

УДК 621.3.025.1

Щербатенко Ю. - ст. гр. ЕЕМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗНИЖЕННЯ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П. С.

Shchterbatenko Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **REDUCTION PHASE TO EARTH FAULTS**

Supervisor: Evtukh P.

Ключові слова: напруженість електричного поля, компенсацію ємнісного струму.

Keywords: electric field, capacitive current compensation.

Замикання на землю струмоведучих частин електричних установок є переважним видом ушкодження в мережах всіх напруг. У розподільних мережах 6-35 кВ ці ушкодження становлять не менш 75 % загального числа ушкоджень. Причини виникнення замикань на землю в повітряних і кабельних мережах різноманітні. Вони з'являються внаслідок електричних і механічних ушкоджень ізоляції; дефектів в ізоляторах й ізоляційних конструкціях; забруднень і зволожень ізоляції; обривів проводів і тросів; розривів струмоведучих частин і фаз кабелів у сполучних муфтах при зсувах ґрунту; часткових ушкоджень ізоляції при монтажі й будівництві; часткових розрядів, що різко змінюють напруженість електричного поля на границях між елементами ізолюючих конструкцій, а також у результаті впливів грозових і внутрішніх перенапруг. Тому способи й засоби підвищення надійності роботи різної високовольтної мережі повинні бути спрямовані, насамперед, на запобігання аварійних наслідків, які можуть виникнути при розвитку замикань на землю в міжфазні короткі замикання й на підтримку певних експлуатаційних рівнів ізоляції. Ступінь небезпеки замикань на землю в основному залежить від стану нейтралі мережі, від ефективності заземлення нейтралі, що має безпосереднє відношення до проблеми боротьби з аваріями, а отже, до надійності електропостачання електроенергією споживачів.

Залежно від стану нейтралі у високовольтних мережах застосовуються два способи гасіння електричної дуги, що виникла в місці ушкодження. Один з них розрахований на відключення місця ушкодження й на відновлення діелектричних властивостей ізоляції за час безструмової паузи. Другий - на компенсацію ємнісного струму, що протікає через місце замикання на землю, індуктивними струмами дугогасильних апаратів, які забезпечують самогасання заземлюючої дуги або її безпечне горіння.

Заземлюючі дуги можуть бути розділені на дві категорії:

1. Дуги, що вільно горять у відкритій атмосфері, - дуги, що розтягуються;
2. Дуги, що горять у якому-небудь ізолюючому або напівпровідному закритому середовищі, - дуги, що не розтягуються.

До першої категорії відносяться дуги, що виникають у результаті перекриттів нормальної, а також ослабленої ізоляції або ізоляційних відстаней при грозових уражень високовольтних ліній, у результаті комутаційних або ферорезонансних перенапруг, при механічних ушкодженнях.

До другої категорії відносяться головним чином дуги, що виникають при uszkodженнях у кінцевій або сполучній кабельній муфтах, безпосередньо в кабельній ізоляції, в ізоляції машин і трансформаторів, у дугогасильних камерах вимикачів, що відключають замикання на землю, а також у щілинних дефектах введень й ізоляторів. Тривале горіння заземлюючих дуг зі струмами, що перевищують критичні значення, може привести до руйнування порцелянових ізоляторів міжфазної ізоляції кабелів або виткової ізоляції трансформаторів і сприяти виникненню коротких замикань.

Компенсація ємнісного струму замикання на землю є безконтактним засобом дугогасіння. У порівнянні з мережами, що працюють із ізольованою нейтраллю, правильно використана компенсація ємнісних струмів у мережах має наступні переваги:

1. Зменшує струм через місце uszkodження до мінімальних значень, забезпечує надійне дугогасіння й безпека при стіканні струмів у землі;
2. Полегшує вимоги до заземлюючих пристроїв;
3. Обмежує перенапруги, що виникають при дугових замиканнях на землю, до значень 2,5 - 2,6  $U_{\phi}$  (при ступені розстройки компенсації 0 - 5 %), безпечних для ізоляції експлуатованого встаткування й ліній;
4. Значно знижує швидкості перенапруг, що відновлюються, на uszkodженій фазі, сприяє відновленню діелектричних властивостей місця uszkodження в мережі після кожного загасання заземлюючої дуги;
5. Запобігає набросам реактивної потужності на джерела живлення при дугових замиканнях на землю, чим зберігається якість електроенергії в споживачів;
6. Запобігає розвитку в мережах ферорезонансних процесів;
7. Забезпечує високу надійність роботи високовольтних ліній без грозозахисного троса;
8. Виключає обмеження по статичній стійкості при передачі потужності по лініях електропередачі. При компенсації ємнісних струмів повітряні й кабельні мережі можуть довгостроково працювати з фазою, що замкнула на землю. Принцип компенсації ємнісних струмів замикання на землю (у дійсній мережі до місця замикання на землю струми підтікають по всіх фазах ліній через обмотки навантажених живильних трансформаторів, що живлять, утворюючи крапки струморозділів у мережі й землі). Розподілені ємнісні й активні провідності мережі рівні відповідно:

$$j\omega \cdot (C_A + C_n + C_c) \text{ і } \frac{l}{R} = \frac{3}{r} + \frac{l}{r_0}$$

Струм виникає в результаті впливу на нього напруги зсуву нейтралі

$$U_0 = -U_A$$

Він дорівнює

$$L_x = j \cdot \frac{U_{\phi}}{\omega L_x} - \frac{U_{\phi}}{r_0}$$

Де  $L_x$ - індуктивність;

$r_0$ - опір, еквівалентний активним втратам.

При доцільно використовуваній компенсації не менш 85% замикань на землю ліквідується в мережі без шкоди для енергопостачання споживачів. Автоматичне повторне включення в мережах з компенсацією використається лише при виникненні двох - або трифазних коротких замикань, які в цих мережах порівняно рідкість.