

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАТУРАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЛЕП

Р.П. Ганус¹, С.Ю. Шевченко²

¹ аспірант кафедри «Передачі електричної енергії», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри «Передачі електричної енергії», професор, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

mrgans.roma@gmail.com

З метою створення методів забезпечення відповідності ЛЕП до сучасних вимог, нами було розпочато дослідження спрямоване на підвищення маневреності енергосистеми та зменшення втрат енергії на етапах передавання та перетворення електроенергії.

Найзначніші втрати спричиняються при передачі електроенергії: в лінії та при трансформуванні. Отже зменшення втрат в лінії є одним з перспективних напрямків дослідження. Також від пропускної здатності лінії може залежати й маневреність системи в цілому, тому пропозиції, що дозволять простими шляхами значно збільшити пропускну здатність лінії є також важливим питанням розвитку енергосистеми країни при тому вигляді графіку споживання, який мається наразі в Україні.

Таким чином, було запропоновано розглянути можливі способи для збільшення пропускної здатності лінії електропередачі та зменшення втрат на корону.

Вектор уваги спрямовано на підвищення натуральної потужності P_n , що приводить до декількох конфігурацій ЛЕП для виконання порівняння. Шляхи покращення пропускної здатності націлені на зниження хвильового опору $Z_{xв}$ (1):

$$P_n = 3U_{ф.н} I_n = 3 \frac{U_{ф.н}^2}{Z_{xв}} = \frac{U_{ном}^2}{Z_{xв}} \quad (1)$$

де $U_{ф.н}$ – фазна напруга; I_n – номінальна напруга; $U_{ном}$ – номінальна напруга.

Для кращого розуміння того, на які параметри можна впливати, розглянемо формулу розрахунку хвильового опору (2):

$$Z_{xв} = \sqrt{\frac{r_0 + jx_0}{g_0 + jb_0}} \quad (2)$$

де $x_0 = \omega L_0$ – питомий індуктивний опір дротів (фаз) лінії (Ом/км); $b_0 = \omega C_0$ – питома ємнісна провідність проводів (фаз) лінії (См/км); r_0 – питомий активний опір проводів (фаз) лінії (Ом/км); g_0 – активна поперечна провідність дротів (фаз) лінії (См/км), що визначається за виразом: g_0 – середньорічні втрати на корону.

На основі цієї формули було створено три конфігурації та прийнято спроби по розрахунку їх натуральної потужності. Данні конфігурацій та результати розрахунку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Характеристики конфігурацій ЛЕП та результати розрахунку їх натуральної потужності.

	Конфігурація 1	Конфігурація 2	Конфігурація 3
Тип проводу	ZTACIR	АС	АС
Крок розщеплення, м.	0,4	0,4	-
Міжфазна відстань, м.	0,4	3	4
Схема розміщення фаз	Трикутник	Трикутник	Трикутник
Наявність ізоляції	ЗПЕ	-	-
Кількість складових в фазі	3	2	1
Переріз, мм ²	40	60	120
Хвильовий опір	323,37	423,06	495,12
Натуральна потужність	37,43	28,60	24,44
Відносна ефективність	1,57	1,17	1

Таким чином було виявлено значні переваги ізольованої лінії з близьким розміщенням фаз та найбільшою кількістю складових у лінії, а найбільш рентабельним в теперішніх умовах є варіант 2. При детальному розгляді виявляється, що на це значно впливає зростаюча ємність фаз. Однак, тоді виникає проблема з розрахунком ємності фаз для випадку із ізольованими дротами.

При даному розрахунку для виявлення впливу ізоляції було застосовано формулу для розрахунку хвильового опору для коаксіального кабелю:

$$Z_{\text{ХВ}} = \frac{138}{\sqrt{k}} \log \frac{d_1}{d_2}$$

де k – діелектрична проникність ізолюючого шару.

Однак, такий підхід є неточним, оскільки не враховує вплив міжфазної взаємодії. Тому було прийнято рішення шукати спосіб розрахунку

Для розрахунку власних та взаємних ємностей проводів ПЛ правильно використовувати другу групу формул Максвелла, що представляє собою систему лінійних рівнянь, пов'язуючих потенціали проводів та їх заряди:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 = \beta_{11}\varphi_1 + \dots + \beta_{i1}\varphi_i + \dots + \beta_{j1}\varphi_j + \dots + \beta_{n1}\varphi_n \\ \dots \\ q_i = \beta_{i1}\varphi_1 + \dots + \beta_{ii}\varphi_i + \dots + \beta_{ij}\varphi_j + \dots + \beta_{in}\varphi_n \\ \dots \\ q_j = \beta_{j1}\varphi_1 + \dots + \beta_{ji}\varphi_i + \dots + \beta_{jj}\varphi_j + \dots + \beta_{jn}\varphi_n \\ \dots \\ q_n = \beta_{n1}\varphi_1 + \dots + \beta_{ni}\varphi_i + \dots + \beta_{nj}\varphi_j + \dots + \beta_{nn}\varphi_n \end{array} \right.$$

Розглянувши цю систему та порівнявши з формулою та фізичними явищами для коаксіального кабелю було виявлено, що необхідно додати урахування впливу взаємодій діелектричних середовищ. Для цього імовірно, необхідно додати складових до існуючої системи для розрахунку потенціалів та зарядів на поверхні ізоляції, що ми і хочемо реалізувати в наступних роботах.

Таким чином в нашій науково-дослідній роботі було запропоновано способи підвищення натуральної потужності ЛЕП. Для пошуку найефективнішого та найрентабельнішого методу було створено конфігурації та виявлено, що такими є перший та другий відповідно. Далі визначено, що дуже ефективним, з точки зору впливу на пропускну здатність, є метод при якому використовується шар ізоляції. Однак, для його підтвердження необхідно розробити метод розрахунку, що дозволить визначати ємність з урахуванням взаємодії діелектричних середовищ ІПЛЕП.

Список літератури:

1. Кононов, Ю.Г. Урахування ємності лійній електропередач в розрахунках енергорозподілу втрат енергії в електричних мережах/ Ю.Г. Кононов, В.М. Пейзель // Вістник вищих учбових закладів. – 2008. – №3 – С. 63.
2. Сегерлинд, Л. Використання методів кінецьових елементів/Л. Сегерлинг// Світ. – 1979. – С. 392.
3. Сільвестер, П. Використання методів кінецьових елементів для радіо-інженерів та інженерів-електриків/П. Сільвестер, Р. Феррарі// Світ. – 1986. – С. 229.