



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44002

(13) A

(51) 6 H02P19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДВИГУНА ЗМІННОГО СТРУМУ

1

2

(21) 2001010163

(22) 09 01 2001

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р.

(72) Воробкевич Володимир Юліанович, Якимець Василь Теодорович

(73) ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для захисту двигуна змінного струму, що містить мостову схему з статорними обмотками двигуна в одному плечі та резистором і потенціометром у трьох інших плечах та показуючий прилад, який відрізняється тим, що в нього додатково введено згладжуючий фільтр, підсилю-

вач постійного струму, порогову схему та пусковий пристрій, а також двополюсний двополярний несиметричний стабілізатор напруги, який разом із послідовно з'єднаним резистором мостової схеми ввімкнено в розрив одного із лінійних провідників живлення двигуна, паралельно до двополюсного двополярного несиметричного стабілізатора напруги приєднано потенціометр, а його середня точка і крайній вивід резистора під'єднано через згладжуючий, фільтр, підсилювач постійного струму до паралельно з'єднаних показуючого приладу і порогової схеми, вихід якої приєднано до пускового пристрою

Пристрій відноситься до електронних засобів захисту двигунів змінного струму від перегріву, а також від обриву фази і коротких замикань в процесі їх роботи і може застосовуватись у випадках розташування двигунів у недоступних місцях

Відомі пристрої для захисту двигунів від перегріву, які містять давачі температури, розташовані безпосередньо на них (1, 2), або такі, що реагують на різке збільшення струму живлення (теплові біметалеві або електромагнітні (3, 4)) Останні два типи розташовуються, як правило, в пусковій апаратурі (магнітних пускахачах)

Пристрої, розглянуті в (1, 2) мають певну інерційність і вимагають встановлення спеціальної лінії зв'язку з давачем, що не завжди можливе для виконання, наприклад, для двигунів, розташованих у водяних чи нафтових свердловинах (5) Інші пристрої (3, 4) не дозволяють визначати температуру двигунів і тим самим умови їх експлуатації і ступінь наближення до аварійного стану

Відомі також пристрої, які містять мостову схему, в одне із плеч, якої під'єднано статорну обмотку двигуна через перемикача. За їх допомогою відбувається визначення температури двигуна шляхом вимірювання опору його статорної обмотки (6) При цьому двигун, на час вимірювання температури, від'єднується від мережі і приєднується до мостової схеми В таких схемах під час контролю температури відбувається вимушена зупинка

двигуна, що в багатьох випадках приводить до порушення технологічного процесу

Найближчим за технічною суттю до даного є пристрій для захисту двигуна змінного струму, розглянутий в (7), який складається із мостової схеми, перемикача, що від'єднує обмотки двигуна від мережі і приєднує до цієї мостової схеми, а також регулятора балансу моста і чутливості та, проградуированого за температурою, показуючого приладу Даний пристрій однак не забезпечує безперервного дистанційного слідкування за температурою двигуна і його автоматичного відключення в аварійному режимі

В основу винаходу-пристрою для захисту двигуна змінного струму поставлено задачу створення такого пристрою, в якому введення нових елементів і блоків та нових зв'язків між ними забезпечить безперервне, дистанційне вимірювання температури двигуна в процесі його роботи

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для захисту двигуна змінного струму, який містить мостову схему зі статорними обмотками двигуна в одному плечі, резистором і потенціометром у трьох інших плечах та показуючий прилад додатково введено згладжуючий фільтр, підсилювач постійного струму, порогову схему, пусковий пристрій, а також двополюсний двополярний несиметричний стабілізатор напруги, який разом із послідовно приєднаним резистором мос-

(13) A

(11) 44002

(19) UA

тової схеми ввімкнено в розрив одного із лінійних провідників живлення двигуна, паралельно до двополюсного двополярного несиметричного стабілізатора напруги приєднано потенціометр, а його середня точка і крайній вивід резистора під'єднано через згладжуючий фільтр і підсилювач постійного струму до, паралельно з'єднаних, показуючого приладу і порогової схеми, вихід якої приєднано до пускового пристрою.

За рахунок несиметричності вольт-амперної характеристики двополюсного двополярного стабілізатора напруги при протіканні через нього змінного струму в статорних обмотках двигуна виникає постійна складова струму, значення якої залежить від температури обмоток. При перегріві двигуна, коли досягається верхня допустима границя температури, спрацьовує порогова схема. Крім цього, при обриві лінійного провідника, при короткому замиканні в обмотках або інших порушеннях конфігурації схеми вихідна напруга підсилювача постійного струму виходить за границі допустимих значень, що також приводить до від'єднання двигуна пусковим пристроєм.

Таким чином забезпечується неперервний захист двигунів змінного струму в процесі роботи, в тому числі і таких, що знаходяться у недоступних місцях, наприклад, у свердловинах, де відсутні спеціальні датчики температури, а їх встановлення пов'язане із значними матеріальними затратами.

Схема пристрою зображена на фіг. 1, де

1 – джерело живлення двигуна змінного струму (трансформатор),

2, 3, 4 – вихідні обмотки джерела живлення двигуна змінного струму,

5 – пусковий пристрій,

6, 7, 8 – лінійні провідники,

9 – двигун змінного струму (асинхронний),

10 – ротор двигуна змінного струму,

11, 12, 13 – статорні обмотки двигуна змінного струму,

14 – двополюсний двополярний несиметричний стабілізатор напруги,

15 – резистор,

16 – потенціометр,

17 – згладжуючий фільтр,

18 – підсилювач постійного струму,

19 – показуючий прилад,

20 – порогова схема,

21 – зв'язок між пороговою схемою і пусковим пристроєм,

На фіг. 2 зображено

а) вольт-амперну характеристику двополюсного двополярного несиметричного стабілізатора напруги (стабілітрона),

б) графік синусоїдальної функції струму в лінійному провіднику та двополюсному двополярному несиметричному стабілізаторі напруги

в) графік спаду напруги на двополюсному двополярному несиметричному стабілізаторі напруги.

Запропонований пристрій може також використовуватись для захисту синхронних та асинхронних одно- і двофазних двигунів. Джерелом живлення двигунів може виступати також генератор змінного струму. Як двополюсний двополярний несиметричний стабілізатор напруги може застосовуватись схема, зібрана з кількох елементів, наприклад, із паралельно-послідовно включених діодів.

Як зображено на фіг. 1, трансформатор 1 з вихідними обмотками 2, 3, 4, через з пусковий пристрій 5 за допомогою лінійних провідників 6, 7, 8 з'єднаний з асинхронним двигуном 9, який містить ротор 10 і статорні обмотки 11, 12, 13.

В розрив одного із лінійних провідників, наприклад, 8, послідовно ввімкнено стабілітрон 14 і резистор 15. Паралельно до стабілітрона 14 приєднано потенціометр 16, а його середня точка і крайній кінець резистора 15, що не з'єднаний із стабілітроном 14, приєднані через згладжуючий фільтр 17 і підсилювач 18 до показуючого приладу 19 і паралельно до входу порогової схеми 20, яка має зв'язок 21 з пусковим пристроєм 5.

Таким чином, елементи схеми, а саме три статорні обмотки двигуна 11, 12, 13, які ввімкнеш за змішаною схемою (обмотка 13 послідовно з обмотками 11 і 12, з'єднаними паралельно) служать датчиком температури двигуна. В це ж коло входять також обмотки трансформатора 2, 3, 4 і лінійні провідники 6, 7, 8. Резистор 15 з опором R_{15} і частини потенціометра 16 R_{16}' і R_{16}'' представляють собою три інші плечі мостової схеми. При цьому стабілітрон 14 ввімкнений в одну із діагоналей мостової схеми, а вхід згладжуючого фільтра 17 приєднано до іншої діагоналі цієї схеми.

Пристрій працює наступним чином. При роботі двигуна 9 в його обмотках 11, 12, 13, як і в лінійних провідниках 6, 7, 8 протікають лінійні струми. При цьому струм, що протікає через стабілітрон 14 (фіг. 2б) створює на ньому падіння напруги, часовий графік якого показаний на фіг. 2в. Як видно, він несиметричний відносно горизонтальної осі, а це означає, що має місце постійна складова цієї напруги U , показана на графіку пунктирною лінією. Тобто стабілітрон представляє собою джерело напруги з постійною складовою.

За рахунок цього в електричному колі, в яке ввімкнено лінійний провідник 8, резистор 15 обмотку 13 двигуна 9 і обмотку 4 трансформатора 1, що з'єднані послідовно із стабілітроном, лінійні провідники 6, 7, обмотки двигуна 11, 12 і трансформатора 2, 3, що з'єднані паралельно між собою і послідовно із стабілітроном 14, протікає постійна складова струму, яка рівна

$$I = \frac{U_n}{R_n + R_{15} + R_d + R_T + R_C + \frac{R_a + R_d + R_T}{2}} = \frac{U_n}{R_{15} + R_C + 1.5(R_n + R_d + R_T)} \quad (1)$$

де R_n – опір лінійного провідника,

R_{15} – опір резистора 15,

R_d – опір однієї обмотки двигуна 9,

R_T – опір однієї обмотки трансформатора 1,

R_C – внутрішній еквівалентний опір стабілітрона

14 для постійного струму

Цей струм створює на резисторі 15 з опором R_{15} падіння напруги з постійною складовою

$$U_{15} = I_n R_{15} \quad (2)$$

Паралельно до стабілітрона приєднано потенціометр 16 з порівняно великим опором, який складається з двох частин R_{16}' і R_{16}'' , розділених повзунком. Через цей потенціометр 16 протікає постійна складова струму I_{16} , яка рівна

$$I = \frac{U_n}{R_{16}} \quad (3)$$

При цьому на частину опору R_{16}'' виникне напруга з постійною складовою

$$U_{16}'' = I_{16} R_{16}'' \quad (4)$$

При роботі двигуна 9 в певному температурному режимі і регулюванні за допомогою потенціометра 16, тобто при зміні опорів R_{16}' і R_{16}'' завжди можна добитись такого положення, коли виникне рівність між постійними складовими напруг U_{16}'' і U_{15} . Це означає, що вищезгадана мостова схема знаходиться у рівновазі.

Для зручності вимірювання температури обмоток шкала показуючого приладу проградуйована у вибраних границях (наприклад 0-150°C) і при наладці, коли відома температура двигуна 9, стрілка показуючого приладу 19 шляхом зміни положення повзунка потенціометра 16 встановлюється напроти поділки шкали, що відповідає цій температурі. При цьому різниця напруг

$$U_{17} = U_{16} - U_{15} \quad (5)$$

через згладжуючий фільтр 17 діє на підсилювач 18 і змінює покази показуючого приладу 19. Згладжуючий фільтр 17 потрібен для зменшення впливу пульсацій напруги з частотою 50 Гц на вхід підсилювача 18 з метою запобігання його насичення.

При зміні температури обмоток двигуна 9, наприклад, при зростанні збільшується їх опір, що приводить до зменшення струму I_n згідно з виразом (1), до зменшення напруги U_{15} згідно з виразом (2) і до зростання різниці напруг U_{17} згідно з виразом (5). Підсилювшись, це зростання напруг U_{17} приведе до збільшення показів показуючого приладу 19. Коефіцієнти перетворення згладжуючого фільтра 17, підсилювача 18 підібрані таким чином, щоб покази показуючого приладу 19 відповідали температурі обмоток двигуна 9.

При досягненні критичної температури спрацює пороговий пристрій 20, який від'єднає двигун від сітки, діючи через зв'язок 21 на пусковий пристрій 5. Значення температури при якому спрацює пороговий пристрій 20 регулюється за допомогою

зміни величини опорної напруги $U_{0п1}$. Одночасно може спрацювати сигналізація про аварійну ситуацію при експлуатації двигуна 9.

Пристрій також реагує на порушення конфігурації схеми живлення двигуна 9, а саме на обрив фази або короткому замиканні. В першому випадку обрив фази "а" або "в" приводить до різкого збільшення опору в колі живлення двигуна 9, зменшення постійної складової струму I_n в фазі "с" і до спрацювання порогового пристрою 20 за рахунок різкого збільшення напруги U_{19} , що перевищує

поріг, який задається б напругою $U_{0п1}$. При обриві

фази "с" припиняється струм через стабілітрон 14 і резистор 15, а напруги на цих елементах стають рівними нулю. Такою ж стане напруга U_{19} на виході підсилювача і в цьому разі опрацювання порогової

схеми 20 буде задаватись напругою $U_{0п1}$, яка встановлюється додатковою і близькою до нуля. При короткому замиканні в одній із фаз двигуна 9 або трансформатора 1 зменшиться опір в колі протікання постійної складової струму I_n , що приведе до його різкого збільшення. Це в свою чергу приведе до того, що напруга U_{17} і U_{19} стануть від'ємними і спрацює пороговий пристрій 20 на нижній

границі, яка задається опорною напругою $U_{0п1}$. Як показали дослідження, опір обмоток трансформатора і лінійних провідників порівняно малий і тому зміна їх температури мало впливає на роботу схеми. Для підвищення точності резистор 15 і потенціометр 16 повинні бути виконані термостабільними. Включення стабілітрона 14 із напругою стабілізації кілька вольт і невеликого за опором резистора 15 послідовно із однією обмоткою двигуна 9 ніяк не впливає на роботу двигуна 9 через те, що напруги живлення значно перевищують спади напруг на цих, вказаних вище, елементах.

Таким чином, використання запропонованого пристрою, завдяки тому, що він базується на мостовій схемі, яка працює на постійному струмі і яка органічно входить в схему живлення двигуна, забезпечує достатню здатність безперервного вимірювання температури двигуна 9 в процесі його роботи і аварійне його відключення при її надмірному зростанні, а також при обриві фази і коротких замиканнях в обмотках двигуна без додаткових давачів температури в його корпусі.

Джерела інформації

1 Мусин А М, Паньков В В. Области применения тепловой и встроенной температурной защиты (электродвигателей) Механ и эл соц с х, 1977, № 5, С 40-42.

2 Кудрявцев И Е, Грундулис А О, Зейбов В В. Универсальное фазочувствительное устройство защиты двигателей Механ и эл соц с х, 1977, № 5, С 42-43.

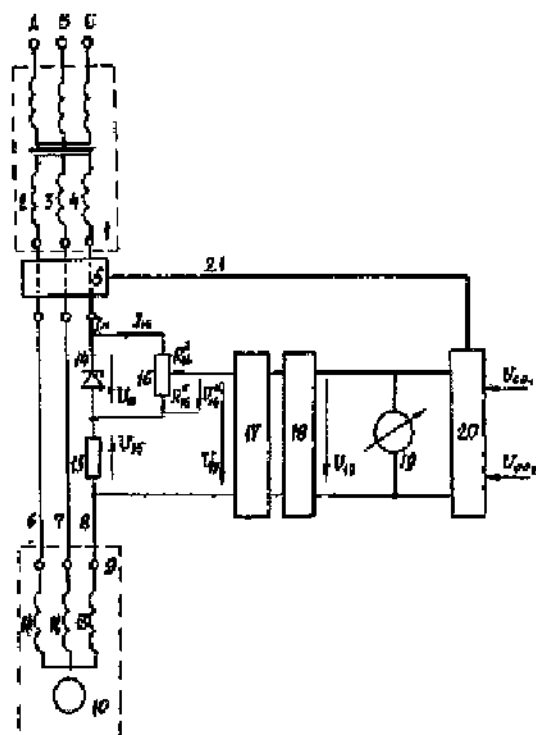
3 Прищеп Л Г. Устройство, эксплуатация и защита силовых электроустановок М Колос, 1971, С 53-68.

4 Таран В Л, и др. Справочник по эксплуатации электрооборудования. Под ред. В П Тарана — Киев Техника, 1985, С 14-18.

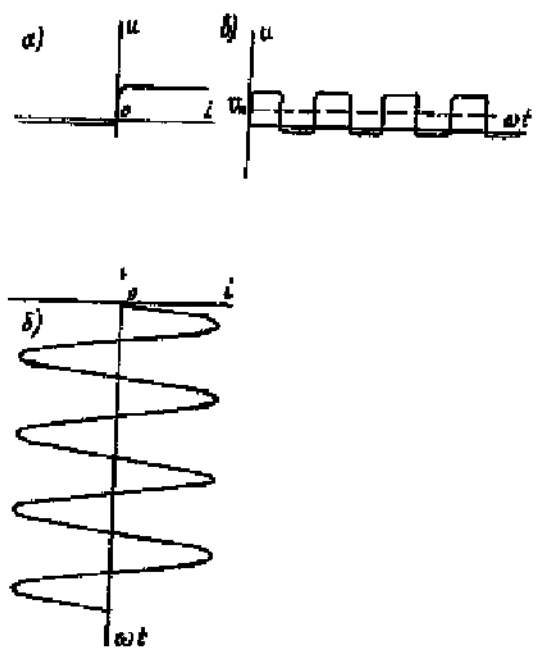
5 Счастливый Г Г, Семак В Г, Федоренко Г М. Погружные асинхронные электродвигатели М Энергоатомиздат, 1983 С 60.

6 Таран В Л. Диагностирование электрооборудования — К Техника, 1983 С 86-89.

7 Воробкевич В Ю, Кочан В А, Заничковская Л В, Пенцак Н Д. Повышение эффективности использования сельскохозяйственного электропривода путем диагностирования Сб научн тр Львовского СХИ, Совершенствование механизированных процессов в растениеводстве — Львов 1986, С 66-71.



Фиг. 1



Фиг. 2