

УДК 621.311.1

METHOD OF REDUCING THE LEVEL OF INDUCED VOLTAGE

МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ НАВЕДЕНОЇ НАПРУГИ

Fedoriv M./ Федорів М.Й.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-8917-4159

Kurlyak P./ Курляк П.О.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-8113-5211

Batsala I./ Бацала Я.В.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-4964-407X

Kiianiuk O./Кіянюк О.І.

assistant

ORCID: 0000-0001-9959-5822

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

15 Karpatska Str, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019*

Анотація. В даній роботі розглянуто етапи розрахунку наведеної напруги. Розроблено заходи зниження рівня наведеної напруги.

Ключові слова: наведена напруга; розрахунок наведеної напруги.

Abstract. In this work, the stages of calculating the induced voltage are considered. Measures have been developed to reduce the applied voltage.

Keywords: induced voltage; calculation of the applied voltage.

Вступ.

Наведена напруга виникає на виведені у ремонт та знеструмлені повітряній лінії електропередачі, внаслідок впливу на неї електромагнітного поля розташованої в безпосередній близькості працюючої електроустановки або іншої повітряної лінії, що знаходиться під напругою.

Метою даної роботи є розробка методики розрахунку наведеної напруги, спрямована на зниження рівня наведеної напруги.

Основний текст.

Методика розрахунку наведеної напруги включає наступні етапи:

1. Для повітряної лінії визначається перелік сусідніх впливаючих ліній і складається схема мережі, що розглядається, до якої включаються початкові та кінцеві підстанції всіх розглянутих ПЛ [1, 2, 3, 4].

2. Вимкнена та сусідні ПЛ розбиваються на однорідні ділянки для яких залишаться незмінною кількість фаз і тросів ПЛ, геометричне розташування та параметри фаз та тросів, а також характер заземлення тросів. Межами між ділянками можуть бути передбачувані місця вимірювання наведеної напруги.

3. Ділянки моделюється залежно від способу заземлення грозозахисних тросів на її протяжності: якщо є хоча б один грозозахисний трос, заземлений на кожній проміжній опорі; якщо всі грозозахисні троси заземлюються лише на анкерних опорах; якщо всі грозозахисні троси використовуються для високочастотного (ВЧ) зв'язку та заземлюються тільки по кінцях ділянки. З

отриманих у п. 3 матриць, що моделюють однорідні ділянки, складається загальна матриця вузлових провідностей схеми. Відключена ПЛ заземляється по кінцях і в місці вимірювання шляхом приєднання фаз до вузлів, що заміщають контур заземлення ПС і опори.

4. У матрицю вузлових провідностей вводяться еквіваленти, що заміщають примикаючі до ПС енергосистеми.

5. Один з вузлів схеми приймається за балансуєчий (зазвичай як балансуєчий вузол приймається найбільш потужна ПС, що видає потужність схемі і має засоби регулювання напруги), для решти вузлів задаються активна і реактивна потужності.

6. Проводиться розрахунок усталеного режиму та перевіряється відповідність знайдених значень струмів у лініях. Якщо дані вимірювання та розрахунку відрізняються, то коригуються значення потужностей у вузлах і проводиться повторний розрахунок режиму, що встановився.

7. При досягненні необхідної точності поточкорозподілу у схемі розрахунок закінчується. Фіксуються розраховані фазні напруги на вимкненій ПЛ у місці проведення вимірювання.

Апробація описаної вище методики моделювання ПЛ та розрахунку наведених напруг проводилася на прикладі ПЛ Івано-Франківськ 330 кВ. На цій лінії були виконані натурні вимірювання наведених напруг при відключенні ПЛ та заземленні її по кінцях (у розподільних пристроях ПС «Івано-Франківськ-330» та ПС «Богородчани-330»). Вимірювання проводилися у чотирьох точках лінії. При вимірі всі фази лінії приєднувалися до тіла опори. Перед заземленням фаз вимірювався опір контуру заземлення опори. Під час вимірювань по кінцях впливу ПЛ фіксувалися значення активної та реактивної потужності.

Перед проведенням порівняльних розрахунків наведених напруг були зібрані вихідні дані щодо досліджуваної ПЛ, а також по всіх лініях, які мають ділянки з взаємовпливом.

В результаті, переконуємось у зниженні наведеної напруги на першій ділянці, якщо звичайний грозозахисний трос на ньому заземлити на кожній опорі. Тим самим розширюється ділянка лінії, де ремонтні роботи на вимкненій ПЛ можуть виконуватись при заземленні її по кінцях.

Заземлення грозозахисного троса на кожній опорі, що необхідне для зниження рівня наведеної напруги, призводить до появи додаткових втрат активної потужності, пов'язаних з протіканням по тросу струмів, що наводяться від фаз ПЛ.

Встановлено, що опори заземлення опор мало впливають на втрати в грозозахисному тросі, заземленому на кожній опорі. Заземлення грозозахисного троса на кожній опорі не тільки на ділянці II ПЛ 330 (ВОК), але й на ділянці I призводить до додаткових втрат потужності на цій лінії близько 10 кВт при максимальній переданій потужності 500 МВт, що становить 0,34% від загальних втрат 3,2 МВт.

Визначено додаткові втрати активної потужності лінії, зумовлені заземленням грозозахисного троса з вбудованим ВОК на ділянці II:

$$\frac{50,7}{29,2} = 1,73 \frac{\text{кВт}}{\text{км}}$$

Якщо порівняти додаткові питомі втрати потужності лінії 400 кВ при заземленні сталевих грозозахисних тросів на кожній опорі, то там при передачі приблизно тієї ж потужності питомі втрати становлять приблизно 0,75 кВт/км.

Висновки.

1. Розроблено моделі ПЛ з урахуванням просторового розташування, фазування, розщеплення фаз і грозозахисних тросів при різних способах, що застосовуються на практиці, заземлення тросів: заземлення на кожній опорі; заземлення на анкерних опорах з одного боку та розрив з іншого боку; заземлення тільки по кінцях ПЛ.

2. Встановлено, що заземлення грозозахисного троса на кожній опорі суттєво знижує рівень наведеної напруги.

Література:

1. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження Інструкції про проведення вимірювань наведеної напруги в електроустановках» ГКД 34.03.201-94. від 04.05.1994.

2. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання» від 21.06.2013 № 399.

3. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження Правил улаштування електроустановок» від 21.07.2017 № 476.

4. Випробування та контроль пристроїв заземлення електроустановок. Типова інструкція. СОУ 31.2-21677681- 19:2009. – К.: Мінпаливенерго України, 2010. – 54 с.