

УДК 631.362-546

**ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСТУ ТА
ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЯВИ СТРУМІВ ВИТОКУ
В МЕРЕЖАХ 0,38 кВ**

Герасименко В.П., здобувач*

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Тел. (097) 358-94-01

Анотація – проведено аналіз способів і засобів підвищення надійності захисту та попередження появи небезпечних струмів в мережах 0,38 кВ.

Ключові слова – струм, захист, ізоляція, заземлення, занулення.

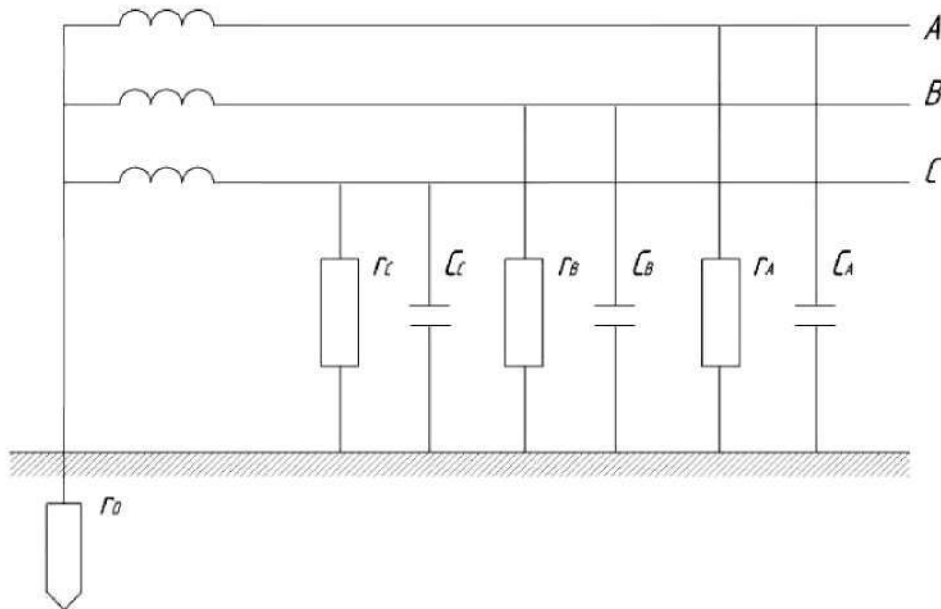
Постановка проблеми. Захисні засоби (захисне заземлення, занулення, захисне відключення) здійснюють захист людини від поразки електричним струмом при факті аварійної ситуації, що вже відбулася, наприклад, при замиканні фази на корпус електроустановки внаслідок пошкодження ізоляції всередині електроустановки. Якщо використання цих засобів з якої-небудь причини виявиться не ефективним, то людина може отримати серйозну травму аж до летального результату. Триступінчата система захисту від ураження електричним струмом на базі пристрою захисного вимикання (ПЗВ) має досить високу ефективність і зводить вірогідність ураження електричним струмом практично до нуля. Проте, як показує практика, ці пристрої не набули великого поширення, і зараз на ринку ПЗВ найчастіше зустрічаються звичайні електромеханічні пристрої, що реагують тільки на струм витікання і мають низьку електрозахисну ефективність. Тому, для забезпечення вимог електробезпеки і економічної ефективності, доцільнішим є застосування таких заходів, які дозволяють виявити появу струмів витоку на ранній стадії і запобігти експлуатації систем електропостачання або електроприймача з низьким опором ізоляції [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень. До цих пір основним методом контролю стану ізоляції є метод вимірювання опору ізоляції за допомогою мегомметра. У даному методі вимірюється по черзі опір ізоляції кожної фази щодо землі і між кожною парою фаз за відсутності на-

© здобувач Герасименко В.П.

*Науковий керівник - д.т.н., проф. Козирський В. В.

пруги. Головний недолік цього методу полягає в періодичності контролю опору ізоляції [4]. Немає ніякої гарантії в тому, що при експлуатації електроустановки між двома випробуваннями не відбудеться аварійних пошкоджень ізоляції.



r_A, r_B, r_C - опори ізоляції фаз щодо землі;
 C_A, C_B, C_C - ємності фаз щодо землі;
 r_0 - опір заземлення нейтралі.

Рис. 1. Схема заміщення мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Також слід зазначити, що вимірювана мегомметром величина опору ізоляції не відповідає дійсному значенню при змінній напрузі 220 В. По-перше, оскільки вимірювання проводяться на постійній напрузі, то не враховується складова ємності опору ізоляції. Як впливає з схеми заміщення мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 1), повний опір кожної фази щодо землі має активну і ємнісну складові. По-друге, величини омичного опору ізоляції, для постійного і змінного струму різні. По-третє, оскільки опір ізоляції нелінійно залежить від прикладеної напруги, то значення опору ізоляції при напрузі мегомметра 1000В і при фазній напрузі мережі відрізнятимуться [5].

Таким чином, з указаних причин контроль ізоляції мегомметром не відображає дійсного стану ізоляції. Це підтверджує необхідність здійснення безперервного контролю ізоляції шляхом застосування спеціальних пристроїв.

Вимоги, яким повинно задовольняти пристрій безперервного контролю ізоляції сформульовані у [6]:

- 1) пристрій повинен показувати тільки активний або омичний опір ізоляції фаз щодо землі незалежно від місткості;
- 2) коливання напруги мережі не повинні впливати на точність показань приладу;
- 3) пристрій повинен бути достатньо надійним;
- 4) повинен здійснюватися самоконтроль;
- 5) опір внутрішніх ланцюгів приладу щодо землі повинен бути значно вищим за повний опір фаз. Інакше при підключенні пристрою до мережі підвищиться небезпека експлуатації електроустаткування;
- 6) пристрій повинен бути селективним (для швидкого визначення місця пошкодження ізоляції).

Пристрої контролю ізоляції, як правило, діють на сигнал "Контроль з відключенням", допустимий в мережах з резервуванням електропостачання основних споживачів. Якщо цього немає, то проводяться техніко-економічні розрахунки, в яких зіставляється вартість впровадження безперервного контролю із збитками від раптового відключення електроприймачів у разі виведення мережі з експлуатації при зниженні опору ізоляції [7].

Більшість з розроблених пристроїв контролю ізоляції призначені для роботи в мережах з ізольованою нейтраллю (УАКИ, АЗАК, РУ і т. п.). Для мереж з глухозаземленою нейтраллю, не дивлячись на актуальність проблеми, явно недостатньо розробок і практично всі вони відносяться до 70-80 років двадцятого століття. Жодна з них при цьому не набула широкого поширення. Найчастіше згадуваною в літературі є схема контролю ізоляції, що працює на струмах нульової послідовності.

Схема контролю стану ізоляції за допомогою трансформатора струму нульової послідовності (ТСНП) показана на рис. 2.

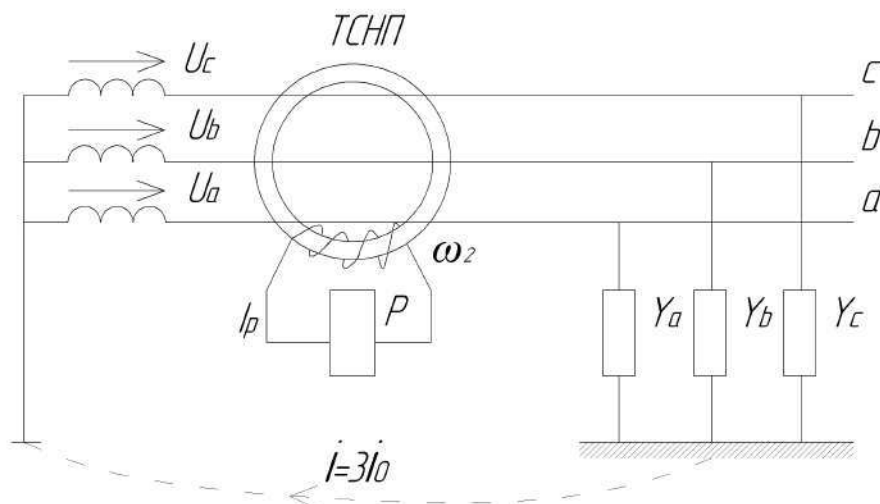


Рис. 2. Схема контролю стану ізоляції.

Первинною обмоткою цього трансформатора є три фазні провідники контрольованої мережі. Вторинна обмотка рівномірно намотується на осердя, і до неї підключаються реле або вимірювальний прилад. У разі контролю малих струмів витоку вторинна обмотка може приєднуватися до реле (вимірювального) приладу через різні підсилювачі.

Струм у вторинній обмотці ТСНП пропорційний струму нульової послідовності

$$\dot{I}_p = \frac{3\dot{I}_0}{k_T}, \quad (1)$$

де k_T - коефіцієнт трансформації ТСНП.
У свою чергу [5]

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = U_\phi g_0 \frac{Y_a + a^2 Y_b + a Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c + g_0}, \quad (2)$$

де $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$ - струми витоку через ізоляцію фаз a, b, c;
 Y_a, Y_b, Y_c - комплексна провідність фаз щодо землі;
 g_0 - провідність нейтралі трансформатора.

Струми $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$ наводять в осерді трансформатора магнітні потоки, геометрична сума яких індукуює у вторинній обмотці ЕРС, що обумовлює струм \dot{I}_0 . За відсутності пошкоджень ізоляції, тобто при рівності $Y_a = Y_b = Y_c = Y$ вираз (2) прийме вигляд:

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = U_\phi g_0 \frac{Y(1 + a^2 + a)}{3Y + g_0} = 0$$

Тобто, струм у вторинній обмотці також буде рівний нулю. Проте, сумарний магнітний потік в осерді навіть при ідеальній ізоляції має значення, відмінне від нуля. Це пояснюється відхиленнями конструкції трансформатора струму від абсолютно симетричної форми розташування обмоток, можливою асиметрією напруги живлячої мережі, а також впливом різних наведень (зовнішні магнітні поля від близько розташованих кабелів і шин, блукаючі струми і ін.). Всі ці чинники обумовлюють так звані струми небалансу, які обмежують можливість збільшення межі чутливості пристрою захисту, який ґрунтується на контролі струмів нульової послідовності.

Формулювання мети статті. Проаналізувати існуючі захисні засоби, робота яких ґрунтується на контролі опору ізоляції та на вимірю-

ванні струмів витоку і запропонувати технічне рішення, що забезпечує упередження враження людини електричним струмом.

Основна частина. У Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут» на базі лабораторії «Електропостачання» була створена дослідна установка, яка дозволяє робити поточний контроль стану лінії 0,38 кВ за величиною струму витоку в конкретний момент часу, записує дані в пам'ять персонального комп'ютера та програмно задавати будь-яку величину спрацювання захисту за струмом витоку.

Дослідна установка виконана на базі мікроконтролера МИК-51Н фірми «МІКРОЛ», який через перетворювач інтерфейсу зв'язку USB В RS485 ПИ485\USB фірми РегМик приєднаний до персонального комп'ютера. В якості датчика використовується трансформатор струму нульової послідовності (рис. 3).



Рис. 3. Дослідна установка.

Програмування виконується за допомогою програми ALFA, яка дозволяє вести програмування функціональними блоками (рис.4). Побудова графіку величини струму витоку виконується за допомогою програми «МИК-Регистратор», в даній програмі доступні такі функції, як поточний моніторинг з побудовою графіку, моніторинг з побудовою графіку на певному проміжку часу та запис інформації в пам'ять комп'ютера.

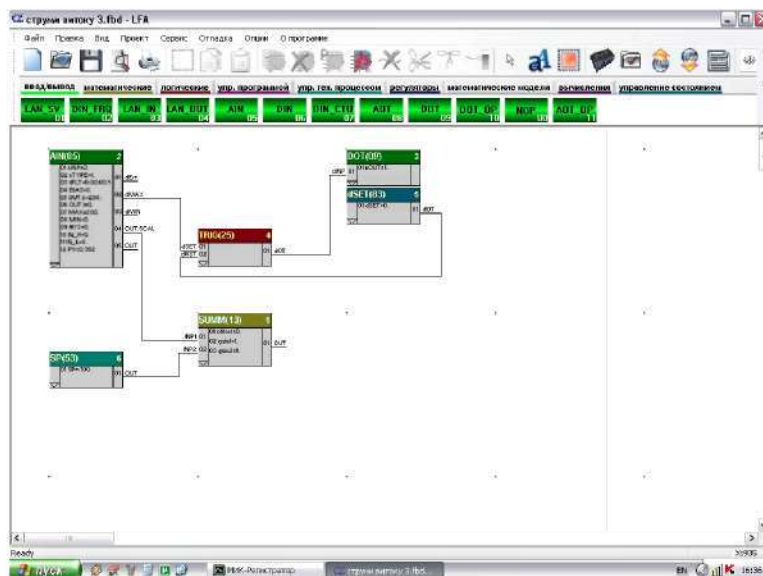


Рис. 4. Структурна схема роботи пристрою в програмі ALFA.



Рис.5. Графік струмів витоків в програмі «МІК-Регистратор»

Висновки. Створена установка забезпечує поточний контроль і реєстрацію величини струму витоків, математичну обробку та графічне відображення результатів на проміжках часу, що обумовлені користувачем.

Література

1. *Козирський В.В.* Вплив електричного струму на організм людини та сільськогосподарських тварин в мережах напругою до 0,4 кВ / *В.В. Козирський, В.П. Герасименко* // Техніка і технології АПК. – 2010. - № 12(15).
2. *Коряков Д.В.* К вопросу о необходимости постоянного контроля изоляции в электрических сетях до 1 кВ с глухозаземлённой ней-

тралью / Д.В. Коряков // Тезисы докладов I Межрегиональной научно-практической конференции «Энергетика в современном мире». – Чита : ЧитГУ. – 2001. – С. 55-59.

3. Сидоров А.И. Постоянный контроль изоляции в электрических сетях до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью - один из путей снижения электротравматизма / А.И. Сидоров, Д.В. Коряков, И.Ф. Суворов // Электробезопасность. – 1999. - № 3-4. – С. 78-85.

4. Масорский В.И. Контроль изоляции в сетях с заземленной нейтралью / В.И. Масорский // Автоматизация и электрификация предприятий. - М. : Энергоатомиздат, 1983. – С. 154-159.

5. Цапенко Е.Ф. Контроль изоляции в сетях до 1000 В / Е.Ф. Цапенко. - 2-е изд., перераб. - М. : Энергия, 1972. – 325 с.

6. Охрана труда в электроустановках : учебник для вузов / под ред. Б.А. Князевского. - 3-е изд. - М. : Энергоатомиздат, 1983. – 283 с.

7. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. - 5-е изд. - Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 442 с.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЯВЛЕНИЯ ТОКОВ УТЕЧКИ В СЕТЯХ 0,38 кВ

Герасименко В.П.

Аннотация – в работе проведен анализ способов и средств повышения надежности защиты и предупреждения появления опасных токов в сетях 0,38 кВ.

AN INCREASE OF RELIABILITY OF DEFENCE AND WARNING OF APPEARANCE OF CURRENTS OF SOURCE IS IN THE 0.38 kV NETWORKS

V. Gerasymenko

Summary

It is the analysis of methods and increased facilities of reliability of defence and warning of appearance of dangerous currents is conducted in the 0,38 kV networks.