

ENGINEERING AND IT

UDC 621.311

DOI 10.36074/2663-4139.15.11

РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПІДСТАНЦІЇ

ОВСЕП'ЯН Я.В

здобувач ступеня магістра факультет електроенерготехніки та автоматики
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УКРАЇНА

Анотація.

Релейний захист здійснює автоматичну ліквідацію пошкоджень і ненормальних режимів в електричній частині енергосистеми, є важливішою автоматикою, яка забезпечує їх стійкий і надійний захист. Релейний захист елементів розподільних мереж має відповідати вимогам [1], які висуваються до всіх пристроїв релейного захисту: селективність, надійність та чутливість, швидкодія. Для захисту знижувальних трансформаторів від пошкоджень та ненормальних режимів, відповідно до [1], і на підставі розрахунку застосовуються наступні основні типи релейного захисту: поздовжній диференціальний захист; газовий захист; максимальний струмовий захист (з пуском або без пуску по напрузі); струмова відсічка без витримки часу; спеціальний струмовий захист нульової послідовності, встановлюється в нульовому проводі трансформатора зі схемою з'єднання Y/Y, Y/Δ; сигналізація однофазних замикань на землю в обмотці ВН або на живлячому кабелі трансформаторів, які працюють в мережах з ізольованою нейтраллю.

Ключові слова: релейний захист; трансформатори підстанцій; диференціальний захист; розподільчі мережі.

В розподільчих мережах більшість диференціальних захистів трансформаторів виконано на базі традиційних реле типу РНТ і ДЗТ-10. В останні десятиліття включені в роботу нові реле диференціального струмового захисту РСТ-15 і РСТ-23, ДЗТ-23, блоки ЯРЭ-2201, а також цифрові реле фірм АББ, Сіменс, Альстом та інші. Для захисту силових трансформаторів з регулюванням напруги під навантаженням, як правило, застосовуються реле серії ДЗТ-10 з НТТ і магнітним гальмуванням циркулюючим струмом диференціального захисту[3]. Номінальний струм трансформатора на стороні ВН:

$$I_H = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (1)$$

© Овсеп'ян Я.В., 2020

© Ovsepiyan Ya., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139><https://doi.org/10.36074/2663-4139.15.11>

$$I_{BH} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,3 \text{ A} \quad (2)$$

Коефіцієнт трансформації трансформатора струму на стороні 110 кВ:

$$k_{TT} = \frac{300}{5} = 60. \quad (3)$$

Схема з'єднання обмоток трансформатора струму на стороні ВН – Δ.

Вторинний струм в плечі захисту:

$$I_{2HNEOCH_B} = \frac{I_{BH} \cdot \sqrt{3}}{k_{TT}}; \quad (4)$$

$$I_{2HNEOCH_B} = \frac{80,3 \cdot \sqrt{3}}{60} = 2,3 \text{ A}. \quad (5)$$

Номинальний струм трансформатора на стороні НН:

$$I_{HH} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 1466 \text{ A} \quad (6)$$

Коефіцієнт трансформації трансформатора струму на стороні 6 кВ:

$$k_{TT} = \frac{1500}{5} = 300 \quad (7)$$

Схема з'єднання обмоток трансформатора струму на стороні НН – Y . Вторинний струм в плечі захисту:

$$I_{2HNEOCH_C} = \frac{1466 \cdot \sqrt{3}}{300} = 8,46 \text{ A}. \quad (8)$$

Результати розрахунків первинних і вторинних струмів в плечах диференціального захисту зведемо до таблиці 1.

Таблиця 1

Результати розрахунків первинних і вторинних струмів

| Найменування величини | Числове значення для кожних сторін | |
|--|------------------------------------|---------|
| | 115 кВ | 10,5 кВ |
| Первинний номінальний струм трансформатора, А | 80,3 | 1466 |
| Коефіцієнт трансформації трансформатора струму кТТ | 60 | 300 |
| Схема з'єднання обмоток трансформаторів струму | Δ | Y |
| Вторинний струм в плечах захисту, А | 2,3 | 8,46 |



Визначимо число витків обмоток ДЗТ, результати попереднього розрахунку числа витків представлено у вигляді таблиці 2, при цьому враховуємо, що на комутаторі реле ДЗТ можна підібрати практично любе число витків як робочої, так і урівнюючих обмоток.

Таблиця 2

Результати розрахунків кількості витків ДЗТ

| Позначення величин і розрахункові вирази | Числове значення |
|--|--|
| $I_{CP_HEOCH}^{110} \geq \frac{I_{C3}^{110} \cdot k_{CX_HEOCH}^{(3)}}{k_{TT}}$ | $I_{CP_HEOCH}^{110} \geq \frac{120,45 \cdot \sqrt{3}}{60} = 3,5A$ |
| $\omega_{PO3P}^{110} \geq \frac{F_{CP}}{I_{CP}^{110}}$ | $\omega_{PO3P}^{110} = \frac{100}{3,5} = 28,5$ витків |
| ω^{110} (найближче значення) | 29 ВИТОК |
| $\omega_{PO3P}^6 = \omega^{110} \cdot \frac{I_{2HHEOCH_B}}{I_{2HHEOCH_H}}$ | $\omega_{PO3P}^6 = 29 \cdot \frac{2,3}{8,46} = 7,8$ витків |
| ω^6 (найближче значення) | 8 ВИТОКІВ |

Як видно зі схеми диференціального захисту з гальмуванням, яка представлена на рисунку 1, при зовнішньому наскрізному КЗ струм $I_{2k_MAX_BH}$ проходить по гальмівній обмотці диференціального реле ω_T . В цей час по диференціальній (робочій) обмотці реле ω_P проходить струм небалансу I_{NB} . Магнітна рушійна сила робочої обмотки направлена на спрацювання реле, гальмівної обмотки – на збільшення струму спрацювання реле, який запобігає його спрацюванню при зовнішньому КЗ [2].

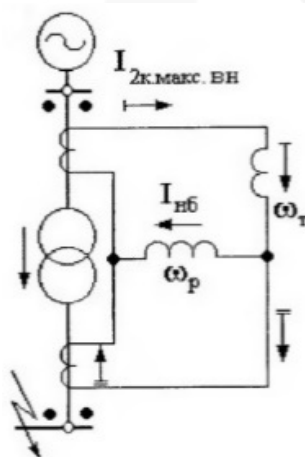


Рис. 1. Струмозподіл в ланцюгу однієї фази диференціального захисту при зовнішньому КЗ



Для забезпечення не спрацювання реле при зовнішніх КЗ на гальмівній обмотці реле повинно бути ввімкнено кількість витків:

$$\omega_T \geq \frac{k_H \cdot I_{НБ} \cdot \omega_P}{I_{КЗ_ВН_МАХ} \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (9)$$

$$\omega_T \geq \frac{1,5 \cdot 202,8 \cdot 8}{712 \cdot 0,8} = 4,2 \quad (10)$$

Приймаємо $\omega_T = 5$ витків.

Схема включення обмоток реле фази А типу ДЗТ-11 з розрахованими кількостями витків представлена на рисунку 2.

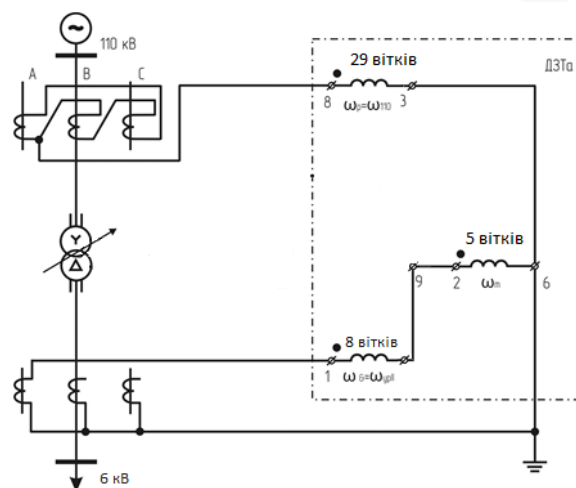


Рис. 2. Схема включення обмоток реле фази А типу ДЗТ-11 з розрахованими кількостями витків

Визначимо коефіцієнт чутливості для диференційного захисту:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{P_MIN}}{I_{CP}}, \quad (11)$$

$$I_{P_MIN} = \frac{1,5 \cdot 712}{300} = 7,5 \text{ A} \quad (12)$$

Коефіцієнт чутливості:

$$k_{\text{ч}} = \frac{7,5}{3,5} = 2,14 > 2 \quad (13)$$

Як бачимо проведений аналіз показує що умова виконується. Диференціальний захист, один з найбільш необхідний захистів від коротких замикань в обмотках і на їх зовнішніх виводах, для трансформаторів потужністю, як правило, 6,3 МВ·А і вище, з дією на відключення трансформатора.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Шабад, М.А. (1981). *Защита трансформаторов распределительных сетей*. Ленинград: Энергоиздат.
[2] Файбисович, Д.Л. (ред.). (2005). *Справочник по проектированию электрических сетей*. Москва: НЦ ЭНАС.
[3] Міненерговугілля України. (2017). *Правила улаштування електроустановок*. Харків: Форт.

CALCULATION AND ANALYSIS OF DIFFERENTIAL PROTECTION OF SUBSTATION TRANSFORMERS

OVSEPIAN Ya., *student of the Faculty of Electrical Engineering and Automation*
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky»

UKRAINE

Abstract. Relay protection automatically eliminates damage and abnormalities in the electrical part of the power system. It is the most important automation that provides them with a robust and reliable protection. Relay protection of distribution network elements should be appropriate [1], which are exposed to all relay protection devices, for example: selectivity, reliability, sensitivity and speed. To protect reducing transformers from damage and abnormalities, according to [1], and based on the calculation, the following main types of relay protection are used: longitudinal deflection protection; gas protection; maximally electricity protection; electricity-stamped without residents time; specially electricity protection zero sequence, set in transformer zero wire with scheme of setting Y/Y , Y/Δ ; signalling of single-phase closures to the ground in a fur coat BH or on the power cable of transformers, wich is working in source with isolated neutral.

Keywords: *Relay protection, substation transformers; differential protection; distribution networks.*



© Овсеп'ян Я.В., 2020
© Ovsepian Ya., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>
<https://doi.org/10.36074/2663-4139.15.11>