



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88075

(13) C2

(51) МПК (2009)
H01H 33/66МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ПРИВІД ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА

1

2

(21) а200712739

(22) 16.11.2007

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл. № 17, 2009 р.

(72) МЕЛЬНИК РОМАН ІВАНОВИЧ, МЕЛЬНИК
ЯРОСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ, КОЛЕСНИК ВО-
ЛОДИМИР ДМИТРОВИЧ, ПОЛІЩУК СЕРГІЙ БО-
РИСОВИЧ, ПШОНОВСЬКИЙ ДМИТРО ЛЕОПОЛЬ-
ДОВИЧ, ХОМЕНЧУК БОРИС ЄВСТАХІЙОВИЧ(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ "ВИСОКОВОЛЬТНИЙ СОЮЗ-УКРАЇНА"

(56) UA 35013 A, 15.03.2001

UA 79739 C2, 25.07.2007

GB 2223357 A, 04.04.1990

US 7102475 B2, 05.09.2006

US 6009615 A, 04.01.2000

(57) Електромагнітний привід вакуумного вимика-
ча, виконаний з шихтованого магнітопроводу, яко-
ря, встановленого з можливістю переміщення з
одного крайнього положення в протилежне, двох
постійних магнітів, встановлених на середній час-
тині магнітопроводу симетрично, по обох сторонах

від якоря та орієнтованих однойменними полюса-
ми в сторону якоря, котушок увімкнення і вимикан-
ня, встановлених співвісно з якорем, який має дві
магнітні защіпки, що утримують якір в обох його
крайніх положеннях силою притягання до магніто-
проводу внаслідок дії постійних магнітів, причому
одна магнітна защіпка виконана у вигляді двох
симетричних магнітних кіл увімкнення і утримує
якір в увімкнутому положенні, а інша - у вигляді
двох симетричних магнітних кіл вимикання і утри-
мує якір у вимкнутому положенні, який **відрізня-
ється** тим, що має одну або більше гальванічно не
зв'язаних між собою котушок вимикання, а також
має в кожному магнітному колі вимикання крім
торцевого робочого зазору, між торцем якоря і
магнітопроводом, додатково боковий робочий за-
зор, між боковою поверхнею якоря і магнітопрово-
дом, причому в увімкнутому положенні електрома-
гніта магнітна провідність бокового робочого
зазору у кілька разів більша від магнітної провід-
ності торцевого робочого зазору.

Винахід відноситься до електротехніки, зокре-
ма до електромагнітних приводів вакуумних висо-
ковольтних вимикачів.

Відомі електромагнітні приводи складаються з
електромагніта (соленоїда) та механічного утри-
муючого пристрою. [1].

Недоліком таких приводів, є їх велика маса та
багатоланкова система кінематичного з'єднання
від штока якоря електромагнітного приводу до тяг
механізмів підтиску вакуумних дугогасильних ка-
мер.

Нове покоління вакуумних вимикачів має при-
водну частину з електромагнітними приводами та
утримуючими пристроями на постійних магнітах.

За найбільшою кількістю суттєвих ознак подіб-
них до суттєвих ознак запропонованого винаходу
за прототип прийнято електромагнітний привід
вакуумного вимикача серії ВР1 підприємства ВАТ
"РЗВА" м. Рівне (патент України №35013А;
15.03.2001, Бюл. №2, 2001).

Прототип, як і винахід, складається з котушок
керування (увімкнення і вимикання), якоря, напра-
вляючих та постійних магнітів, в якому за допомо-
гою котушок увімкнення та вимикання якоря приводу
переміщається з одного крайнього положення в
протилежне, при чому постійні магніти двопозицій-
ного електромагнітного приводу, утворюють два
магнітних кола так звані "магнітні защіпки", в яких
надійно фіксується якір. При цьому якір електро-
магнітного приводу в двох крайніх положеннях
("увімкнуто" та "вимкнуто") утримується магнітним
полем двох постійних магнітів. Операції "увімкнен-
ня" або "вимикання" відбуваються тільки тоді, коли
сили утримання постійних магнітів будуть анульо-
вані збудженням однією з котушок електромагніт-
ного приводу. При цьому постійні магніти встанов-
лені з орієнтацією одноіменних полюсів в сторону
якоря, який розміщений між цими постійними маг-
нітами, співвісно з котушками увімкнення і вими-
кання та з торцевим зазором відносно магнітопро-
вода в одній з котушок в залежності від положення

(13) C2

(11) 88075

(19) UA

якоря. Прототип при мінімальних масо-габаритних параметрах має відносно невеликий струм вимикання, високий ресурс і надійність. Недолік прототипа полягає в тому, що його електромагніт містить одну котушку вимикання, причому ця котушка споживає відносно велику потужність - більше 4кВт, в той час як існуючі вимикачі мають один або більше електромагнітів вимикання, котушки яких мають номінальну потужність не більше 0,33кВт. Для адаптації прототипа в сучасних вимикачах живлення потужної котушки вимикання його електромагніта здійснюється від попередньо заряджених конденсаторів. Для забезпечення вимикання вимикача в експлуатації необхідно весь час підтримувати ці конденсатори в зарядженому стані. У випадку тривалої (більше 10 годин) відсутності напруги живлення цих конденсаторів може відбутися їх саморозряд і вимикач не зможе вимкнутися. Для запобігання саморозряду в таких випадках в експлуатації використовують різні технічні пристрої, які підживлюють конденсатор від інших джерел енергії. Все це ускладнює конструкцію вимикача і знижує його надійність. Крім того, наявність у аналога лише однієї котушки вимикання ускладнює схему вимикача, який має кілька гальванічно розділених кіл вимикання, в тому числі кіл струмового захисту, що живляться від трансформаторів струму по схемі з дешунтуванням. В зв'язку з цим ускладнюється тестування справності вторинних кіл вимикача засобами автоматичного контролю. Ще один недолік прототипа полягає в тому, що вимикач, в якому він вмонтований, містить конденсатор великої ємності, як джерело небезпечної напруги, яка може зберігатися тривалий час після його від'єднання від мережі при технічному обслуговуванні вимикача.

Завданням винаходу являється створення електромагнітного приводу, в якому електромагніт з двома магнітними защіпками має декілька гальванічно не пов'язаних між собою котушок вимикання номінальною потужністю не більше 0,33кВт кожна.

Запропонований електромагнітний привід вакуумного вимикача, як і прототип виконаний з шихтованого магнітопроводу, якоря встановленого з можливістю переміщення з одного крайнього положення в протилежне, двох постійних магнітів встановлених на середній частині магнітопроводу симетрично, по обох сторонах від якоря та орієнтованих одноіменними полюсами в сторону якоря, котушок увімкнення і вимикання встановлених співвісно з якорем, який має дві магнітні защіпки, що утримують якір в обох його крайніх положеннях силою притягання до магнітопроводу внаслідок дії постійних магнітів, причому одна магнітна защіпка виконана у вигляді двох симетричних магнітних кіл увімкнення і утримує якір в увімкнутому положенні, а інша - у вигляді двох симетричних магнітних кіл вимикання і утримує якір у вимкнутому положенні.

Поставлене завдання у запропонованому електромагнітному приводі вакуумного вимикача виконується завдяки тому, що він має одну або більше гальванічно не зв'язаних між собою котушки вимикання, а також в кожному магнітному колі вимикання крім торцевого робочого зазору, між тор-

цем якоря і магнітопроводом, додатково боковий робочий зазор між боковою поверхнею якоря і магнітопроводом, причому, в увімкнутому положенні електромагнітного приводу магнітна провідність бокового робочого зазору в кілька разів більша від магнітної провідності указанного торцевого робочого зазору.

Вказані технічні ознаки запропонованого електромагнітного приводу вакуумного вимикача належать до суттєвих тому, що їх сукупність забезпечує позитивний технічний результат, тобто вони перебувають у причинно-наслідковому зв'язку з цим результатом. Так, наявність в магнітному колі вимикання електромагніта крім торцевого робочого зазору, додатково бокового робочого зазору (у аналога немає бокового робочого зазору) призводить до збільшення сумарної магнітної провідності цих робочих зазорів оскільки вони утворюють паралельно злучені вітки в магнітному колі вимикання (див. Фіг.1 і Фіг.2). Внаслідок того, що в увімкнутому положенні електромагнітного приводу магнітна провідність бокового робочого зазору в n разів більша від магнітної провідності торцевого робочого зазору, сумарна магнітна провідність магнітного кола вимикання збільшилась приблизно в $n+1$ разів у порівнянні з аналогом в якого немає бокових робочих зазорів. А це в свою чергу дозволяє зменшити в $n+1$ разів магніторушійну силу (далі по тексту М.Р.С.) котушки вимикання (у порівнянні з аналогом) для забезпечення такого ж як у аналога ослаблення магнітного потоку і сили магнітної защіпки, яку утримує електромагнітний привід в увімкнутому стані. Як відомо зменшення М.Р.С. котушки в $n+1$ разів дозволяє зменшити в $n+1$ разів площу перерізу провода, яким намотана ця котушка, а отже збільшити в $n+1$ разів кількість витків при збереженні площі перерізу котушки. Тобто активний опір котушки вимикання може бути збільшений в $(n+1)^2$ разів. Так як котушки електромагніта з магнітними защіпками розраховані тільки на постійний струм, то в результаті збільшення опору котушки в $(n+1)^2$ разів маємо зменшення струму споживання і потужності котушки вимикання також в $(n+1)^2$ разів. Так в електромагнітному приводі, вмонтованому в однополюсний вимикач, при $n=4$ потужність котушки вимикання була зменшена в 25 разів порівняно з аналогом і становила 0,22кВт.

Інша суттєва технічна ознака полягає в тому, що запропонований електромагнітний привід вакуумного вимикача може містити кілька гальванічно не зв'язаних між собою котушок вимикання. Це дає змогу здійснити вимикання електромагнітного приводу незалежно будь-якою з цих котушок. Гальванічна розв'язка цих котушок дозволяє використовувати різні джерела живлення цих котушок, в тому числі і трансформатори струму. Невелика потужність (менше 0,33кВт.) споживання котушок вимикання дозволяє їх живлення безпосередньо (без конденсатора) від малопотужних оперативних кіл живлення існуючих розподільчих пристроїв.

Все це суттєво підвищує надійність електромагнітного приводу вакуумного вимикача, спрощує його електросхеми, підвищує безпеку обслугову-

вання (не використовуються конденсатори великої ємності як джерело небезпечної напруги).

На Фіг.1 - зображений електромагнітний привід в увімкнутому стані.

На Фіг.2 - схема циркуляції магнітних потоків при увімкненні електромагнітного приводу.

На Фіг.3 - схема циркуляції магнітних потоків при вимиканні електромагнітного приводу.

Електромагнітний привід (Фіг.1) складається з магнітопровода 1, двох постійних магнітів 2, якоря 3, направляючих 4 і 5, котушки вимикання 6, котушки увімкнення 7 та вставки 8. Якір 3 має можливість рухатися в осьовому напрямку в направляючих 4 і 5 до упору в магнітопровід 1 правим торцем (як показано на Фіг.1), або лівим торцем. Конструкція електромагнітного приводу утворює два симетричні магнітні кола увімкнення і два симетричні магнітні кола вимикання, контури яких показані на Фіг.1 жирними лініями. Контури магнітних кіл увімкнення пронизують котушку увімкнення, а контури магнітних кіл вимикання пронизують котушку вимикання. При знеструмлених котушках увімкнення і вимикання в цих магнітних колах джерелами М.Р.С є тільки постійні магніти.

В магнітних колах увімкнення електромагнітний привід має торцевий робочий зазор між торцем якоря (на Фіг.1 правий торець якоря) і магнітопроводом.

В магнітних колах вимикання електромагнітний привід має торцевий робочий зазор між іншим торцем якоря (на Фіг.1 лівий торець якоря) і магнітопроводом, а також додатково бокові робочі зазори між боковими поверхнями якоря і магнітопроводом. В увімкнутому положенні електромагнітного приводу показаному на Фіг.1 магнітна провідність бокових робочих зазорів у кілька разів більша від магнітної провідності торцевого робочого зазору, що забезпечується меншою (у кілька разів) довжиною бокового робочого зазору від торцевого робочого зазору при відповідних площах перерізу цих зазорів.

При знеструмлених котушках увімкнення і вимикання в магнітних колах вимикання циркулюють магнітні потоки $\Phi 1$ (Фіг.1), а в магнітних колах увімкнення - магнітні потоки $\Phi 2$. Ці потоки є результатом дії постійних магнітів.

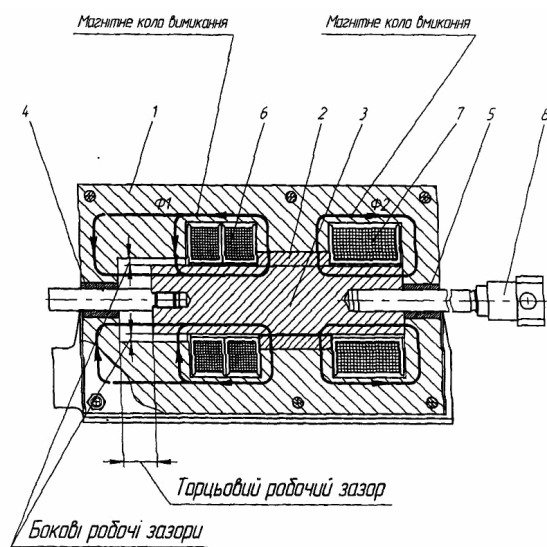
Увімкнення електромагнітного приводу відбувається так. При подачі в котушку увімкнення постійного струму у напрямку показаному на Фіг.2 в електромагніті додатково виникають магнітні потоки $\Phi 3$ і $\Phi 4$ які підсилюють дію магнітного потоку

$\Phi 2$, що збільшує силу тяги якоря вправо. Одночасно магнітний потік $\Phi 3$ ослаблює дію магнітного потоку $\Phi 1$, що зменшує силу магнітної заціпки на лівому торці якоря. В результаті якір 3 (Фіг.1) переміщується в крайнє праве (увімкнуте) положення до упору в магнітопровід 1. Після цього котушка увімкнення знеструмлюється, але якір утримується в увімкнутому положенні силою магнітної заціпки, що діє на правий торець якоря.

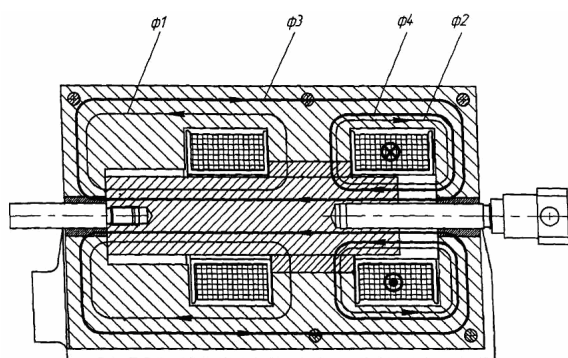
Вимикання електромагнітного приводу відбувається так. При подачі в котушку вимикання постійного струму у напрямку показаному на Фіг.3 в електромагніті додатково виникають магнітні потоки $\Phi 5$, $\Phi 6$ та $\Phi 7$. Магнітний потік $\Phi 7$ підсилює дію магнітного потоку $\Phi 1$ і збільшує силу тяги якоря вліво. Одночасно магнітні потоки $\Phi 5$ та $\Phi 6$, циркулюючи через магнітні кола увімкнення, ослаблюють дію магнітного потоку $\Phi 2$, що зменшує силу магнітної заціпки на правому торці якоря. Величина магнітного потоку $\Phi 6$, який проходить через боковий робочий зазор значно більша від величини магнітного потоку $\Phi 5$, який проходить через лівий торцевий робочий зазор, внаслідок різних величин магнітної провідності цих робочих зазорів. Тому дія магнітного потоку $\Phi 6$ (а отже наявність бокового робочого зазору) в процесі вимикання вимикача є домінуючою.

Після зменшення сили магнітної заціпки якір електромагнітного приводу під дією переважаючих сил пружини вимикання вимикача і пружин підтиску вакуумних камер полюсів вимикача, які направлена вліво переміщується в крайнє ліве (вимкнуте) положення до упору в магнітопровід. Після цього котушка вимикання знеструмлюється, а якір утримується у вимкнутому положенні силою магнітної заціпки, що діє на його лівий торець.

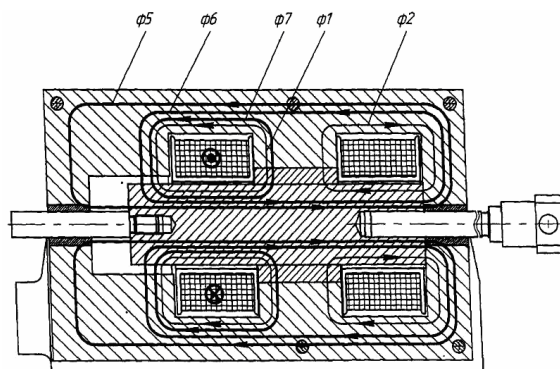
Такий електромагнітний привід розроблено в ТзОВ „Високовольтний союз - Україна”. Електромагнітний привід має дві гальванічно не зв'язані між собою котушки вимикання кожна з яких розрахована на номінальну потужність 0,22кВт, що дає можливість здійснювати вимикання електромагнітного приводу по двох незалежних один від одного каналах невеликої потужності безпосередньо від існуючих розподільчих пристроїв. В приводі не використовуються попередньо заряджені конденсатори. Все це дозволило підвищити надійність та безпеку обслуговування приводу, а також значно спростити електричну схему вторинних кіл вимикачів, в яких використовуються такі приводи.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3