



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15736 (13) U
(51) МПК (2006)
H02H 7/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ І ТРАНСФОРМАТОРА НАПРУГИ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ

1

2

(21) u200600357

(22) 16.01.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Андрієнко Олександр Миколайович, Журавльов Дмитро Володимирович, Назаров Адольф Іванович, Кошеленко Ніна Борисівна

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій захисту силового трансформатора з ізолюованою нейтраллю і трансформатора напруги контролю ізоляції, що містить розрядник, що роз-

ташований в нейтралі, та комутаційний апарат, який **відрізняється** тим, що він додатково містить трансформатор струму в заземленій нейтралі високовольтної обмотки трансформатора напруги, до вторинної обмотки якого послідовно підключені блок захисту, блок керування та блок вмикання з виходом до ланцюга включення комутаційного апарата, блок захисту в розімкнутому трикутнику додаткової вторинної обмотки трансформатора напруги з виходом на реле часу, контакти якого приєднані до вхідного ланцюга блока керування.

Корисна модель відноситься до галузі високовольтних електричних мереж, а саме до захисту знижувальних трансформаторів і трансформаторів напруги 110-220кВ.

Відомий пристрій для захисту знижувальних трансформаторів [Гогичайшвили П.Ф. Подстанции без выключателей на высшем напряжении М., Высшая школа, 1965, С.20-21], що має ізолюованою нейтраль обмоток високої напруги, наглухо підключених до мереж електропередач, які мають коефіцієнт заземлення до 0,8, що має в нейтралі вентильний розрядник, та комутаційний апарат.

У нормальному експлуатаційному режимі комутаційний апарат в нейтралі розімкнутий. Перед плановою комутацією мережі, яка не має жодного трансформатора з наглухо заземленою нейтраллю, передбачено заземлення нейтралі одного з її трансформаторів наглухо. Заземлення нейтралі трансформатора є обов'язковим і передбачено для захисту розрядників у неповнофазних режимах при комутаціях з неодноразовою роботою вимикача або його відказу. Здійснення цієї операції призводить до ускладнень у енергосистемах. При автоматичній аварійної комутації мереж здійснення цієї операції неможливо. Необхідно відмітити, що неповно фазні режими виникають при аварійних комутаціях, а також при обрывах фаз мереж електропередач.

Релейний захист мережі електропередачі по струму зворотної послідовності (яка повинна відімкнути мережу при обрывах фаз), має слабку чутливість і не реагують на неповнофазну роботу

частини її трансформаторів при навантаженні, що менше за номінальну у 2-4 рази.

При неповно фазній роботі трансформаторів з ізолюованою нейтраллю, у вигляді різкого порушення фазних та мережних напружень у споживача, порушуються двигуни, що призводить до їх виключення або аварії. Через відключення двигунів споживачів напруги, на перерваних фазах вищої напруги трансформатора, струм може підвищуватись до величин більших за номінальну, що призводить до підвищення струму намагнічування трансформаторів напруги, і, відповідно призводить до перегріву та пошкодженню їх обмоток у результаті виникнення ферорезонансних процесів, які можуть розрушувати і вентильні розрядники в нейтралі.

Найбільш близьким до рішення, що заявляється, є пристрій для захисту знижувального трансформатора [А. с. СССР №604075, МПК H02H7/04, 1978], який містить розрядник та комутаційний апарат у нейтралі високовольтної обмотки силового трансформатора, резистор, що розташований паралельно вказаним елементам, у ланцюг якого уведений блок захисту з реле часу, вихід якого приєднаний до блоку керування комутаційним апаратом.

Недоліком пристрою є неможливість захисту трансформатора напруги від теплових пошкоджень ізоляції високовольтних обмоток у результаті виникнення ферорезонансних процесів, електричних пробів ізоляції всього електротехнічного обладнання і зруйнуванню розрядників, особливо

(19) UA (11) 15736 (13) U

магнітно-вентильного типу зі зниженими пробивними характеристиками, які встановлені на системах шин отпаєчних підстанцій, у результаті впливу перенапруги резонансного типу.

Недоліком пристрою є і те, що будь-які режими нейтралей високовольтних обмоток силових трансформаторів на відміну від глухого заземлення знижують надійність локалізації аварійних ланцюгів, що призводить до великих економічних збитків у споживачів.

Недоліком пристрою є несумірне більш низька технічна ефективність використання резисторів у нейтралях високовольтних обмоток силових трансформаторів як датчиків для роботи релейного захисту, зокрема, дії блоків захисту та керування від вторинних ланцюгів трансформатора струму, первинна обмотка якого підключена в ланцюг резистора у порівнянні з ефективністю використання вимірювальних трансформаторів напруги.

До недоліків пристрою відноситься і режим постійно включених резисторів в нейтралах високовольтних обмоток силових трансформаторів, приєднаних за допомогою відпайок к магістральним лініям електропередач, що призводить до необхідності ізолювання частини нейтралей вказаних обмоток у силових трансформаторах на живильних підстанціях, що додатково ускладнює забезпечення потрібної селективності роботи релейного захисту при критичних ситуаціях.

До недоліків резисторів у нейтралах високовольтних обмоток силових трансформаторів на відпаяних трансформаторах відноситься можливість відхилення від регламентуючої ефективності режиму заземлення нейтралі, рівного коефіцієнту заземлення 0,8 для мереж 110-220кВ, на аварійних ланцюгах мереж у сторону підвищення чи зменшення вказаного коефіцієнту, що призводить до недопустимого підвищення внутрішніх перенапруг або появи однофазних токів короткого замикання, а це у свою чергу знижує надійність експлуатації електричних мереж вказаної напруги.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити пристрій захисту силового трансформатора з ізолюваною нейтраллю і трансформатора напруги контролю ізоляції, який шляхом додаткового введення трансформатора струму в заземлений нейтралі високовольтних обмоток трансформатора напруги, до вторинної обмотки якого підключені блок захисту, блок керування та блок вмикання з виходом до ланцюга включення комутаційного апарату, і блоку захисту в розімкнутому трикутнику додаткової вторинної обмотки трансформатора напруги з виходом на реле часу, контакти якого підключені до вхідних ланцюгів блоку керування, дозволяє запобігати роботі трансформаторів з ізолюваною нейтраллю у неповнофазному режимі з виключенням появи небезпечних струмів і перенапруги ферорезонансного і резонансного процесів, а також підвищення надійності роботи релейного захисту на основі стабілізації режиму заземлення нейтралі високовольтних обмоток силових трансформаторів у нормальному та аварійному станах, що у комплексі забезпечує необхідну надійність експлуатації електричних мереж 110-220кВ.

Запропонований пристрій захисту понижуального силового трансформатора з ізолюваною нейтраллю і трансформатора напруги без вимикачів на боці високої напруги, що має у нейтралі розрядник і комутаційний апарат додатково містить трансформатор струму в заземленій нейтралі високовольтних обмоток трансформатора напруги, до вторинної обмотки якого послідовно підключені блоки захисту, керування та вмикання з виходом до ланцюга вмикання комутаційного апарату та блоком захисту в розімкнутому трикутнику додаткової вторинної обмотки трансформатора напруги з виходом на реле часу, контакти якого підключені до вхідних ланцюгів блоку керування.

У порівнянні з прототипом суттєвими відмінними ознаками є використання струму ферорезонансного процесу - I_{Φ} нейтралі високовольтних обмоток і напруги нульової послідовності - $3U_0$ у розімкнутому трикутнику додаткової вторинної обмотки трансформатора напруги відповідно з впливом на блоки захисту, які в свою чергу діють на послідовно з'єднані блоки керування та вмикання, з дією останнього на вмикання комутаційного апарату в нейтралі високовольтних обмоток силового трансформатора.

Фіксація виникнення ферорезонансного процесу у високовольтному і резонансному процесі в низьковольтних обмотках трансформатора напруги забезпечує своєчасне глухе заземлення, нейтралі високовольтних обмоток силового трансформатора, яку раніше треба було ізолювати при її неповно - фазному режимі.

На Фіг.1 зображено запропонований пристрій.

На Фіг.2 зображено блок керування запропонованого пристрою.

Пристрій має ізолювану нейтраль 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора, з'єднаного наглухо до транзитної мережі електропередач 3, яка приєднана до розрядника 4, і комутаційний апарат 5, глухозаземлену нейтраль напруги 6 високовольтної обмотки 7 вимірювального трансформатора напруги, до якого приєднаний трансформаторний датчик струму 8, до вторинних виводів якого приєднані послідовно логічний блок 9, блок керування 10, блок вмикання 11 комутаційного апарату 5, додаткову вторинну обмотку 12 трансформатора напруги, блок захисту 13, реле часу 14.

Пристрій працює таким чином: при виникненні неповно фазного режиму у результаті обриву фаз мережі електропередачі 3 при неуспішній роботі АПВ вимикачів з боку джерела живлення при ізолюваної нейтралі 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора можливе виникнення ферорезонансного процесу з появою в глухозаземленій нейтралі 6 високовольтної обмотки 7 трансформатора напруги ферорезонансного струму (I_{Φ}), який тече по первинній обмотці датчика струму 8, що призводить до спрацювання, приєднаних до вторинних ланцюгів датчика струму 8, і з'єднаних послідовно, логічного блока 9, блока керування 10, блока вмикання 11, що приводить до включення комутаційний апарат 5 та глухому заземленню нейтралі 1, що запобігає виникненню ферорезонансних процесів та можливості тепло-

вого руйнування ізоляції високовольтних обмоток 7 вимірювального трансформатора напруги.

Включення комутаційного апарата 5 при наявності ферорезонансного струму (I_Φ) нейтралі 6 високовольтної обмотки 7 трансформатора напруги без витримки часу, запобігає появі підвищеної напруги на перерваних фазах мережі електропередачі 3 та в нейтралі 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора, що запобігає зруйнуванню розрядника 4, і розрядників, які розташовані зі сторони високовольтної обмотки 2 силового трансформатора. Крім того, глухе заземлення нейтралі 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора через включений витримки часу комутаційний апарат 5 забезпечує своєчасну появу в нейтралі 1 струму нульової послідовності 310, які в свою чергу забезпечують ефективну роботу релейного захисту при неповно фазних режимах у порівнянні з релейним захистом, робота якого заснована на струмах зворотної послідовності в мережі електропередачі 3, тому що вказаний захист має слабку чутливість і не реагує на неповно фазну роботу частки її трансформаторів або всіх трансформаторів при напрузі, що менше за номінальну.

Неповно фазні режими на мережі електропередачі 3 при ізолюваній нейтралі 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора можуть бути причиною виникнення резонансних процесів з підвищеною напругою на ізоляції електрообладнання, що перевищує допустимі норми при їх довготривалій дії на перерваних фазах, що призводить до появи у вказаних випадках напруги нульової послідовності ($3U_0$) на розімкнутій додаткової вторинної обмотки 12 трансформатора напруги. Враховуючи появу вказаної напруги при несиметричних коротких замиканнях, вмикання комутаційного апарата 5 здійснюється після спрацювання реле часу 14, яке приєднане між вивода-

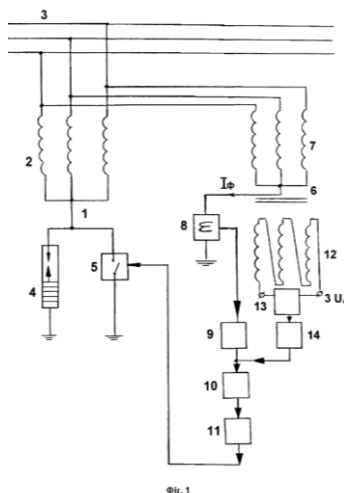
ми блоку захисту 13, з'єднаного з виводами додаткової вторинної обмотки 12 трансформатора напруги, та вводом блоку керування 10. Спрацювання реле часу 14 забезпечує недопустимість вмикання комутаційного апарата 5 до ліквідації коротких замикань в електричній мережі.

Миттєве вмикання комутаційного апарата 5 до нейтралі 1 високовольтної обмотки 2 силового трансформатора в початковий період виникнення ферорезонансного процесу по фактору появи струму ферорезонансу (I_Φ) у глухозаземленій нейтралі 6 високовольтної обмотки 7 вимірювального трансформатора напруги та вмикання комутаційного апарату 5 до нейтралі 1 силового трансформатора безпосередньо після мінімально необхідного часу відключення можливих струмів короткого замикання у початковий момент розвитку резонансних процесів по фактору наявності визначеної величини напруги ($3U_0$), а також функціональна залежність спрацювання блоку керування 10 і блоку вмикання 11 комутаційного апарата 5 від комплексної і одночасної взаємодії ферорезонансного та резонансного процесів суттєво підвищує надійність експлуатації високовольтних електричних мереж.

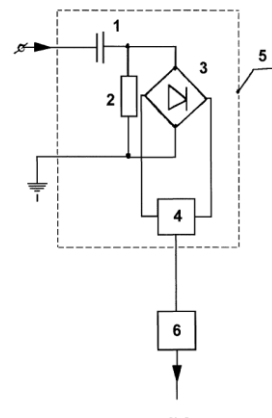
Використання запропонованого пристрою дозволяє уникнути необхідності передчасного заземлення нейтралі понижуючого трансформатора при планових перемиканнях в мережах живлячої напруги.

Таким чином, обмеження ферорезонансних та резонансних процесів, функціонального впливу параметрів ферорезонансного струму (I_Φ) і напруги нульової послідовності ($3U_0$) на роботу релейного захисту і автоматики високовольтної електричної мережі забезпечує економічний ефект, який складає від 100 до 1500 у.о. на 1 мільйон кіловат.

Таким чином запропоноване рішення відповідає критеріям корисної моделі.



Фиг. 1



Фиг. 2

Блок керування
(1-сигнал, 2-запобіжний сигнал, 3-вимірювальний блок,
4-реле струму, 5-блок керування, 6-блок вмикання)