

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА, ПЕРЕРОБКА ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА ТА ЇХ ЗБЕРІГАННЯ

TECHNOLOGICAL ENSURING OF PRODUCTION, PROCESSING OF PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN AND THEIR PRESERVATION

УДК 621.311.4:551.5

Бінкевич Т.В., студент 4 курсу ІЕСК ©

E-mail: 0507019417@mail.ru

Національний університет «Львівська політехніка»

ВИБІР МОДЕЛІ ОПОРИ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАННЯ НАПРУГОЮ 35-220 КВ ПРИ АНАЛІЗІ ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

Здійснено аналіз п'яти варіантів розрахункової схеми заміщення опори повітряної лінії електропересилання. Метою даного аналізу є виключення варіації елементів схеми, які мають найбільший вплив на точність результату розрахунку кількості грозових вимкнень лінії. Відмінності результатів розрахунків у різних моделях проілюстровані залежностями напруг на гірляндах ізоляторів від часу. Ці залежності представлені для різних параметрів імпульсів блискавки і опорів заземлення опор. За результатами розрахунків кращою схемою заміщення опори є схема з розосередженою індуктивністю, без урахування індуктивностей траверс. Результати розрахунків для цієї схеми практично ідентичні результатам для більш «детальних» схем заміщення. Вона є більш простою для опису в моделі (у разі аналітичного розрахунку кількості грозових вимкнень), і її застосування дозволяє підвищити швидкість розрахунку (при чисельному моделюванні перехідного процесу в лінії).

Ключові слова: *модель опори лінії електропересилання, блискавкозахист, атмосферна перенапряга, опір заземлення.*

УДК 621.311.4:551.5

Бинкевич Т.В., студент 4 курса ИЕСК
Национальный университет «Львовская политехника»

ВЫБОР МОДЕЛИ ОПОРЫ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАННЯ НАПРЯЖЕНИЕМ 35-220 КВ ПРИ АНАЛИЗЕ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Осуществлен анализ пяти вариантов расчетной схемы замещения опоры воздушной линии электропередач. Целью данного анализа является исключение вариации элементов схемы, которые имеют наибольшее влияние на точность результата расчета количества грозовых отключений линии. Различия результатов расчетов в различных моделях проиллюстрированы зависимостями напряжений на гирляндах изоляторов от времени. Эти зависимости представлены для различных параметров импульсов молнии и сопротивлений заземления опор. По результатам расчетов лучшей схемой замещения опоры является схема с рассредоточенной индуктивностью, без учета индуктивностей траверс. Результаты расчетов для этой схемы практически идентичны результатам для более «детальных» схем замещения. Она является более простой для описания в модели (в случае аналитического расчета количества грозовых отключений), и ее применение позволяет повысить скорость расчета (при численном моделировании переходного процесса в линии).

UDC 621.311.4:551.5

Binkevych TV, 4 th year student
National University "Lviv Polytechnic"

PILLARS OF CHOICE MODELS AIR LINES ELEKTROPERESYLANNYA VOLTAGE 35-220 KV AT THE ANALYSIS OF LIGHTNING OVERVOLTAGE

The analysis of five options calculated equivalent circuit overhead towers of transmission line. The purpose of this analysis is the exclusion of the variation of circuit elements that have the greatest impact on the accuracy of the result of calculating the number of lightning turned off line. Differences between the results of calculations in different models illustrated dependency on voltage insulators garlands of time. These dependencies are presented for different parameters and lightning impulse grounding resistance of towers. The calculations support the best equivalent circuit is a circuit with inductance dispersed, without inductances traverse. The results of calculations for this scheme is almost identical to the results for a more "detailed" circuits. It is simpler to describe the model (in the case of the analytical calculation of the number of lightning off), and its use can increase the speed of calculation (in numerical modeling of the transition process in line).

Вступ. Зниження числа відключень високовольтних повітряних ліній (ПЛ) є важливим завданням сучасної електроенергетики. Значна частка відключень ПЛ (до 60%) є наслідком атмосферних перенапруг. Як відомо, надійність електричної системи в цілому залежить від надійності її компонентів. Найбільш вразливими є лінії електропередавання, оскільки внаслідок великої протяжності вони найбільше піддаються впливу різних атмосферних явищ.

Для оцінки ефективності засобів грозозахисту, в тому числі й альтернативних засобів (наприклад, підвіска ОПН на опорах ПЛ), що використовуються в разі недостатньої грозостійкості лінії [1], широко застосовуються різні розрахункові методики.

Від вибору моделі опори в значній мірі залежать результати розрахунку надійності грозозахисту, а саме показника кількості грозових відключень ПЛ на рік. Варто зазначити, що саме на опорі відбувається перекриття лінійної ізоляції, тобто даний елемент є пріоритетним у питаннях грозозахисту.

В подальшому викладі матеріалу будуть проаналізовані кілька варіантів еквівалентної розрахункової схеми опори. Метою даного дослідження є встановлення, які допущення і якою мірою впливають на інтегральний результат (кількість грозових відключень лінії), тобто визначити, якими елементами схеми можна знехтувати без погіршення точності розрахунку.

Матеріали та методи

Порівняння виконано для наступних п'яти схем заміщення опори:

1) найпростіша з точки зору моделювання схема - заміщення активним опором розтікання струму в землю без урахування індуктивностей тіла опори (рис.1, а). Розрахунок перехідного процесу в такій схемі не вимагає розв'язку диференціальних рівнянь, зважаючи на відсутність реактивних елементів;

2) схема з зосередженою повної індуктивністю тіла опори, без урахування індуктивностей траверс (рис.1, б) [2];

3) схема (рис.1, в), на відміну від попередньої схеми, враховує індуктивності між траверсами, тобто траверси мають різний потенціал;

4) схема з урахуванням індуктивностей траверс (рис.1, г). По суті, напруги і струми в такій моделі будуть відрізняти від розрахованих за попередньою схемою тільки після перекриття гірлянди ізоляторів (спрацьовування ОПН), коли по траверсі опори починає текти струм. Тому, до перекриття лінійної ізоляції результат для схем, зазначених на мал.1, в і г буде однаковий;

5) схема, що враховує ємності ділянок тіла опори. Індуктивність такої ділянки розбивається на дві рівні половини, і між ними включається ємність на землю (рис.1, д).

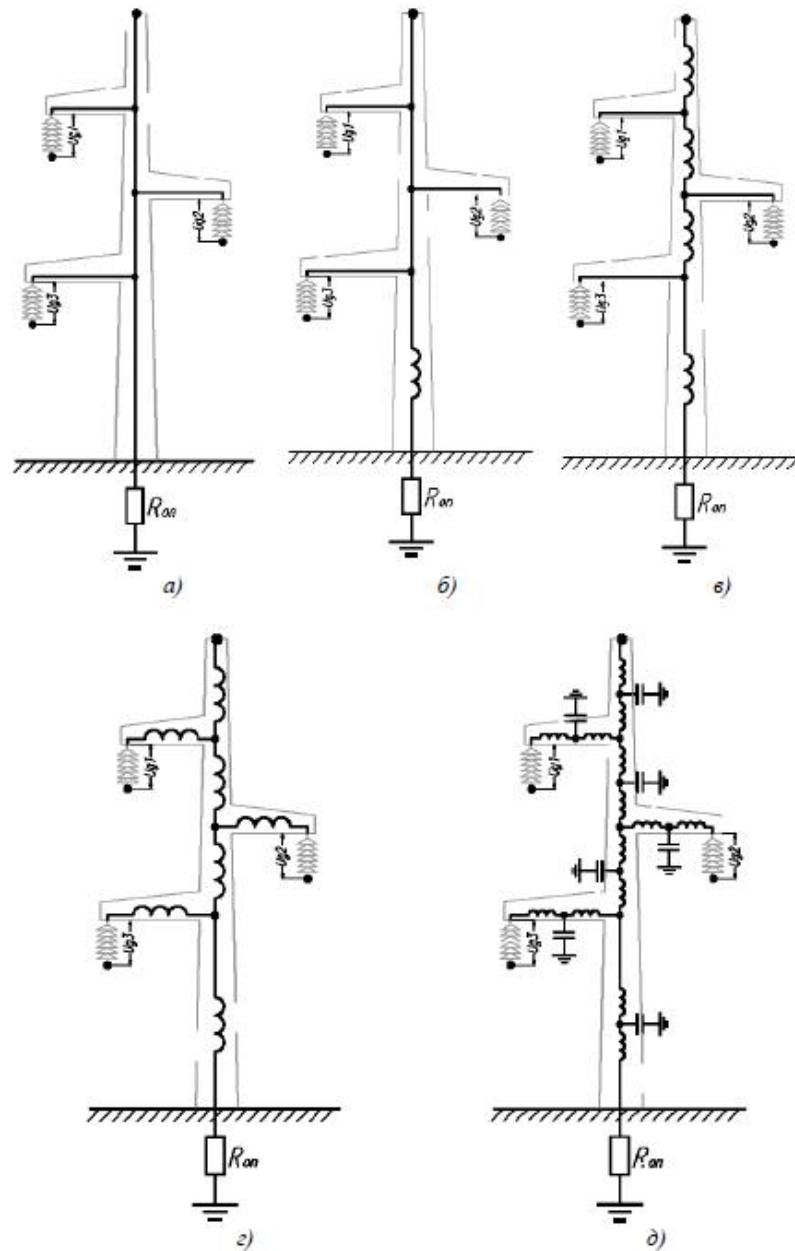


Рисунок 1. Моделі опор ПЛ

Індуктивність ділянки тіла опори визначається з висоти опори h за формулою

$$L = L_{\text{пог}} \cdot h,$$

де $L_{\text{пог}}$ - погонне значення індуктивності опори (0.6-0.8 мкГн / м).

Для схеми на рис.1, д, погонна ємність становить 12-32 пФ / м.

У ґрунтах з питомим опором менше 5000-10000 Ом·м навіть при імпульсах з довжиною фронту порядку декількох мікросекунд ємнісні струми

відносно малі в порівнянні зі струмами провідності. У цьому випадку схема заміщення заземлення буде містити тільки індуктивності і провідності (активні опори).

При довжинах променів більше 10 м індуктивність трохи збільшує опір заземлення опор. З іншого боку, при великих імпульсних струмах напруженість електричного поля поблизу заземлювача досягає критичної величини і в ґрунті виникає дуго-та іскроутворення, що зменшує опір заземлювача опори. Тому будемо вважати, що наведені фактори взаємно компенсують один одного і, в першому наближенні, в розрахунках можна в якості імпульсного опору заземлення використовувати постійне значення активного опору розтікання.

Відмінності результатів розрахунків у різних моделях проілюстровані залежностями напруг на гірляндах ізоляторів від часу. Ці залежності представлені на рис.2 для різних параметрів імпульсів блискавки і опорів заземлення опор. Значення струму блискавки в розрахунках вибиралося таким, щоб напруги на гірляндах ізоляторів не викликали перекриттів.

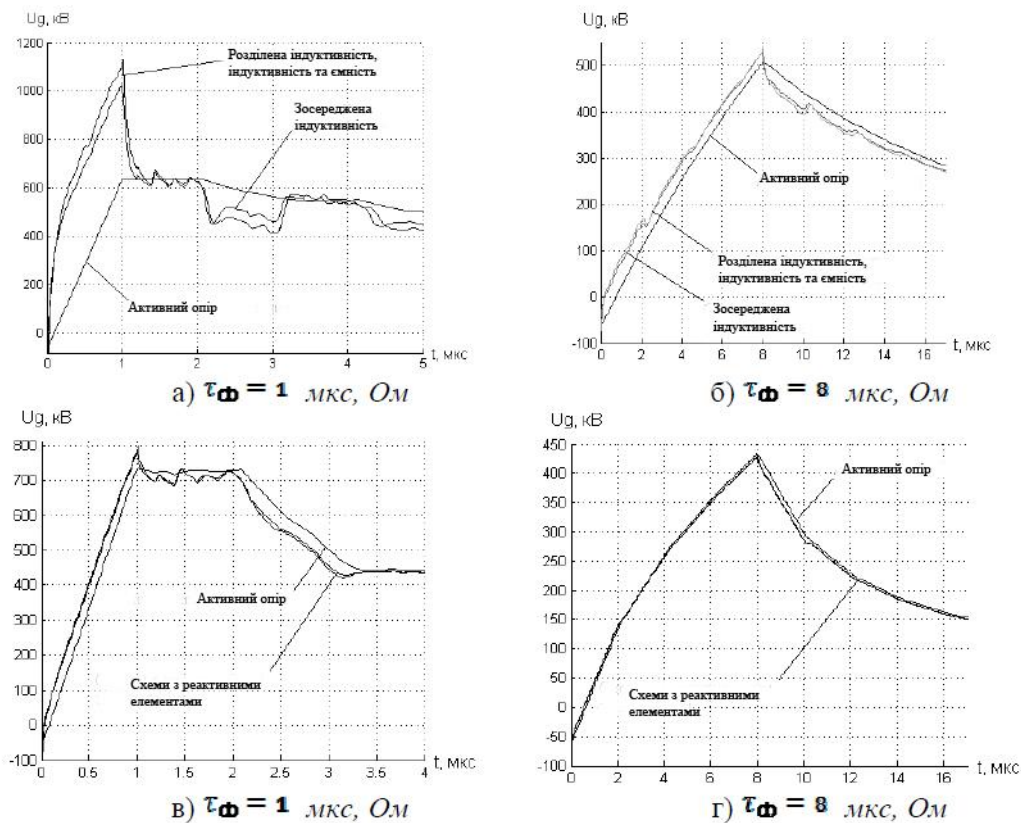


Рисунок 2. Напруги на верхній гірлянді ізоляторів для різних схем заміщення опори ПЛ

З малюнків видно, що результати дещо різняться між собою. Ця відмінність залежить від величини опору заземлення опори, так як активний опір змінює постійну часу схеми. Також відмінність тим більше, чим коротша

довжина фронту імпульсу блискавки, так як реактивні елементи «реагують» на високі частоти набагато сильніше, ніж на низькі. Тому найбільш відрізняються результати при низькому опорі заземлення опори та впливі блискавки з коротким фронтом (рис.2, а). При великих опорах заземлення опори і пологих фронтах результат для різних моделей практично однаковий (рис.2, г). Однак за будь-яких розрахункових параметрах, результат для моделі з урахуванням всіх індуктивностей (рис.1, г) і моделі з ємністю (рис.1, д) фактично один і той же, зважаючи на малу величину погонної ємності тіла опори на землю.

Для оцінки впливу індуктивностей траверс розглядаємо напруги на цих індуктивностях (рис.3). Напруга має великі пікові значення при різкій зміні струму через індуктивність (при перекритті гірлянди ізоляторів та приході відбитих хвиль від сусідніх опор). Однак діюче значення напруги невелике і становить приблизно 45 кВ. Тому вплив індуктивності траверси на струм у фазному проводі при перекритті лінійної ізоляції незначний (рис. 4).

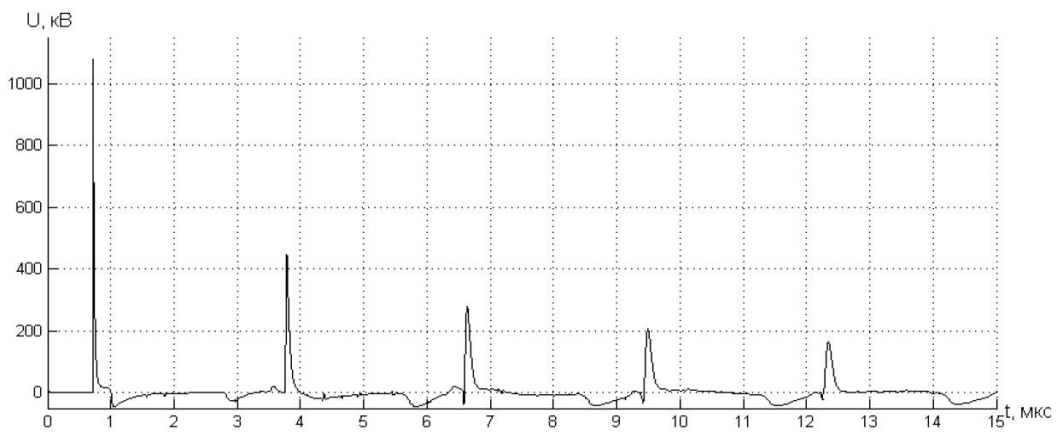


Рисунок 3. Напруга на індуктивності траверси

Кількість грозових вимкнень, отриманих при розрахунках на моделях з різними схемами опор, представлено на рис.5. Розбіжність в результатах для схем рис.1, а і б, досить велика, особливо при малих значеннях опор, і може досягати 50-70% (рис.6). Однак зі зростанням опор заземлення опор, через зміни постійної часу, результати для різних моделей стають ближчими один до одного. Розбіжність результатів для схем рис.1, в, г і д, не перевищує 2%. Кількість грозових вимкнень лінії, розраховане у моделі з розосередженою індуктивністю (рис.1, в), таке ж, як і в найповнішій моделі (рис.1, д).

Таким чином, кращою схемою заміщення опори є схема з розосередженою індуктивністю (рис.1, в), без урахування індуктивностей траверс. Результати розрахунків для цієї схеми практично ідентичні результатам для більш «детальних» схем заміщення. Вона є більш простою для опису в моделі (у разі аналітичного розрахунку кількості грозових вимкнень), і її застосування дозволяє підвищити швидкість розрахунку (при чисельному моделюванні перехідного процесу в лінії).

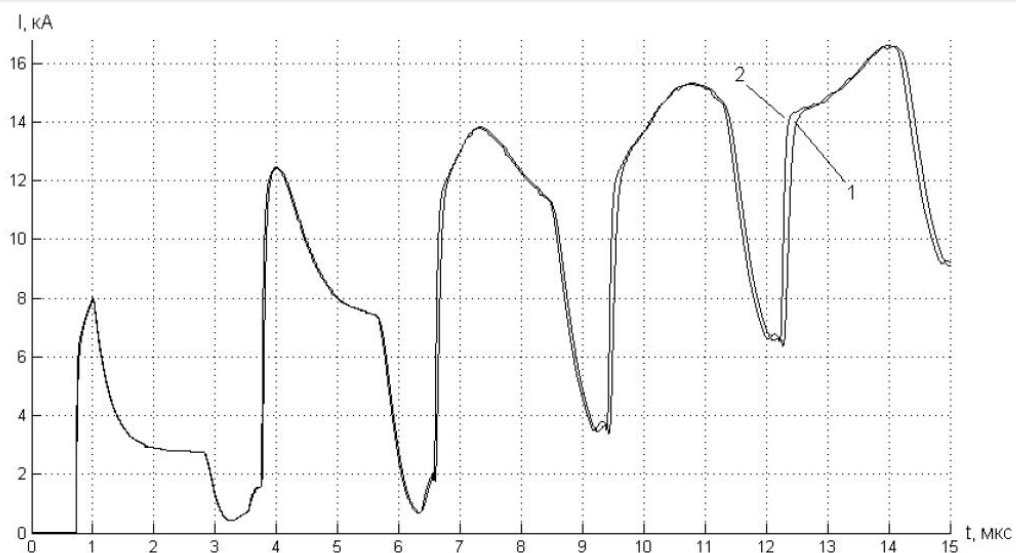


Рисунок 4. Струм дуги при перекритті лінійної ізоляції з урахуванням індуктивності траверс (1) та без врахування (2)

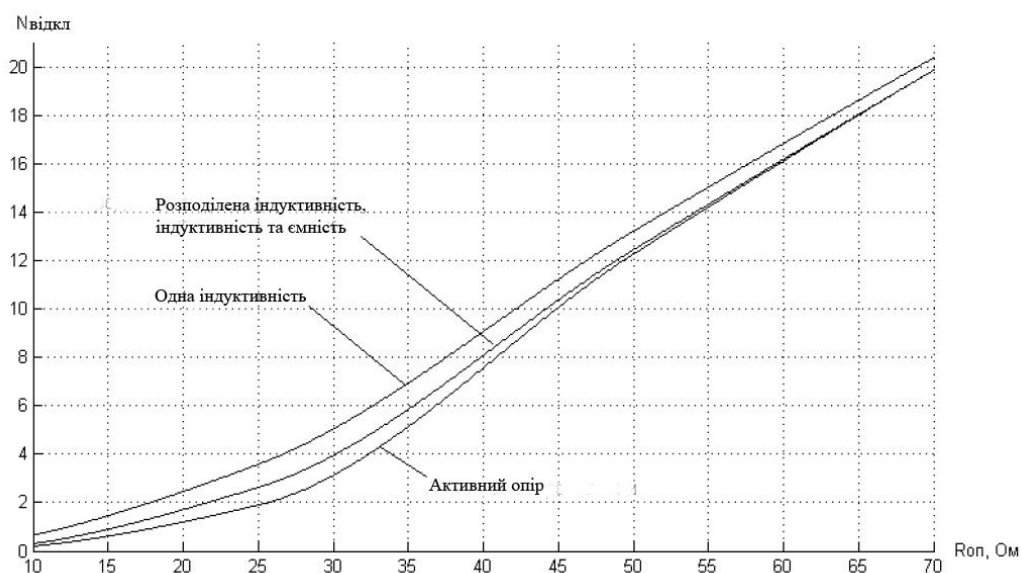


Рисунок 5. Кількість грозових відключень ПЛ для різних моделей опори

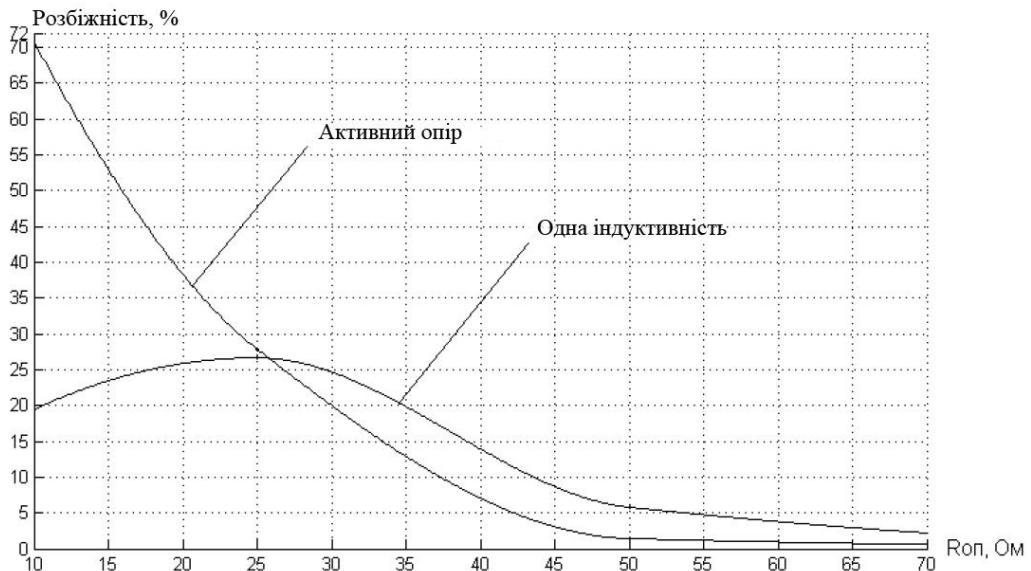


Рис.6. Відмінність результатів, отриманих при розрахунках в різних моделях, від результатів найбільш повної моделі опори ПЛ (враховує всі індуктивності і ємності тіла опори)

Висновки:

Зниження числа відключень високовольтних повітряних ліній (ПЛ) є важливим завданням сучасної електроенергетики. Значна частка відключень ПЛ (до 60%) є наслідком атмосферних перенапруг. Як відомо, надійність електричної системи в цілому залежить від надійності її компонентів. Найбільш вразливими є лінії електропередавання, оскільки внаслідок великої протяжності вони найбільше піддаються впливу різних атмосферних явищ.

Від вибору моделі опори в значній мірі залежать результати розрахунку надійності грозозахисту, а саме показника кількості грозових відключень ПЛ на рік. Варто зазначити, що саме на опорі відбувається перекриття лінійної ізоляції, тобто даний елемент є пріоритетним у питаннях грозозахисту.

В статті проаналізовані кілька варіантів еквівалентної розрахункової схеми опори. Метою даного дослідження було встановлення, які допущення і якою мірою впливають на інтегральний результат (кількість грозових відключень лінії), тобто визначити, якими елементами схеми можна знехтувати без погіршення точності розрахунку.

За результатами досліджень, кращою схемою заміщення опори є схема з розосередженою індуктивністю (рис.1, в), без урахування індуктивностей траверс. Результати розрахунків для цієї схеми практично ідентичні результатам для більш «детальних» схем заміщення. Вона є більш простою для опису в моделі (у разі аналітичного розрахунку кількості грозових вимкнень), і її застосування дозволяє підвищити швидкість розрахунку (при чисельному моделюванні перехідного процесу в лінії).

Література

- 1 Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид., перероб. I доп. – Х.: Форт, 2009.-736 с.
- 2 Kokkonen M. Development of Lightning Protection for Covered Conductor, ICCS, 2000, pp. 137-159.
- 3 Kuffel, E., Zaengl, W. S. High Voltage Engineering. Pergamon Press, Great Britain, pp. 356.
- 4 P. Chowdhuri, A.K. Mishara, P.M. Martin, “The effects of nonstandard lightning voltage waveshapes on the impulse strength of short air gaps,” IEEE Transactions on power delivery, Vol. 09, No. 4, pp.1991-1999, 1994.
- 5 William A. Chisholm John G. Anderson Lightning and Grounding EPRI AC Transmission Line Reference Book—200 kV and Above, Third Edition. pp.157.
- 6 РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования.
- 7 Лішак І. В. Оцінка надійності схем грозозахисту повітряних ліній електропередачі // І. В. Лішак, Т. В. Бінкевич // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2014. - № 736.
- 8 Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений / под науч. ред. акад. РАН Н.Н.Тиходеева. 2-е изд. СПб: Изд-во ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999
- 9 International Electrotechnical Commission Recommendations for lightning arresters. Part I : Non-linear type arresters. Publication 99-1, Central office of the IEC, Geneva, 1958.-pp. 65-83
- 10 International Electrotechnical Commission Recommendations for lightning arresters. Part I : Non-linear type arresters. Third draft of revision of Publication 99, Central office of the IEC, Geneva, 1963. -pp. 25-37.

Рецензент – д.т.н., професор Ціж Б.Р.