кВ дали можливість орієнтовно оцінити значення наведеної напруги та небезпечні відстані до ЛЕП при різних значеннях струму розрядного каналу.

Установлено, що при струмі в каналі блискавки на рівні 200 кА, що є досить малоімовірним значенням, небезпечна наведена напруга в ЛЕП

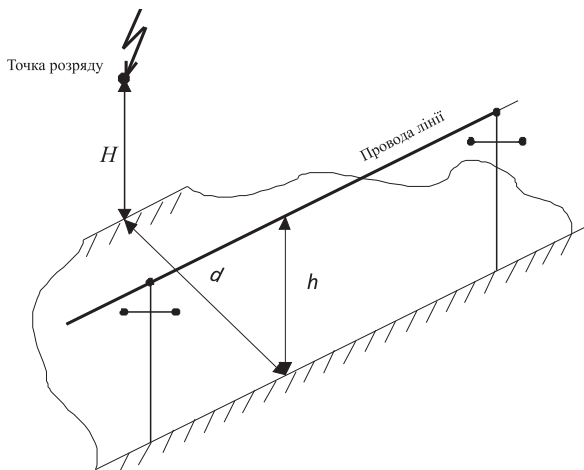


Рис. 1. Схематичний зв'язок лінії електропередачі з місцем удару блискавки

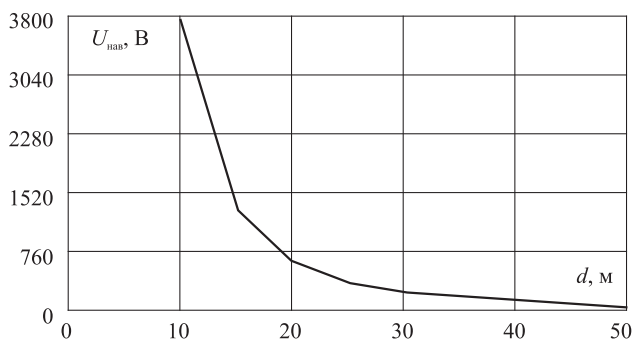


Рис. 2. Залежність наведеної напруги від зміни відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки $d = 0 - 50$ м

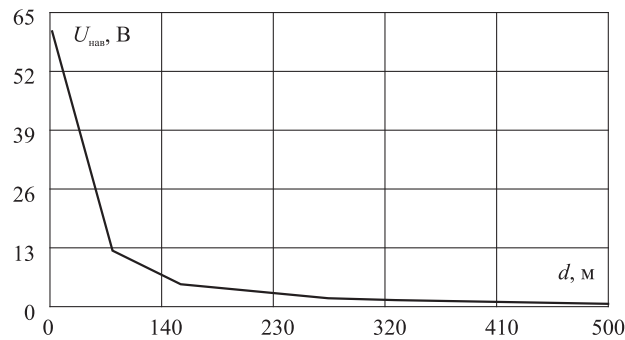


Рис. 3. Залежність наведеної напруги від зміни відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки $d = 50 - 500$ м

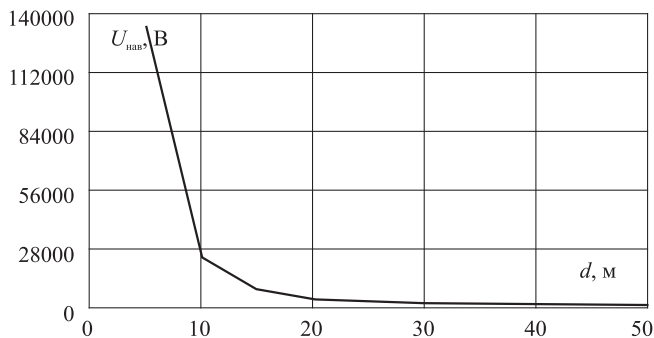


Рис. 4. Залежність наведеної напруги від зміни відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки $d = 0 - 50$ м

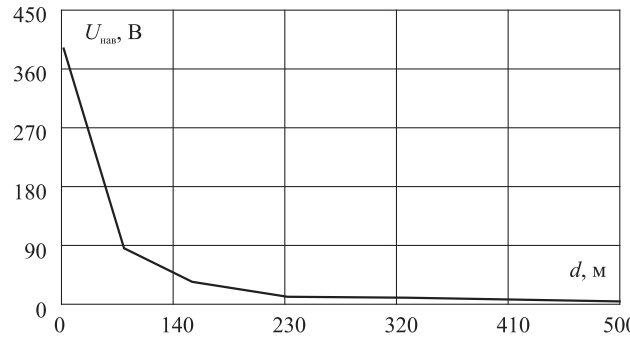


Рис. 5. Залежність наведеної напруги від зміни відстані між ЛЕП та точкою удару блискавки $d = 50 - 500$ м

10 кВ можлива на відстані удару блискавки до 25 метрів від лінії, а при струмі 30 кА (середньому – досить вірогідному) значенні небезпечна наведена напруга можлива на відстані удару блискавки менше 12 метрів тобто уже за межами десяти метрової охоронної зони лінії 10 кВ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sekioka S, Yokoyama S., Matsubara I., Yamamoto K. An analytical formula of lightning-induced voltages considering current along a tall stukture, in Proc. In. Conf. on Lightning Protection. – Rhodes, Greece, 2000. – P. 255–260.
2. Matsubar I, Sekioka S. Analytical Formulas for Induced Surgesona Long Overhead Line Causedby Lightning Withan Arbitrary Channel Inclination, IEEE Transactions On Electromagnetic Compatibility, – August2009. – vol. 51. no. 3. – P. 733–740.

© Вінокурова Є.В., Ворона С. С., Кирик В. В., Дремов В.В., 2014

