



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19276 (13) U
(51) МПК (2006)
H02H 7/04
H02H 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМБІНОВАНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНО-РЕАКТОРНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) u200605847

(22) 29.05.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

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

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Комбінований трансформаторно-реакторний захисний пристрій, який містить трифазний силовий трансформатор, первинні обмотки якого з'єднані по схемі зірки з виведеною нейтраллю і підключені до мережі, а вторинна обмотка з'єднана в розімкнутий трикутник, та однофазний високовольтний реактор, з'єднаний своїми виводами з виводами вторинної обмотки, нейтраль первинних обмоток під'єднана до одного виводу реактора, а другий вивід реактора заземлений, який **відрізняється** тим, що при дуговому замкненні фази на секції або в протягнутому кабелі без навантаження паралельно первинним обмоткам силового

2

трансформатора приєднані високовольтні обмотки компенсуючого трансформатора, з'єднані по схемі зірки з заземленою нейтраллю, а між виводами його низьковольтної обмотки, з'єднаний по схемі розімкнутого трикутника, під'єднаний низьковольтний реактор, реактори мають необхідну кількість відведень для зміни в заданих межах розмірів їх індуктивних опорів, паралельно з'єднанням виводів вторинної обмотки трансформатора та високовольтного реактора, а також між виводами та нейтраллю високовольтних обмоток компенсуючого трансформатора під'єднані високовольтні обмежувачі перенапруг, а між виводами низьковольтного реактора під'єднаний низьковольтний обмежувач перенапруг, причому магнітна система трансформатора перебуває в режимі насичення і переходить у режим допустимого розрахункового перенасичення при регламентованому насиченні магнітної системи компенсуючого трансформатора магнітними потоками в момент дугового замкнення фази на землю.

Корисна модель належить до галузі електро-механіки і енергетики і призначений для захисту електроустановок в мережах напругою 6-10-35кВ з метою забезпечення до безпечних розмірів параметрів перенапруг і ударних струмів високих частот при технологічних режимах, які змінюються особливо у дугових та руднотермічних печах металургійних підприємств, а також при аварійних ситуаціях у моменти виникнення металевих і через електричну дугу замкнень на землю, особливо у моменти виникнення однофазних дугових замкнень на секції або у протяжному кабелі без навантаження.

Корисна модель також підвищує надійність та знижує витрати електричної енергії завдяки зниженню коливань, відхилень, несиметрії та несинусоїдальності, а також високих частот у напругах та токах при вказаних режимах.

Відомий пристрій компенсації однофазних струмів замкнення на землю в мережах 6-10кВ

[Авторське свідоцтво СРСР №547906, М.Кл². Н02Н9/00, 1975], який містить трифазний силовий трансформатор з п'ятистріжневим магнітопроводом, первинні обмотки якого з'єднані по схемі зірки з заземленою нейтраллю і під'єднані до живлячої системи шин, а вторинні обмотки з'єднані в розімкнутий трикутник і до них під'єднаний дросель з немагнітними зазорами у магнітопроводі. Трансформатор і дросель розміщені в одному боці.

Основними недоліками пристрою є неможливість обмеження перенапруг всього спектра частот на непошкоджених фазах та в нейтралі мережі, а також ударних струмів при дугових замкненнях фази на землю, відсутність симетризуючих та фільтрокомпенсуючих можливостей при несиметричних навантаженнях, неможливість зниження параметрів резонансних і комутаційних процесів при неповнофазних режимах та відключення пошкодженого електрообладнання.

Відомий пристрій обмеження внутрішніх пере-

(13) U

(11) 19276

(19) UA

напруг та ферорезонансних процесів у мережах з компенсацією ємнісних струмів замкнення на землю [Патент Російської Федерації №1836774, М.Кл.² H02H9/00, 1993], який містить силовий трансформатор з дугогасильною котушкою у нейтралі його високовольтної обмотки та спеціальний компенсуючий трансформатор з діагональним реактором між виводами його низьковольтної обмотки, які працюють у паралельному режимі з наявністю функціональних електромагнітних зв'язків завдяки розробленим схемам управління у вторинних колах трансформаторів струму в нейтралях високовольтних обмоток вказаних трансформаторів та реле напруги між виводами низьковольтної обмотки компенсуючого трансформатора.

Однак при достатньому обмеженні високочастотних перенапруг та ферорезонансних процесів інші вищевказані недоліки зберігаються та додається необхідність виконання та обслуговування необхідних схем релейного захисту, що знижує ефективність комбінованого функціонування пристрою при складних аварійних режимах у мережі.

Відомий пристрій обмеження параметрів електромагнітних процесів при технологічних і аварійних режимах у високовольтних електричних мережах промислових підприємств [Патент України на винахід №29262 від 16.10.2000 Бюл. №5-11], який містить трансформатор з п'ятистріжневим магнітопроводом, на якому розміщені первинні обмотки, з'єднані по схемі зірки з виведеною нейтраллю, вторинні обмотки, виконані по схемі розімкнутого трикутника та однофазний високовольтний реактор, під'єднаний між нейтраллю первинної обмотки, розімкнутим трикутником вторинної обмотки і землею.

Недоліком даного пристрою при використанні у кабельних мережах 6-10кВ, які живлять дугові та руднотермічні печі, при обмеженні високочастотних перенапруг та резонансних процесів, які виникають при замкнених фази на секції або у протяжному кабелі без навантаження, а також неповнофазних режимах роботи однофазних комутаційних апаратів є виникнення тривалих по терміну(часу) перехідних режимів у мережі та коливальних процесів на живлячих секціях.

Поставлене завдання виконується шляхом створення комбінованого трансформаторно-реактивного пристрою, електрична схема якого приведена на фіг. 1 і містить силовий трансформатор, первинна обмотка 1 якого з'єднана по схемі зірки з виведеною нейтраллю, а вторинна обмотка 2 з'єднана по схемі розімкнутого трикутника, причому обидві обмотки є високовольтними з коефіцієнтом трансформації, близької до одиниці та конструкцію магнітопроводу, магнітна система якого перебуває у режимі насичення та переходить до режиму допустимого перенасичення при виникненні дугового замкнення фази на землю.

Між нейтраллю первинної обмотки і землею під'єднаний високовольтний компенсуючий реактор 3 з необхідною кількістю регулюючих відведень з метою забезпечення режиму допустимої перекомпенсації при мінливих розмірах однофазних токів замкнення у мережі, причому виводи вторинної обмотки з'єднані безпосередньо з виводами компенсуючого реактора.

Паралельно первинним обмоткам силового трансформатора під'єднані високовольтні обмотки 4 трифазного компенсуючого трансформатора, з'єднані по схемі з заземленою нейтраллю, а між виводами його низьковольтної обмотки 5, з'єднаної по схемі розімкнутого трикутника, під'єднаний низьковольтний реактор 6 з певною кількістю виводів для змінення для необхідності його індуктивного опору.

Між з'єднаними виводами вторинної обмотки 2 трансформатора та високовольтного реактора 3, а також між виводами та нейтраллю високовольтних обмоток 4, 5 компенсуючого трансформатора під'єднані високовольтні обмежувачі напруги 7 і 8, між виводами низьковольтного реактора 6 під'єднаний низьковольтний обмежувач перенапруги 9.

За допомогою комутаційного апарата 10 захисний пристрій під'єднується до живлячої секції 11.

Сучасна типова схема заводських підстанцій містить мінімум два силових трансформатора, які живлять при нормальних режимах електричне не зв'язані навантаження секцій, рівних за розміром максимально їх половинній, а практично навіть меншій потужності, яка наближається до небажаного режиму холостого ходу при ізолюваній нейтралі високовольтних обмоток 6-10кВ.

При духовому замкненні фази на живлячій секції 11 або в протяжному кабелі без навантаження високочастотні перенапруги при резонансних процесах між результируючою індуктивністю реакторів 3,6 та ємністю живленої мережі знижуються практично до безпечних розмірів обмежувачами перенапруг 8 за рахунок паралельної роботи первинних обмоток 1 силового трансформатора з високовольтними обмотками 4 трифазного компенсуючого трансформатора, які мають глухе заземлення нейтралі. Обмежувачі перенапруги 7 і 9, під'єднані між об'єднаними виводами вторинної обмотки 2 та реактора 3, а також - низьковольтної обмотки 5 та реактора 6 відповідно, забезпечують усунення високих частот у знижених перенапругах практично до промислової частоти. Регулюючі відведення в обмотках реактора забезпечують їх комбіновану настройку у режимі перекомпенсації для усунення режимів резонансу або недокомпенсації при нормальній експлуатації.

При виникненні неповнофазних режимів при наявності однофазного замикання на землю або перехідних та коливальних процесів у мережі після відключення пошкодженого обладнання фазні напруги можуть збільшитись знов до небажаних розмірів для ізоляції електротехнічного обладнання.

Однак в таких випадках магнітна система силового трансформатора переходить в допустимий по терміну режим допустимого розрахункового перенасичення магнітної системи з натуральним зниженням індуктивних опорів первинної 1 та вторинної 2 обмоток одночасно, чим забезпечується знов обмеження перенапруги до розмірів, близьких до значень фазних напруг промислової частоти, які забезпечують у свою чергу повернення магнітної системи трансформатора у стаціонарний режим насичення.

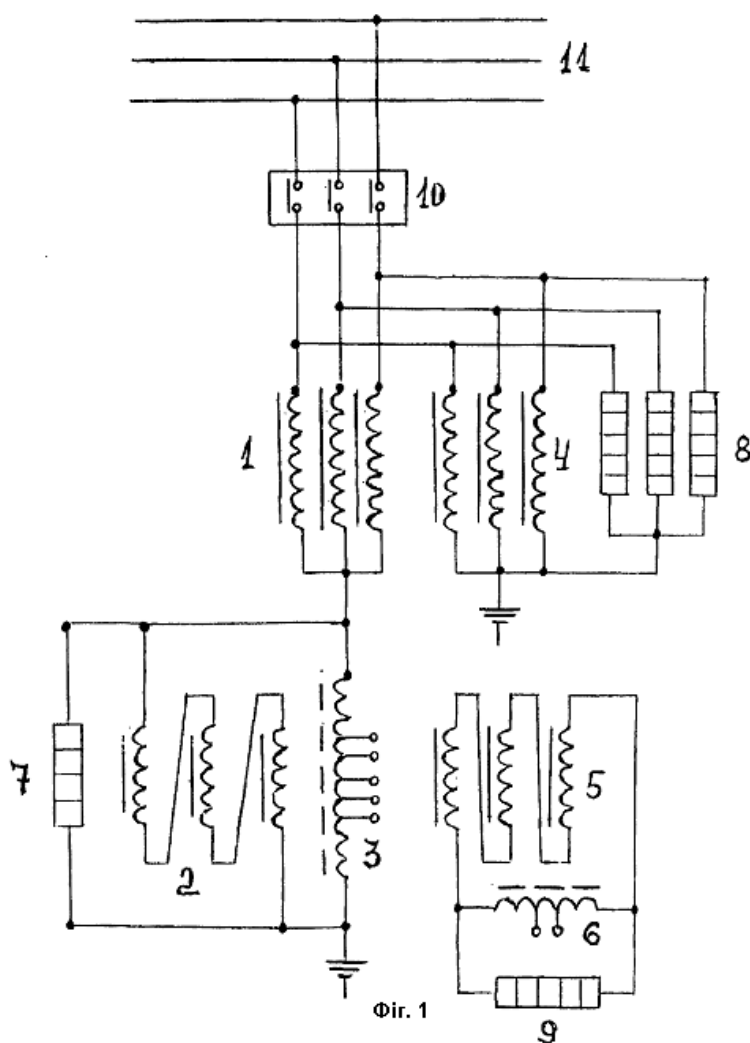
Крім того, індивідуальні обмежувачі перенапруг у комплексі з режимами насичення магнітних систем силового трансформатора та трифазного

компенсуючого пристрою з високовольтним та низьковольтним реакторами, які мають необхідну кількість відводів для змін в заданих межах розмірів їх індуктивних опорів, забезпечують підвищення симетрируючих та фільтрокомпенсуючих можливостей, обмеження параметрів комутаційних процесів, усунення резонансних і ферорезонансних явищ, зниження ударних струмів в момент замкнення фази на землю при неповнофазних режимах живлення з ефективним скороченням

терміну переходних режимів та повним усуненням можливості виникнення коливальних процесів.

У випадку можливого пошкодження захисний пристрій відмикається за допомогою відомих пристроїв релейного захисту без витримки часу комутаційним апаратом 10 живлючої секції 11.

Пристрій забезпечує розширений діапазон компенсації однофазних струмів замкнення на землю при його конструктивній та функціональній простоті та компактності.



Фиг. 1