

УДК 621.315.1

ПЕРЕНАПРУГИ В АНОРМАЛЬНИХ РЕЖИМАХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ

В.Г.Кузнецов, чл.-кор. НАН України, Ю.І.Тугай, канд.техн.наук, В.В.Кучанський,
 Інститут електродинаміки НАН України,
 пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна.

Досліджено причини виникнення перенапруг в аномальних режимах ліній електропередачі надвисокої напруги (ЛЕП НВН). Визначено джерело спотворень параметрів режиму, що призводить до специфічних перенапруг при неповнофазному режимі роботи ЛЕП НВН. Отримано математичні вирази, за допомогою яких можна знайти складові компенсації шунтувальним реактором фазних та міжфазних ємностей. Запропоновано математичні моделі, що відображають фізичні процеси виникнення перенапруг при неповнофазному режимі ЛЕП НВН. Накреслено перспективні напрямки дослідження впливу повздовжньої несиметрії на характеристики перенапруг. Бібл. 3, рис. 2.

Ключові слова: аномальні режими, перенапруги, шунтувальний реактор, компенсаційний реактор.

На відміну від аварійних, аномальні режими електричних мереж не вимагають негайної ліквідації і можуть тривати певний час. Тому задачею аналізу аномального режиму є попередження його появи, підтримання в допустимих межах параметрів і запобігання переходу в аварійний режим. Одним з найбільш небезпечних відхилень параметрів аномального режиму є підвищення напруги понад технічно припустимі межі, тобто перенапруги. Зокрема такі перенапруги виникають через неповнофазні режими роботи. Використання терміну аномальні перенапруги (АП) підкреслює факт, що ці перенапруги виникають внаслідок причин, які відмінні від звичайних джерел виникнення внутрішніх перенапруг. Основним чинником появи АП є певний аномальний режим, який має джерело спотворень.

При неповнофазному режимі роботи ЛЕП НВН перенапруги виникають внаслідок утворення відповідного кола з розподіленими ємностями лінії та індуктивністю шунтувального реактора (ШР) [2,3]. Тобто, резонансні властивості лінії з ШР виявляються не в нормальному симетричному режимі роботи, а в несиметричному – при неповнофазному режимі роботи ЛЕП НВН. Розглянемо чотирипроменеву схему підключення ШР з встановленим в нейтралі компенсаційним реактором (КР) (рис. 1, а).

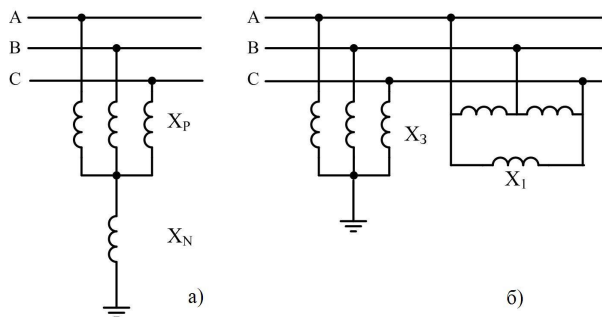


Рис. 1

міжфазної індуктивності ШР та індуктивності між фазою та землею X_3

$$X_1 = (X_p / X_N)(X_p + 3X_N), \tag{1}$$

$$X_3 = X_p + 3X_N, \tag{2}$$

де X_N – опір КР, X_p – опір ШР.

З (1) та (2) випливає, що математична модель ШР з встановленим в нейтралі КР складається з двох електричних кіл – X_3 , яке характеризує собою індуктивний опір ШР для компенсації ємності на землю і X_1 – міжфазна індуктивність для компенсації міжфазної ємності лінії C_M (рис. 1, б). Коли величина еквівалентного індуктивного опору X_1 підібрана на повну компенсацію міжфазної ємності C_M , виникають умови резонансу струмів (рис. 2)

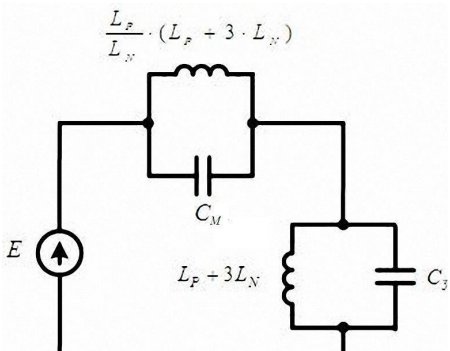


Рис. 2

$$(\omega L_1)^{-1} = \omega C_M. \tag{3}$$

За такої умови індуктивна складова повного опору контуру стає рівною нескінченності, тому індуктивною складовою АП можна знехтувати. Але повна компенсація саме електромагнітної складової, а не електро-

статичної [2], небезпечна перенапругами, що мають відносно велику тривалість на відключеній фазі. Джерелом спотворення, яке обумовлює появу таких АП, як було зазначено вище, є неповнофазний режим, внаслідок якого виникає резонанс в електричному колі, що утворене послідовним з'єднанням двох паралельних кіл з індуктивними та ємнісними елементами (рис. 2). Як показує аналіз, у цьому випадку аномальний режим не може бути тривалим, оскільки або спрацьовує захист від перенапруг і ЛЕП виводиться з роботи, або режим стає аварійним з наступним ушкодженням силового обладнання.

Висновки. Для забезпечення можливості тривалої роботи ЛЕП НВН в аномальному режимі необхідно за виразами (1) та (3) підібрати індуктивності ШР та КР таким чином, щоб не задовольнялось рівняння (3), тобто були відсутні передумови для розвитку аварійної ситуації. При подальших дослідженнях для більш точної перевірки необхідних і достатніх умов появи АП треба розробити математичні моделі, які врахують повздовжню несиметрію ЛЕП НВН.

1. *Кадомская К.П., Лавров Ю.А., Рейхердт А.А.* Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 368 с.

2. *Беляков Н.Н., Кадомская К.П., Левинштейн М.Л.* и др. Процессы при однофазном автоматическом повторном включении линий высоких напряжений. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.

3. *Cui Ruochen, Yin Zhongdong, Wang Miaomiao, Li Ke Key.* Research on Suppression of Secondary Arc Current under Different Fault Locations for 500kV Transmission Line // IEEE Trans.on Power Delivery. – 2010. – Pp. 1–4.

УДК 621.315.1

Перенапряжения в аномальных режимах ЛЭП НВН

В.Г.Кузнецов, чл.-корр. НАН Украины, **Ю.И. Тугай**, канд.техн.наук, **В.В.Кучанский**,
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина.

Исследованы причины возникновения перенапряжений в аномальных режимах линий электропередачи сверхвысокого напряжения (ЛЭП НВН). Определен источник искажений параметров режима, который приводит к специфическим перенапряжениям при неполнофазном режиме работы ЛЭП НВН. Получены математические выражения, с помощью которых можно найти составляющие компенсации шунтирующим реактором фазных и междофазных емкостей. Предложены математические модели, которые отображают физические процессы возникновения перенапряжений при неполнофазном режиме ЛЭП НВН. Намечены перспективные направления исследования влияния продольной несимметрии на характеристики перенапряжений. Бібл. 3, рис. 2.

Ключевые слова: аномальные режимы, перенапряжения, шунтирующий реактор, компенсационный реактор.

Abnormal steady-state overvoltage in transmission lines of UHV

Kuznetsov V.G., Tugai Yu.I., Kuchanskii V.V.,
Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,
Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine.

The reason of overvoltage at the abnormal conditions in transmission lines of UHV are researched. The source of parameters distortion which causes specific overvoltage under at the open-phase operating conditions of transmission lines is given. Formulas which allow to find components of compensation shunt reactor of ground capacitance and interphase capacitance of transmission line are obtained. The mathematical model which simulates the physical processes in UHV overhead transmission lines at the open-phase condition are resulted. The next research must show the influence of longitudinal unsymmetry on the parameters of overvoltage. References 3, figures 2.

Key words: abnormal overvoltages, the open-phase operating conditions, shunting reactor, compensating reactor.

1. *Kadomskaia K.P., Lavrov Yu.A., Reikherdt A.A.* Overvoltages in the electrical networks of different purpose and protecting from them. – Novosibirsk: Izd-vo of NGTU, 2004. – 368 p. (Rus)

2. *Beliakov N.N., Kadomskaia K.P., Levinshstein M.L.* Processes at the single phase autoreclosure of high-voltage transmission line. – Moskva: Energoatomizdat, 1991. – 256 p. (Rus)

3. *Cui Ruochen, Yin Zhongdong, Wang Miaomiao, Li Ke Key.* Research on Suppression of Secondary Arc Current under Different Fault Locations for 500kV Transmission Line // IEEE Trans. on Power Delivery. – 2010. – Pp.1–4.

Надійшла 23.01.2012

Received 23.01.2012