

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

продуктивність обробки, фізико-механічні характеристики наноструктур : монографія / Г.І. Костюк. – К. : Вид. центр Міжнар. академії наук і інновац. технологій, 2014. – 472 с.

2. Костюк Г.І. Нанотехнології: теорія, експеримент, техніка, перспективи : монографія / Г.І. Костюк. – К. : Вид. центр Міжнар. академії наук і інновац. технологій, 2012. – 648 с.

3. Вплив способу задання теплофізичних і термомеханічних характеристик твердого сплаву ВЗ на характер і ефективність утворення наноструктур / Г. І. Костюк, О. Д. Семененко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків, 2018. – Вип. 34 (1310). – С. 40–46.

УДК 621.316

СЕМЕНЕНКО Ю.О. к.т.н., доцент,
Український державний університет
залізничного транспорту, м. Харків

АНАЛІЗ ПЕРЕБІГУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 10-35 кВ

Перехідні процеси при однофазних замиканнях на землю (ОЗЗ) в електричних мережах 10-35 кВ характеризуються наступними стадіями [1]: формування початкового фронту на місці ушкодження тобто появою розрядних хвиль по фазам; поширення розрядних хвиль у межах пошкодженої лінії; поширення хвиль у мережі з відображеннями та заломленнями у точках порушення однорідності хвильових опорів; додатковий заряд смностей непошкоджених фаз через обмотки генераторів та трансформаторів; поширення зарядних хвиль; встановлення нового режиму промислової частоти.

При ОЗЗ на ЛЕП у місці ушкодження відбуваються стрибкоподібні зміни напруг фаз лінії щодо землі: у пошкодженій фазі напруга знижується на деяку величину Δu , а при перехідному опорі R_n , що дорівнює нулю, на величину u_ϕ , приймаючи значення $i_n = 0$; у непошкоджених фазах напруга підвищується за рахунок електромагнітних зв'язків.

Розрахункові співвідношення для перехідних процесів при ОЗЗ розглядаємо за допомогою хвильових рівнянь трифазної лінії:

$$\begin{cases} u_A = Z_{AA}i_A + Z_{AB}i_B + Z_{AC}i_C; \\ u_B = Z_{BA}i_A + Z_{BB}i_B + Z_{BC}i_C; \\ u_C = Z_{CA}i_A + Z_{CB}i_B + Z_{CC}i_C. \end{cases} \quad (1)$$

де u_A, u_B, u_C та i_A, i_B, i_C – миттєві напруги та струми у фазах трифазної лінії при хвильовому перехідному процесі;

Z_{AA}, Z_{BB}, Z_{CC} та Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{AC} – власні та взаємні хвильові опори фаз лінії.

У трифазній ЛЕП 10-35 кВ утворюється три хвильових канали (два міжфазні канали та канал «фаза – земля»). У симетричній трифазній ЛЕП коефіцієнти поширення міжфазних хвильових каналах приймаються однаковими. Це визначає можливість розкладання напруг і струмів хвиль такої ЛЕП на дві незалежні складові (міжфазний канал і канал «фаза-земля» (нульовий)).

Рівняння при розкладанні фазних величин на складові мають вигляд:

$$\begin{cases} u_A = u_a + u_{a0}; & i_A = i_a + i_{a0}; \\ u_B = u_b + u_{b0}; & i_B = i_b + i_{b0}; \\ u_C = u_c + u_{c0}; & i_C = i_c + i_{c0}. \end{cases} \quad (2)$$

де u_a, u_b, u_c та i_a, i_b, i_c – миттєві напруги та струми, які є складовими міжфазного хвильового каналу; u_{a0}, u_{b0}, u_{c0} та i_{a0}, i_{b0}, i_{c0} – миттєві напруги та струми, які є складовими нульового хвильового каналу.

Для пристроїв захисту від ОЗЗ, що базуються на використанні електричних величин перехідного процесу, ці величини є вхідними інформаційними сигналами. До переваг використання для дії захисту від ОЗЗ електричних величин перехідного процесу відносяться: незалежність функціонування режиму заземлення нейтралі мережі; налаштування від струмів небалансу фільтрів струму нульовий послідовності; можливість фіксації короточасних пробіїв ізоляції та використання інформації про них у діагностичних цілях для контролю стану ізоляції мережі.

Створення ефективних захистів на основі використання електричних величин перехідного процесу, стало можливим лише після широкого впровадження мікроелектронної технології у релейному захисті. Сучасна мікропроцесорна база дає нові можливості для вдосконалення принципів виконання та створення багатофункціональних виконань пристроїв захисту від ОЗЗ, заснованих на використанні електричних величин як перехідних процесів, так і сталого режиму ОЗЗ.

Список використаних джерел

1. Серeda О. Г. Теоретичні основи розвитку цифрових технологій в системах автоматизації, діагностики, контролю та захисту електротехнічних комплексів: дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.09.03 / Олександр Григорійович Серeda; [наук. консультант Шевченко С. Ю.]; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків, 2021. – 39 с. – укр.
2. Li, J.; Wang, G.; Zeng, D.; Li, H. High-impedance ground faulted line-section location method for a resonant grounding system based on the zero-sequence current's declining periodic component. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.* 2020, 19, 105910.
3. Liu, K.; Zhang, S.; Li, B.; Zhang, C.; Liu, B.; Jin, H.; Zhao, J. Faulty Feeder Identification Based on Data Analysis and Similarity Comparison for Flexible Grounding System in Electric Distribution Networks. *Sensors* 2021, 21, 154.
4. Shao, W.; Bai, J.; Cheng, Y.; Zhang, Z.; Li, N. Research on a Faulty Line Selection Method Based on the Zero-Sequence Disturbance Power of Resonant Grounded Distribution Networks. *Energies* 2019, 12, 846.

УДК 621.316

СЕМЕНЕНКО Ю.О. к.т.н., доцент,
Український державний університет
залізничного транспорту, м. Харків

АНАЛІЗ ПЕРЕБІГУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 10-35 кВ

Перехідні процеси при однофазних замиканнях на землю (ОЗЗ) в електричних мережах 10-35 кВ характеризуються наступними стадіями [1]: формування початкового фронту на місці ушкодження тобто появою розрядних хвиль по фазам; поширення розрядних хвиль у межах пошкодженої лінії; поширення хвиль у мережі з відображеннями та заломленнями у точках порушення однорідності хвильових опорів; додатковий заряд ємностей непошкоджених фаз через обмотки генераторів та трансформаторів; поширення зарядних хвиль; встановлення нового режиму промислової частоти.

При ОЗЗ на ЛЕП у місці ушкодження відбуваються стрибкоподібні зміни напруг фаз лінії щодо землі: у пошкодженій фазі напруга знижується на деяку величину Δu , а при перехідному опорі R_n , що дорівнює нулю, на величину u_f , приймаючи значення $i_n = 0$; у непошкоджених фазах напруга підвищується за рахунок електромагнітних зв'язків.

Розрахункові співвідношення для перехідних процесів при ОЗЗ розглядаємо за допомогою хвильових рівнянь трифазної лінії:

$$\begin{cases} u_A = Z_{AA}i_A + Z_{AB}i_B + Z_{AC}i_C; \\ u_B = Z_{BA}i_A + Z_{BB}i_B + Z_{BC}i_C; \\ u_C = Z_{CA}i_A + Z_{CB}i_B + Z_{CC}i_C. \end{cases} \quad (1)$$

де u_A, u_B, u_C та i_A, i_B, i_C – миттєві напруги та струми у фазах трифазної лінії при хвильовому перехідному процесі;

Z_{AA}, Z_{BB}, Z_{CC} та Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{AC} – власні та взаємні хвильові опори фаз лінії.

У трифазній ЛЕП 10-35 кВ утворюється три хвильових канали (два міжфазні канали та канал «фаза – земля»). У симетричній трифазній ЛЕП коефіцієнти поширення міжфазних хвильових каналах приймаються однаковими. Це визначає можливість розкладання напруг і струмів хвиль такої ЛЕП на дві незалежні складові (міжфазний канал і канал «фаза-земля» (нульовий)).

Рівняння при розкладанні фазних величин на складові мають вигляд:

$$\begin{cases} u_A = u_a + u_{a0}; & i_A = i_a + i_{a0}; \\ u_B = u_b + u_{b0}; & i_B = i_b + i_{b0}; \\ u_C = u_c + u_{c0}; & i_C = i_c + i_{c0}. \end{cases} \quad (2)$$

де u_a, u_b, u_c та i_a, i_b, i_c – миттєві напруги та струми, які є складовими міжфазного хвильового каналу; u_{a0}, u_{b0}, u_{c0} та i_{a0}, i_{b0}, i_{c0} – миттєві напруги та струми, які є складовими нульового хвильового каналу.

Для пристроїв захисту від ОЗЗ, що базуються на використанні електричних величин перехідного процесу, ці величини є вхідними інформаційними сигналами. До переваг використання для дії захисту від ОЗЗ електричних величин перехідного процесу відносяться: незалежність функціонування режиму заземлення нейтралі мережі; налаштування від струмів небалансу фільтрів струму нульовий послідовності; можливість фіксації короточасних пробітів ізоляції та використання інформації про них у діагностичних цілях для контролю стану ізоляції мережі.

Створення ефективних захистів на основі використання електричних величин перехідного процесу, стало можливим лише після широкого впровадження мікроелектронної технології у релейному захисті. Сучасна мікропроцесорна база дає нові можливості для вдосконалення принципів виконання та створення багатofункціональних виконань пристроїв захисту від ОЗЗ, заснованих на