



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 41651

(13) A

(51) 7 H01H31/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КОМУТАЦІЙНИЙ АПАРАТ

1

2

(21) 2000127330

(22) 19.12.2000

(24) 17.09.2001

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Крижов Гарольд Петрович

(73) Крижов Гарольд Петрович

(57) Комутаційний апарат, який містить контактну пару з хоча б одним контактом, виконаним у вигляді

ді двох чи більше ламелей, пружинячий елемент для створення тиску на ламелі, привід і пружний елемент з термомеханічною пам'яттю форми, приєднаний паралельно до головних ламелів, який відрізняється тим, що у проміжку між точками приєднання елементів з термомеханічною пам'яттю форми на головних ламелях і/або підводах до них змонтована муфта з феромагнітного матеріалу.

Ймовірний винахід стосується галузі електроенергетики, а саме як комутаційний апарат типу роз'єднувачів, вимикачів навантаження та інших комутаційних апаратів, призначених для вимикання струмів, які не перевищують значення нормальних робочих струмів, і забезпечують стійкість до струмів короткого замикання без їх вимкнення.

Відомі комутаційні апарати, зокрема вимикачі навантаження, які описані у технічній літературі, містять такі головні вузли: контактну систему, електроізоляційні конструкції та привід. Контактна система повинна забезпечити протікання через апарат як номінальних робочих струмів, так і скрізних струмів короткого замикання без перегріву і підгорянь в наслідок місцевих нагрівань та електродинамічної дії при замкненому стані контактів, а також вільне проведення операцій щодо вмикання та вимикання при струмах, значення яких не перевищує розрахункові робочі струми. При цьому повинна бути забезпечена стійкість до термічного впливу (відсутність перегріву окремих частин) і до динамічного впливу (розходженню і вібрації контактів під дією сил, які супроводжують струм короткого замикання).

У відомих контактних системах з цією метою застосовано пружинячі елементи, які створюють потрібний контактний натиск (звичайно, близько 10 дН). За умов протікання скрізних струмів короткого замикання, особливо у початковий момент, виникає динамічна дія на контакти, яка намагається відкинути їх одне від одного (розімкнути у радіальному напрямі). Якщо, при цьому, натиск послаблений, то між контактами виникає електрична дуга і після декількох змикань-розмикань контакти зварюються між собою. Після цього, контактна система

не спроможна функціонувати.

Для запобігання вказаного явища у відомих конструкціях підвищують тиск пружин на контакти. Але, як відомо, це призводить до збільшення зусиль, які потребують посилення всіх вузлів приводу, в тому числі ізоляторів, що з'єднують частини приводу, які мають потенціал землі від струмоведучих частин. Великі навантаження на ізолятори часто призводять до їх руйнування. Це потребує суттєвого збільшення габаритів всього приводу і особливо ізоляторів. Збільшення маси ізоляторів та вузлів приводу призводить до ще більшого навантаження на привід. В той же час для полегшення керування (спрощення приводу або зменшення зусиль при керуванні) потрібно зменшувати контактний натиск, а відомі конструкції комутаційних апаратів цього не дозволяють, а потребують протилежне.

Близькими до заявленого технічного рішення є контактні системи апаратів, описаних у А.С. СРСР № 1552249, МКІ<sup>5</sup> НО1Н 33/02, "Контактный разъем", опубл. 23.03.90, бюл. № 11, а також у А.С. СРСР № 1597951, МКІ<sup>5</sup> НО1Н 31/00, "Разъединительный силовой аппарат", опубл. 07.10.90, бюл. N 37 або у А.С. СРСР N 1644241, МКІ<sup>5</sup> НО1Н 31/00, "Разъем", опубл. 15.05.87, бюл. № 15.

Але, усім цим конструкціям притаманні вище зазначені недоліки.

Найбільш близьким щодо технічної суті до заявленого технічного рішення (прототип) є описаний у заявці № 98041705 пристрій під назвою "Контактна система комутаційного апарату". Ця система містить контактну пару, що розмикається, з хоча б одним контактом, виконаним у вигляді двох чи більше ламелей, пружинячий елемент для створення

(13) A

(11) 41651

(19) UA

ня тиску на ламелі і пружний елемент з термомеханічною пам'яттю форми, при цьому пружний елемент виконано у вигляді додаткових ламелей, які встановлені паралельно головним ламелям і електрично приєднані паралельно до головних ламелей так, щоб через них перетікала частина електричного струму навантаження або короткого замикання.

Але, при протіканні значних струмів короткого замикання, особливо з крутим фронтом, така контактна система не створює достатнього контактного натиску за потрібний проміжок часу. А як відомо, найбільш вразливим для комутаційного апарата є різке зростання струму короткого замикання в перший полуперіод, де сумарне значення піка струму складається з періодичної та аперіодичної складових. В цей момент на контакти діє найбільша сила в напрямку їх розкиду один від одного, що часто призводить до підгоряння, а то і зварювання контактної пари.

Ефект електрокерування елементами з термомеханічною пам'яттю форми зводиться до збільшення швидкості мартенситного перетворення порівняно з ефектом при керуванні шляхом зовнішнього підігріву. Але швидкість спрацювання елемента з пам'яттю форми в значній мірі залежить від величини струму на одиницю перерізу елемента (густини струму).

Доля струму, яка буде перетікати через елемент з пам'яттю форми (струм електрокерування) зворотно пропорційна електричному опору головного і допоміжного контактів. Спроба збільшення струму керування шляхом збільшення перерізу елемента з пам'яттю форми з одного боку призводить до збільшення абсолютного значення струму керування, а з іншого – до зменшення густини струму. При цьому збільшуються габарити контактної системи в цілому. Зменшення перерізу елемента з пам'яттю форми, хоч і збільшує густину струму, але зменшує абсолютне значення струму керування. У прототипі регулювання струму керування зводиться до підбору найбільш сприятливого співвідношення струмів шляхом зміни перерізу елемента з пам'яттю форми. Але цей засіб недостатньо ефективний. В результаті технічне рішення за прототипом не забезпечує стійкість контактної системи при значних струмах короткого замикання, особливо з крутими фронтами.

В основу заявленого технічного рішення покладено задачу створення такої контактної системи комутаційного апарату, яка забезпечує достатній контактний натиск в усіх можливих режимах, в першу чергу динамічну стійкість при значних струмах короткого замикання з крутими фронтами, і одночасно дозволяє застосування спрощеного приводу і полегшеного виконання з'єднувальних елементів, особливо ізоляційних конструкцій, а також зменшення зусиль, потрібних при оперуванні комутаційним апаратом.

Поставлена задача вирішується тим, що подібно до прототипу комутаційний апарат містить контактну пару з хоча б одним контактом, виконаним у вигляді двох чи більше ламелей, пружинячий елемент для створення тиску на ламелі, привід і пружний елемент з термомеханічною пам'яттю форми, електричне приєднання паралельно голов-

ним ламелям. Крім того, у проміжку між точками приєднання елементів з термомеханічною пам'яттю форми на головних ламелях і/або підводах до них змонтовано муфту із феромагнітного матеріалу.

Технічна суть винаходу пояснюється кресленням (фіг. 1), де показано загальний вигляд пристрою зі схемою перетікання струмів через ламелі.

Пристрій за фіг. 1 містить рухомий контакт 1, наприклад ножового типу, і нерухомий контакт 2, наприклад типу "губки", або робочих ламелей, прикріплених до основи 3 та пружний елемент 4, електричне приєднання паралельно головним ламелям. У проміжку між точками приєднання елементів з термомеханічною пам'яттю форми на головних ламелях і/або підводах 5 до них змонтовано муфту 3 із феромагнітного матеріалу.

Пружний елемент 4 виконано з матеріалу з термомеханічною пам'яттю форми, наприклад з нікельтитанового сплаву і має у високотемпературній фазі структури сплаву форму з вигином у напрямі до центру, але оскільки цьому протидіє контакт 2, то підвищується лише натиск на цей контакт. При охолодженні пружний елемент 4 переходить в низькотемпературну фазу структури сплаву і приймає форму, як показано на фіг. 1, але вже без додаткового натиску на контакт 2.

Робота пристрою пояснюється наступним. Розподіл струмів проходить, як показано на фіг. 1 (пунктиром). Головна частина струму  $I_{\text{осн}}$  протікає від основи 3 через робочу ламель 2 через контактний опір переходу між ламеллю 2 і рухомим контактом 1. Аналогічно перетікають струми через інші ламелі 2. Нагрівання контактної пари проходить на опорі вказаного переходу. Для зменшення нагріву до припустимого значення у режимі перетікання робочих струмів застосовано дві або більше робочих ламелей. При цьому потрібний контактний натиск забезпечується спрощеним пружинячим елементом, наприклад формою контактної ламелі 2. При перетіканні струму короткого замикання цього натиску недостатньо.

Перетікаючи через додаткові ламелі у вигляді пружного елемента 4 частина струму  $I_{\text{доп}}$  – в нормальній режимі перетікання робочих струмів незначна, оскільки опір робочої ламелі 2, яка виконана, як правило з міді, набагато менший ніж опір додаткової ламелі 4 (до того ж додається ще опір контактного переходу між робочою 2 та додатковою 4 ламелями). Тому у режимі перетікання робочих струмів вплив додаткової ламелі несуттєвий (є деякий позитивний вплив на зменшення опору переходу внаслідок додаткового натиску, який сумується з натиском робочого контакту 2).

При перетіканні скрізного струму короткого замикання частина струму  $I_y$  через додаткову ламель 4 суттєво зростає, оскільки значення струмів короткого замикання у декілька разів перевищують значення робочих струмів. При цьому внаслідок дії ефекту електрокерування виникає зміна внутрішнього стану матеріалу з термомеханічною пам'яттю форми – виникає спрацювання додаткових ламелей, які виконані так, щоб початкова форма (форма, яка запам'ятовується) була зі згином, який діє у напрямку додаткового натиску на робочі ламелі 2 і через них створює додатковий натиск у пере-

ході між контактами 1 і 2. В результаті знижується контактний опір цього переходу і нагрів залишається в межах припустимого для умов аварійного режиму (перетікання струмів короткого замикання).

Ефективність запропонованого пристрою виявляється в наступному. Застосування додаткових ламелей з матеріалу з термомеханічною пам'яттю форми дозволяє використовувати спрощені пристрої для створення контактного тиску на робочі контакти, оскільки вони розраховані на забезпечення лише режиму перетікання робочих струмів. При перетіканні скрізних струмів короткого замикання, рівно як і при перетіканні струмів перевантаження, внаслідок нагріву додаткових ламелей створюється додатковий контактний натиск, який забезпечує роботу контактів без перегріву. При перетіканні особливо небезпечних значень струмів скрізного короткого замикання внаслідок дії ефекту електрокерування виникає майже миттєве (через 1-2 напівриоди струму промислової частоти) збільшення контактного натиску, що запобігає місцевий перегрів контактів та запобігає зварюванню контактів у цьому найбільш важкому режимі.

Запропоноване технічне рішення містить додатковий елемент, який збільшує індуктивний опір кола головного контакту. І, оскільки індуктивний опір збільшується пропорційно крутизни фронту зростання величини струму короткого замикання, то чим більше буде значення струму короткого замикання, тим більше крутизна фронту зростання і тим більша частина струму короткого замикання буде перетікати через елемент з пам'яттю форми. Як наслідок такого процесу швидкість спрацювання елемента з пам'яттю форми та зусилля додаткового натиску зростає при перетіканні по комутаційному апарату більших за значеннями струмів короткого замикання, як внаслідок збільшення абсолютного значення струму короткого замикання, так і внаслідок збільшення долі цього струму, що перетікає через елемент з пам'яттю форми.

Таким чином, здійснюється автоматичне регулювання долі струму через елемент з пам'яттю форми і відповідно автоматичне керування швидкістю зміни натиску на контакти при перетіканні струмів короткого замикання.

Через деякий час пік струму спадає (зникає аперіодична складова струму короткого замикання) і подальший натиск на контакти через відносне зменшення струму керування стане також меншим і відповідним зусиллям, які потрібні для роботи комутаційного апарату в наступних режимах його роботи. Тобто і тут здійснюється автоматичне керування величиною натиску на контакти.

В результаті у нормальному режимі увімкнення-вимкнення натиск на контакти – тільки в межах потрібного для забезпечення термічної стійкості при робочих струмах (а це дозволяє виконати як привід, так і головну контактну систему – полегшеної конструкції), а у аварійних режимах – при проходженні скрізного струму короткого замикання – посилений автоматично регульований натиск, який забезпечує стійкість з швидкодією, яка забезпечує запобігання як динамічної, так і термічної дії струмів короткого замикання.

Таким чином, запропоноване технічне рішення має такі переваги порівняно з прототипом:

- Забезпечується підвищений натиск на контактну пару саме в ту мить, коли значення струму короткого замикання набуває найбільшого значення (пік суми періодичної та аперіодичної складових).

- Здійснюється автоматичне підвищення натиску на контакти при збільшенні значень струмів короткого замикання, які перетікають через комутаційний апарат.

- Забезпечується автоматичне керування натиском на контакти пропорційно значенням струму короткого замикання та їх змінам у часі, починаючи від сплеску при виникненні короткого замикання, і далі при усталеному його значенні.

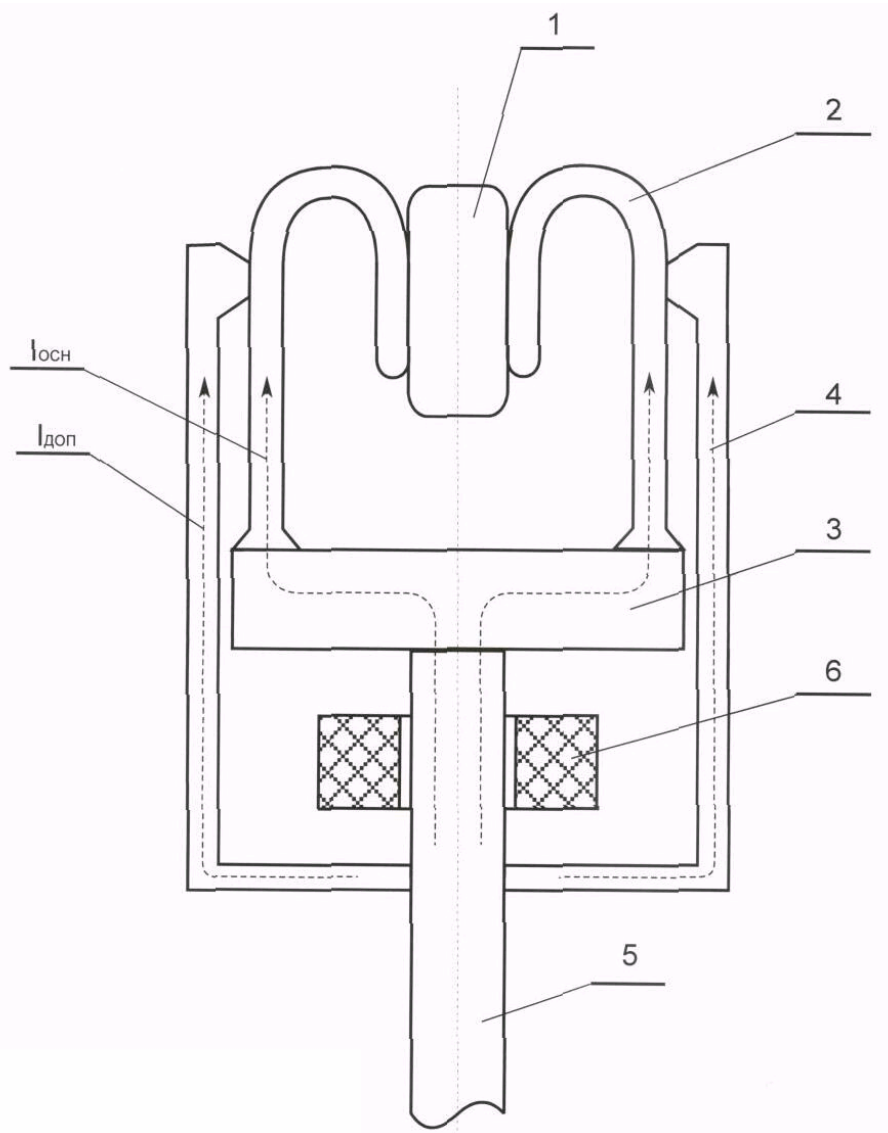
Привід комутаційного апарату повинен вмикати-вимикати лише струми, які не перевищують робочі. Тому при проведенні приводом операцій увімкнення-вимкнення пружні елементи з термомеханічною пам'яттю форми не будуть давати додатковий натиск, а натиск пружинячого елемента (або як у вищевказаному прикладі відомого виконання контактів у формі пружинячих згинів) більш слабкий, внаслідок чого привід може бути виконано полегшеного типу (з меншими зусиллями на рукоятку при користуванні приводом, а також на колонки ізоляційних конструкцій). Таким чином, запропонована конструкція дозволяє:

1. Полегшити керування приводом комутаційного апарату роз'єднувального типу.

2. Зменшити габарити ізоляційних конструкцій завдяки зменшенню зусиль, що діють на них при операціях увімкнення-вимкнення комутаційного апарату.

3. Збільшити значення наскрізних струмів короткого замикання, при яких забезпечується термічна та динамічна стійкість контактних систем комутаційного апарату.

4. Забезпечити стійкість контактних систем при крутих фронтах набігання наскрізних струмів короткого замикання.



Фіг. 1