



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58968 (13) C2  
(51) МПК  
G01D 5/20 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ТРАНСФОРМАТОРНИЙ ДАТЧИК ДЛЯ РЕЛЕ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

1

(21) 2002129569

(22) 02.12.2002

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Марков Олександр Михайлович, Бєляєв Леонід Сергійович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ ФІРМА "ТЕТРА, LTD"

(56) SU 808850, 28.02.1981

SU 1221494, 30.03.1986

SU 511518, 25.04.1976

EP 0558428 B1, 01.09.1993

JP 09281149 A, 31.10.1997

(57) 1. Трансформаторний датчик для реле захисту електродвигуна, що містить обмотку збудження та багатовиткову вимірювальну обмотку круглої форми з внутрішнім отвором, які охоплені феромагнітним осердям, яке складене з торцевої та двох взаємно паралельних бокових стінок, який **відрізняється** тим, що обмотка збудження виконана у вигляді фазного проводу, що з'єднує пускач та електродвигун, і притиснута до торцевої стінки осердя багатовитковою обмоткою, яка встановлена на перпендикулярній фазному проводу феромагнітній осі з різьбою на кінцях, при цьому феромагнітна вісь проходить крізь розрізи у бокових стінках осердя, які перпендикулярні фазному проводу і феромагнітній осі та виконані у зовнішніх торцевих сторонах зазначених бокових стінок, та зафіксована до бокових стінок осердя за допомогою різьбових кріпильних елементів.

2

2. Трансформаторний датчик за п. 1, який **відрізняється** тим, що феромагнітне осердя виконане у вигляді П-подібної штаби. 3. Трансформаторний датчик за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що в торцевій стінці феромагнітного осердя паралельно фазному проводу виконаний розріз і частини торцевої стінки осердя з'єднані немагнітною пластиною, що встановлена на зовнішній стороні П-подібного осердя.

4. Трансформаторний датчик за п. 1, який **відрізняється** тим, що між торцевою стінкою осердя та фазним проводом розміщена пружна ізоляційна прокладка.

5. Трансформаторний датчик за п. 1, який **відрізняється** тим, що кожна торцева сторона багатовиткової обмотки, що намотана на ізоляційний каркас, охоплена ізоляційною кришкою, в дисковій частині якої виконаний отвір, а її зовнішні циліндричні обичайки охоплюють половину зовнішньої поверхні багатовиткової обмотки, причому на стику циліндричних обичайок суміжних кришок виконаний отвір для вихідних провідників обмотки, які приєднують до виконавчих елементів реле захисту електродвигуна.

6. Трансформаторний датчик за п. 5, який **відрізняється** тим, що ізоляційні кришки виготовлені з гнучкого пластичного матеріалу, наприклад поліетилену.

7. Трансформаторний датчик за п. 1 або 5, або 6, який **відрізняється** тим, що внутрішній отвір кожної бокової ізоляційної кришки багатовиткової обмотки розташований в пазу феромагнітної осі.

Винахід відноситься до електротехніки і може бути використаний в якості датчика для пристроїв захисту електрообладнання від підвищених струмів.

Відома конструкція трансформаторного датчика переміщень, в якому є Ф-подібне феромагнітне осердя, нерухома вимірювальна обмотка, яка виконана у вигляді двох Х-подібно розташованих у повітряному зазорі центрального стрижня, та вузол регулювання кута переміщення цих секцій. Цей вузол виконаний у вигляді поворотної кільце-

вої оправки та встановлений на ній з можливістю регулювання кутового положення відносно оправки плати. Одна з секцій вимірювальної обмотки закріплена на платі, а інша - закріплена на корпусі датчика [1].

Однак замкнута та спеціальна форма феромагнітного осердя викликає ускладнення при його виготовленні та установці в ньому обмоток.

Відома конструкція вимірювального трансформатора струму, в якому первинна обмотка розташована всередині феромагнітного осердя у фо-

(13) C2

(11) 58968

(19) UA

рмі тора, на який намотана вимірювальна обмотка [2].

Однак замкнута форма трансформатора не дозволяє розміщувати його на первинну обмотку електроустановки, що працює, без спеціального демонтажу. Крім того, операція намотування вимірювальної обмотки на тороїдальне осердя досить складна і вимагає спеціального технологічного обладнання.

Найбільш близьким до винаходу, що пропонується, по технічній суті є датчик кута повороту вала, який має статор з вимірювальною обмоткою, що виконана у вигляді двох діаметрально розташованих та зустрічно включених секцій, які мають однакову кількість витків, ротор та кільцеву обмотку збудження. Секції розташовані на одній осі з обмоткою збудження. Ротор виконаний у вигляді феромагнітного на півкільця П-подібного перетину [3].

В цьому датчику можна при повороті феромагнітного осердя реєструвати різні сигнали у секціях вимірювальної обмотки при появі струму в обмотці збудження.

Однак при включенні обмотки збудження у коло електроустаткування, в якому необхідно контролювати струм, наприклад щоб він не перевищував допустимого значення, такий датчик є досить мало ефективним. Це пов'язано з тим, що феромагнітне осердя має розімкнуту форму у перетині, внаслідок чого магнітний зв'язок між первинною (що збуджується) та вимірювальною обмотками послаблена через проходження силових ліній магнітного поля у повітрі з великим магнітним опором.

Крім того, специфічна форма вимірювальних обмоток та відсутність для них опорного каркасу робить таку конструкцію датчика складною при виготовленні, що підвищує її собівартість. Переміщення осердя ускладнює конструкцію датчика і вимагає додаткових механічних вузлів і з'єднань.

Крім того, у відомому датчику для попередження виникнення контакту між обмотками та з осердям необхідно мати посилену та механічно міцну ізоляцію. Але через таку товсту ізоляцію погіршується магнітний зв'язок між обмотками та осердям, що призводить до пониження чутливості вимірювальної обмотки при вимірюванні струму в обмотці збудження.

Завданням винаходу є спрощення конструкції і підвищення надійності трансформаторного датчика при використанні його для реле захисту електродвигуна змінного струму.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в трансформаторному датчику, що включає обмотку збудження та багатовиткову вимірювальну обмотку круглої форми з внутрішнім отвором, що обхвачені феромагнітним осердям, яке складається з торцевої та двох взаємно паралельних бокових стінок, обмотка збудження, яка виконана у вигляді фазного проводу, що з'єднує пускач та електродвигун, притиснута до торцевої стінки осердя багатовитковою обмоткою, яка встановлена на перпендикулярній фазному проводу феромагнітній осі з різьбою на кінцях, що проходить крізь розрізи у бокових стінках осердя, які перпендикулярні фазному проводу і феромагнітній осі та виконаних у зовнішніх торцевих сторонах зазначених бокових

стінок, та зафіксованої до бокових стінок осердя за допомогою різьбових елементів кріплення.

Крім того феромагнітне осердя виконано у вигляді штаби, що вигнута у формі букви П.

В торцевій стінці феромагнітного осердя паралельно фазному проводу виконано розріз, і частини торцевої стінки осердя з'єднані немагнітною пластиною, що встановлена на зовнішній стороні П-подібного осердя.

Між торцевою стінкою осердя та фазним проводом розміщена пружна ізоляційна прокладка.

Кожна торцева сторона багатовиткової обмотки, що намотана на ізоляційний каркас, обхвачена ізоляційною кришкою, в дисковій частині якої виконано отвір, а її зовнішні циліндричні обичайки обхвачують половину зовнішньої поверхні багатовиткової обмотки, причому на стику циліндричних обичайок суміжних кришок виконано отвір для вихідних провідників обмотки, які вступають на виходні елементи реле захисту електродвигуна.

Ізоляційні кришки виготовлені з гнучкого пластичного матеріалу, наприклад поліетилену.

Внутрішній отвір кожної бокової ізоляційної кришки багатовиткової обмотки розташований в пазу феромагнітної осі.

Трансформаторний датчик, що пропонується, можна легко встановлювати та замінити на електродвигуні, що працює. При цьому датчик фіксується на фазному проводі електродвигуна, який має довільне положення у просторі, не вимагаючи додаткових з'єднувальних вузлів та елементів. Фазний провід надійно ізолюваний від осердя за допомогою пружної ізоляційної прокладки, а від провідників багатовиткової обмотки - ізоляційними кришками.

На фіг.1 представлений загальний вигляд трансформаторного датчика реле захисту електродвигуна;

на фіг.2 - перетин у площині  $xOy$  на фіг.1 для датчика без розрізу у торцевій стінці осердя;

на фіг.3 - перетин у площині  $xOy$  на фіг.1 для датчика з розрізом у торцевій стінці осердя;

на фіг.4 -- технологічна операція надівання бокових ізоляційних кришок на багатовиткову обмотку у процесі збірки;

на фіг.5 - багатовиткова обмотка з боковими ізоляційними кришками, які надіті на багатовиткову обмотку та встановлені в пазах феромагнітної осі.

Трансформаторний датчик реле захисту електродвигуна складається з обмотки збудження, яка виконана у вигляді фазного проводу 1, що з'єднує пускач та електродвигун (на фіг. не показані), і багатовиткової обмотки 2 круглої форми з внутрішнім отвором. Фазний провід 1 і обмотка 2 обхвачені феромагнітним осердям 3, яке складається з торцевої 4 та двох взаємно паралельних бокових стінок 5.

Фазний провід 1, який співпадає у напрямку з віссю  $z$ , притиснутий до торцевої стінки 4 осердя 3 багатofазною обмоткою 2, що встановлена на перпендикулярній фазному проводу 1 феромагнітній осі 6 із різьбою на кінцях, яка співпадає у напрямку з віссю  $y$ . Феромагнітна вісь 6 проходить крізь розрізи 7 у бокових стінках 5 осердя 3. Розрізи 7, що співпадають з напрямком осі  $x$  і перпендикулярні фазному проводу 1 та феромагнітній осі

6, які виконані у зовнішніх торцевих сторонах 8 бокових стінок 5 осердя 3. Феромагнітна ось 6 зафіксована до бокових стінок 5 осердя за допомогою кріпильних різьбових елементів 9.

Феромагнітне осердя 3 виконане у вигляді штаби, яка вигнута в формі букви П, що утворена паралельними між собою боковими 5 стінками та перпендикулярної до них торцевої 4 стінки. Між торцевою 4 стінкою осердя 3 та фазним проводом 1 розміщена пружна ізоляційна прокладка 10. Багатовиткова обмотка 2 обхвачена двома боковими ізоляційними кришками 11, в дисковій частині 12 якої виконаний отвір 13, а її зовнішні циліндричні обичайки 14 обхвачують половину зовнішньої поверхні багатовиткової обмотки 2. На стику циліндричних обичайок 14 суміжних кришок 11 виконаний отвір з виступами 15 для вихідних провідників 16 обмотки 2, які поступають на виконавчі елементи реле захисту електродвигуна (на фіг. не показані).

Ізоляційні кришки 11 виготовлені з гнучкого пластичного матеріалу, наприклад, поліетилену. Внутрішній отвір 13 кожної бокової ізоляційної кришки 11 багатовиткової обмотки 2 розташований в пазу 17 феромагнітної осі 6. Багатовиткова обмотка 2 намотана на ізоляційний каркас 18, який розташований на феромагнітній осі 6.

В торцевій стінці феромагнітного осердя паралельно фазному проводу 1 виконаний розріз 19. Розрізані частини торцевої стінки осердя з'єднані немагнітною пластиною 20, яка розміщена на зовнішньому боці П-подібного осердя 3 (фіг.3). Пластина 20 виконана з метала, наприклад алюмінієвого сплаву. Феромагнітні осердя 3 та ось 6 виконані з магнітом'якої сталі, наприклад "Сталь 3".

Трансформаторний датчик реле захисту електродвигуна працює наступним чином.

Змінний струм, що протікає по фазному проводу 1, збуджує магнітне поле, яке замикається через торцеву 4 та бокові 5 стінки осердя 3, а також крізь феромагнітну вісь 6. Це магнітне поле індукує у багатовитковій обмотці 2 струм, що поступає на виконавчі обмотки реле захисту електродвигуна.

При наявності розрізу 19 у торцевій стінці 4 феромагнітного осердя 3 магнітний опір магнітного кола, що утворено феромагнітною віссю 6, боковими 5 та торцевою 4 стінками осердя, збільшується (фіг.3). Це забезпечує ненасичений стан магнітного кола при використанні електродвигуна підвищеної потужності, який має значний робочий струм у фазному проводі. В цьому випадку між струмами у фазному проводі 1 і обмотки 2 існує лінійна залежність, та струм у багатовитковій обмотці, що поступає на захисне реле, прямо пропорційний струму і фазному проводі.

Якщо струм у фазному проводі 1 електродвигуна перевищить гранично допустиме значення, що можливе, наприклад, при неприпустимому перевантаженню двигуна по струму, яке викликане обривом фази статора обмотки, асиметрією фазних напруг, технологічним перевантаженням, затисканням ротора або міжвитковими замкненнями, виникне пропорційне підвищення струму у багатовитковій обмотці 2. При цьому спрацює захис-

не реле, сигнал від якого викличе розімкнення головних контактів пускача. Струм у фазному ді 1 стане рівним нулю, електродвигун зупиниться і не буде пошкоджений високим струмом, що перевищує номінальне значення.

Трансформаторний датчик, у якого феромагнітне осердя виконане без розрізу (фіг.2), призначений для захисту електродвигунів малої потужності. Трансформаторний датчик, у якого феромагнітне осердя виконане з розрізом 19 (фіг.3), призначений для захисту електродвигунів великої потужності.

Пропонується датчик є технологічним при виготовленні.

Феромагнітне осердя 3 виконане з масивної сталеві штаби, яку вигинають у формі букви П і роблять розрізи 7 у бокових стінках 5. Багатовиткову обмотку 2 намотують на ізоляційний каркас 18, після чого його встановлюють на феромагнітну вісь 6. Потім на протилежні кінці осі 6 надівають ізоляційні кришки 11 через отвори 13, внутрішній діаметр яких менший за зовнішній діаметр різьбової частини осі 6 (фіг.4). Далі, прикладаючи певне зусилля, переміщують гнучкі ізоляційні кришки 11 до центру обмотки, щоб внутрішній отвір 13 попав у пази 17 феромагнітної осі (фіг.5). При цьому вихідні провідники 16 багатовиткової обмотки 2 попадають в отвори на ділянці стику кришок, до виступів 15 яких кріпляться ці провідники.

Така зібрана конструкція обмотки 2 з віссю 6 та ізоляційними кришками 11 надійна і охороняє багатовиткову обмотку від зовнішніх чинників. Потім на торцеву стінку осердя 4 надівають пружну ізоляційну прокладку 10, після чого фазний провід 1 охоплюють внутрішньою частиною П-подібного осердя і затискають зібраною раніше конструкцією "обмотка 2 з кришками 11 і феромагнітною віссю 6". Остаточно зібрану конструкцію фіксують, за допомогою кріпильних різьбових елементів 9, що накручують на кінці феромагнітної осі 6 (фіг.1).

Пропонуємо конструкцію трансформаторного датчика має досить просту конструкцію та технологію виготовлення, вона надійна та зручна при монтажі і демонтажі.

Конструкція пропонує мого датчика за рахунок пружної ізоляційної прокладки дозволяє надійно прикріпити його до фазного проводу і не ушкодити його. При цьому забезпечується гарна електрична ізоляція фазного проводу і багатифазної обмотки від елементів датчика, а також обслуговуючого персоналу від електричного струму.

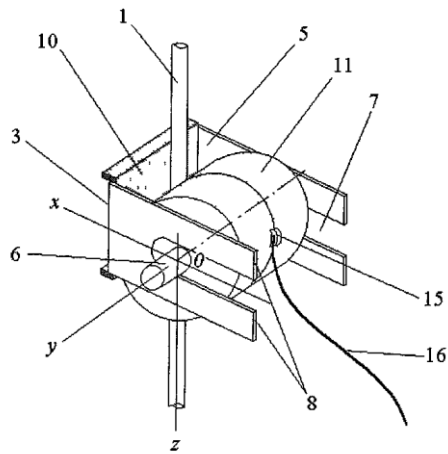
Конструкція пропонованого трансформаторного датчика пройшла багато чисельні експериментальні випробування і застосовується для реле захисту промислових електродвигунів змінного струму.

Джерела інформації:

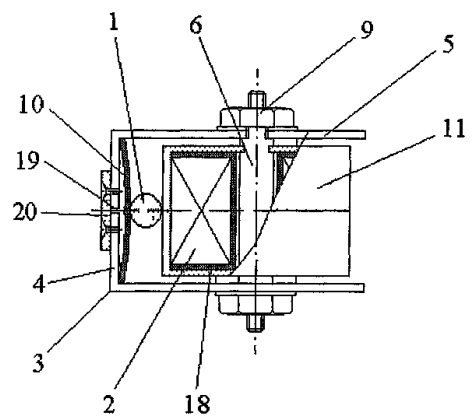
1. А.с. №1221494, МКИ G 01 D 5/20. Наdruk. 30.03.86р., Бюл. №12.

2. Трегуб А.П. Електротехніка. - К.: Вища школа, Головное изд-во, 1987. - с.336-339. (рис.9.23,б).

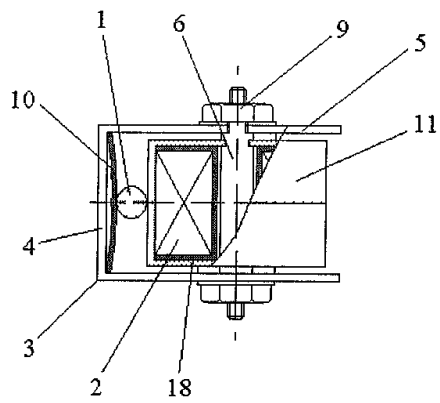
3. А.с. №808850, МКИ G 01 D 5/20, G 08 C 9/04. Наdruk. 28.02.81р., Бюл. №8 (прототип).



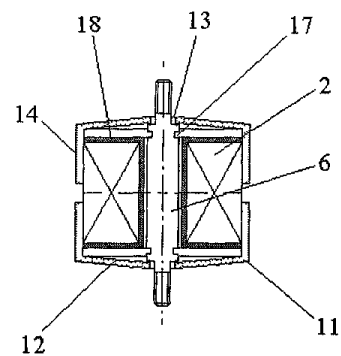
Фиг. 1



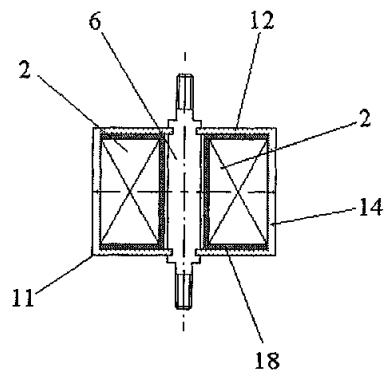
Фиг. 3



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5