



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38557 (13) A

(51) 7 H02H7/00, H02H7/09

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ОБМЕЖЕННЯ ПЕРЕНАПРУГИ НА СТРУМОПРИЙМАЧІ ЗМІННОЇ НАПРУГИ

(21) 2000074467

(22) 25.07.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Кашкалов Володимир Іванович

(73) КАШКАЛОВ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ

(57) Пристрій обмеження перенапруги на струмоприймачі змінної напруги і живлячій його електричній лінії при відключенні їх від електричної мережі,

що містить комбінацію опорів, підключених до живлячої електричної лінії з боку вимикача або до виводів струмоприймача який **відрізняється** тим, що він додатково обладнаний конденсаторною батареєю, яка глухо приєднана до живлячої струмоприймач електричної лінії з боку вимикача або до виводів самого струмоприймача, причому потужність конденсаторної батареї прямо пропорційна потужності струмоприймача.

Винахід відноситься до галузі електропостачання та електроприводу і може бути застосований як в електричних мережах змінної напруги 6-35 кВ, так і в електричних мережах низької напруги (нижче 1000 В).

Добре відомі і застосовуються у промисловості обмежувачі перенапруги нелінійні (ОПН), наприклад:

1. Богатенков И.М. и др. Разработка и опытная эксплуатация ограничителей перенапряжений для защиты сетей 6 кВ собственных нужд электростанций. Электрические станции, 1988, № 10.

3. Беляков Н.Н. и др. Ограничение перенапряжений при дуговых замыканиях на землю в сети 6 КВ собственных нужд электростанций с помощью ОПН. Электрические станции, 1991, № 4.

Найчастіше ОПН вмикається між фазою живлячої струмоприймач електролінії з боку вимикача і землею, кількість ОПН дорівнює числу фаз струмоприймача. Іноді ОПН підключають безпосередньо до виводів струмоприймача. Струмоприймачами в основному є електродвигуни та трансформатори, опір котрих маю індуктивний характер.

Головним елементом ОПН є варистор - резистор зі змінним опором. Допоки напруга на ОПН нижча за поріг його спрацьовування, опір варистора необмежено великий і струм через нього не перебільшує 1 мА. Коли хвиля перенапруги досягає затискачів ОПН, опір варистора різко зменшується у сотні і більше разів. Тому енергія хвилі перенапруги розряджається через ОПН на землю, а рівень напруги в точці підключення ОПН обмежується величиною, трохи більшою за поріг його спрацьовування, котрий завжди нижчий від напруги пробіою ізоляції струмоприймача.

Головними недоліками обмеження перенапруги за допомогою ОПН є: а) неможливість регулювання порогу напруги спрацьовування ОПН; б) відсутність можливості запобігати самим фактам виникнення значних перенапруг, в тому числі і при відключенні струмоприймача від електромережі.

Також відомі і застосовуються в обмеженому обсязі з метою обмеження перенапруги RC ланцюги, наприклад: 1. Гончаров А.Ф. и др. Защита от перенапряжений высоковольтных двигателей, коммутируемых вакуумными выключателями. Промышленная энергетика, 1990, № 6 (рис. 2,а); 2. Вагин Г.Я. и др. Исследование перенапряжений в сети кВ промышленного предприятия с большим числом высоковольтных электродвигателей и конденсаторных установок. Промышленная энергетика, 1992, № 6.

Кожен такий ланцюг складається зі з'єднаних послідовно ємності С і активного опору R. Кожен RC ланцюг підключається найчастіше між фазою електромережі на збірних шинах розподільчого пристрою і землею. Не так часто RC ланцюги підключаються так, як і вищезазначені ОПН: між фазою живлячої струмоприймач електролінії з боку вимикача і землею або ж між виводами струмоприймача і землею.

Недоліками обмеження перенапруги за допомогою С ланцюгів є недостатня їхня надійність, оскільки відсутні резистори та конденсатори які виготовляються спеціально для цих цілей, а також неможливість використання в RC ланцюгах конденсаторів значної ємності, бо це призводить до порушення нормальної роботи електромережі.

Комплект RC ланцюгів - по числу фаз струмоприймача - найбільш близький до винаходу по технічній суті і результату, що досягається Він виби-

рається як прототип до пристрою обмеження перенапруги.

Нижче для визначеності будемо розглядати трифазну електричну мережу змінної напруги і трифазні струмоприймачі.

Відомий пристрій обмежений перенапруги - це комплект з трьох однакових С ланцюгів. Кожен С ланцюг складається з конденсатора ємністю С і резистора з опором, які з'єднані послідовно. Одні виводи RC ланцюгів підключені відповідно до фаз А, В, С тих виводів вимикача, до яких підключена живляча струмоприймач електродвигуна. Інші виводи RC ланцюгів приєднані до землі, відзначимо, що кожна фаза електродвигуна, що з'єднує струмоприймач з вимикачем (найчастіше це кабель), має ємність C_0 відносно землі.

Кожен струмоприймач під час роботи, тобто коли він підключений до електромережі, характеризується струмом I , індуктивністю L і запасом електромагнітної енергії:

$$E_{ем} = \frac{1}{2} LI^2 \quad (1)$$

Після відключення вимикачем струмоприймача від електромережі його струм замикається через ємність C_0 і через RC ланцюги. Починається перехідний процес коливальний з частотою f в $RL(C+C_0)$ контурі: "струмоприймач – RC ланцюг - ємність $(C+C_0)$ ". У відповідні моменти часу запас електромагнітної енергії $E_{ем}$ переходить у запас електростатичної енергії ємностей C і C_0 :

$$E_{ем} = \frac{1}{2} (C + C_0) U^2 \quad (2),$$

де: U - напруга на ємностях C і C_0 .

Ємності C і C_0 мають дуже малу величину (не більше кількох сотих мкФ), тому напруга на з'єднаннях з ємностями C , C_0 живлячій електродвигуна і струмоприймачі дуже висока і може в кілька разів перевищувати їх номінальну напругу. Як наслідок періодично спостерігається пробій на землю в фазі живлячої електродвигуна або пробій на корпус в фазі струмоприймача, наприклад, пробій на корпус обмотки статора високовольтного електродвигуна. Пробій виникає в місці з ослабленою ізоляцією, але ж ослаблення ізоляції як раз і виникає як наслідок систематичних перенапруг, які описані вище. Збільшення ж ємності C зверху певної межі не дозволяється, бо тоді порушується нормальна робота електромережі. Зазначимо, що резистор R сприяє скорішому закінченню коливального процесу і відповідне скороченню часу, протягом якого мають місце небезпечні для ізоляції електродвигуна і струмоприймача перенапруги.

Таким чином, головним недоліком прототипу - комплексу RC ланцюгів - є його неефективність в обмеженні перенапруг на струмоприймачі і живлячій його електродвигуна. Інший недолік прототипу полягає в тому, що промисловість не виготовляє спеціально для цього конденсаторів і резисторів, котрі окрім довготривалої роботи під напругою мусять витримувати велике імпульсне навантаження під час обмеження перенапруги, пропускаючи через себе енергію, що вимірюється кількома кілоджоулями і навіть десятками кілоджоулів, залежно від потужності струмоприймача та довжини живлячої його електродвигуна.

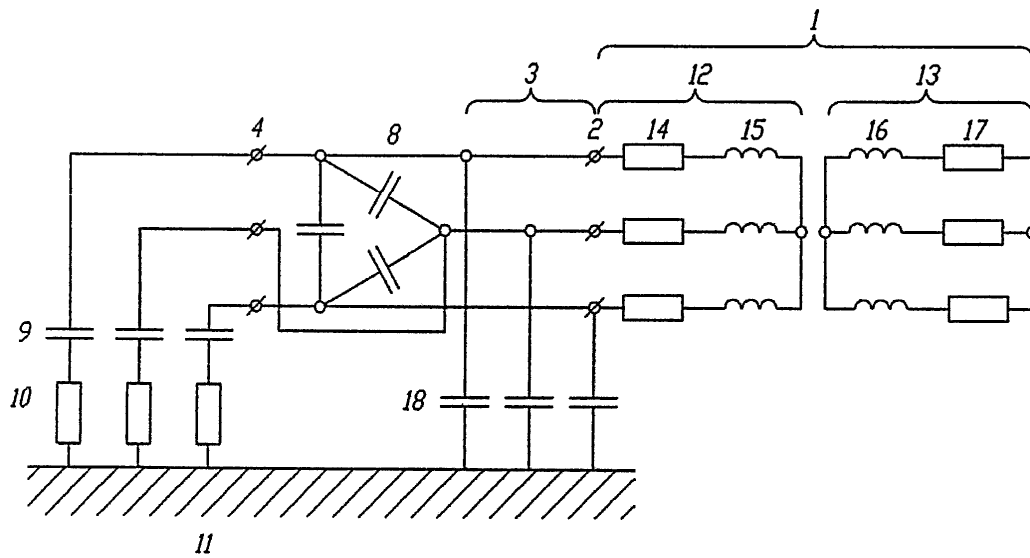
В основу винаходу поставлено задачу усунути вказані недоліки відомого пристрою обмеження перенапруги на струмоприймачі шляхом застосування конденсаторної батареї, яка глухо підключена до живлячої струмоприймач електричної лінії з боку вимикача або до виводів самого струмоприймача, що забезпечує зниження перенапруги і, як наслідок, збереження цілісності струмоприймача та живлячої його електричної лінії. У відомих технічних рішеннях сукупність ознак, східних з сукупністю ознак, які відрізняють пристрій, ще заявляється, від прототипу, не встановлена.

Сутність пристрою, пояснюється кресленням, де на фіг. 1 зображена елементна схема пристрою, а на фіг. 2 - схема заміщення цього ж пристрою після відключення його від електромережі.

На фіг. 1 струмоприймач заради визначеності представлений як електродвигун 1. До його затискачів (виводів) 2 підключена електрична лінія 3. Протилежний кінець електричної лінії 3 підключений до нижніх виводів 4 вимикача 5, верхні виводи 6 якого приєднані до електричної мережі 7. До нижніх виводів 4 вимикача 5 підключено конденсаторну батарею 8 та комплект С ланцюгів, причому кожен RC ланцюг складається з конденсатора 9 ємністю C і резистора 10 з опором R , з'єднаних послідовно. Протилежні кінці RC ланцюгів приєднані до землі 11.

На фіг. 2 окрім вищевказаних елементів 2-4, 8-11 електродвигун 1 (струмоприймач) представлений у вигляді схеми заміщення, де обмотка статора 12 і обмотка ротора 13 характеризуються активним 14 та індуктивним 15 опорами статора і індуктивним 16 та активним 17 опорами ротора. Кожна фаза електричної лінії 3 має ємність 18 відносно землі 11. Зазначимо що ємність 18 існує лише фізично, але не в вигляді матеріального об'єкту.

Пристрій працює так. Після відключення вимикача 5 у перший момент часу в обмотці ротора 13 електродвигуна 1 тече струм I_r , який дорівнює попередньому значенню цього струму в робочому режимі, а в обмотці статора 12 тече струм, значення якого дорівнює так званому струму зрізу струму, при якому повністю відновлюється ізоляційна спроможність повітряного або вакуумного проміжку між розімкнутими контактами 4 і 6 вимикача 5, що має місце після згасання дуги між контактами вимикача 9. Струм статора після відключення вимикача 5 замикається через ємності $C_{кб}$ конденсаторної батареї 8. Ємність $C_{кб}$ конденсаторної батареї 8 на 2-3 порядки (в 100-1000 разів) більше за ємність C конденсаторів 9 RC ланцюгів і на 3-4 порядки більше ємності C_0 18 електричної лінії 3 відносно землі. До того ж ємність $C_{кб}$ батареї 8 нічим не обмежується, якщо не брати де уваги економічних факторів - вартість батареї 8. Тому основна частина струму статора електродвигуна 1 тече крізь конденсаторну батарею 8, а крізь ємність 9 і ємність 18 протікає лише незначна частка струму статора не більше 1-2%. Як наслідок напруга на контактах 4, до яких приєднана електрична лінія 3, а також на затискачах 2 електродвигуна 1 ненабагато вища за номінальну напругу і не представляє небезпеки для ізоляції лінії 3 та електродвигуна 1. Зазначимо, що потужність конденсаторної батареї 8 має бути прямо пропорційною потужності струмоприймача. В цьому випадку рівень напруги на



Фіг. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22