УКРАЇНА (19) UA (11) 129680 (13) U

(51) МПК
H02H 7/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 04349**
(22) Дата подання заявки: **20.04.2018**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.11.2018**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **12.11.2018, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):
Лебедєв Лев Миколайович (UA),
Дубовик Володимир Григорович (UA),
Ващенко Микола Андрійович (UA),
Топчу Тимур Джемільович (UA)

(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО",
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

(57) Реферат:

Спосіб захисту електродвигуна постійного струму включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елемента цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового знов визначеного квадрата діючого струму, встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум. Електродвигун постійного струму підключають до виходу керованого випрямляча, як джерела живлення, вимірюють значення діючих струмів на його вході і записують в числовий ряд в вигляді інформаційних точок. Значення діючих струмів ділять на коефіцієнт зміни умов охолодження, одержані значення зводять до квадрата і далі ділять на квадрат номінального струму електродвигуна. Формують інформаційні точки квадратів діючих струмів з часом, пропорційним часу дискретизації вхідних сигналів датчика струму. З інформаційних точок формують часовий ряд часткових сум діючих струмів, нумерують елементи цього ряду, починаючи з першого, формують залежність кратності квадратів струмів від припустимого часу перевантаження електродвигуна в вигляді графіка кривої, вісь кратності квадратів струмів якого розбивають на рівні відрізки, з кінців яких проводять вертикалі до перетину з цією кривою. Отримані точки перетинів проектують на вісь часу та одержують точки, які являють собою значення часу усереднення еквівалентних струмів. Ділять їх на час усереднення інформаційних точок і отримують номери контрольованих елементів часового ряду часткових сум, при перевищенні припустимого рівня в будь-якому контрольованому елементі ряду формують сигнал на відключення електродвигуна постійного струму від джерела живлення.

UA 129680 U

Корисна модель належить до електротехніки і може бути використана для захисту електродвигуна постійного струму з регульованою швидкістю при живленні від керованого випрямляча.

Відомо спосіб захисту електродвигуна, що включає вимірювання струмів, формування сигналу пропорційного квадрата струму електродвигуна, усереднювання вказаного сигналу в часі, відключення електродвигуна від мережі живлення при перевищенні припустимої тривалості струмового перевантаження.

Недостатні функціональні можливості способу пов'язані з тим, що еквівалентний струм контролюють на вході електродвигуна, а не на вході напівпровідникового перетворювача, а розрахунок еквівалентного струму навантаження проводять на деякому конкретному інтервалі часу усереднення, який не може бути однаковим для вчасного виявлення і короткочасних і довготривалих перевантажень [1].

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є спосіб захисту електродвигуна від перевантажень, що включає вимірювання струмів електродвигуна, визначення значень їх квадратів струмів, формування часового ряду часткових сум квадратів струмів, видалення останнього значення цього часового ряду при надходженні чергового значення квадрата струму електродвигуна, зміщення на крок вперед складових усіх елементів часового ряду, встановлення на перше місце часового ряду нового виміряного значення квадрата струму і підсумовування його до складових решти елементів часового ряду, формування сигналу на відключення електродвигуна від мережі при перевищенні заданого рівня сум квадратів струму в будь-якому елементі часового ряду, крім того, часовий ряд часткових сум квадратів струму продовжують формувати також на період з моменту формування сигналу на відключення до моменту обнуління всіх складових елементів часового ряду або впродовж 3…4 постійних часу нагріву електродвигуна після його фактичного відключення від мережі живлення.

Недостатні функціональні можливості способу пов'язані з тим, що спосіб не враховує погіршення умов охолодження при різних швидкостях електродвигуна з самовентиляцією [2].

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення функціональних можливостей захисту електродвигуна постійного струму з регульованою швидкістю при живленні від керованого випрямляча, шляхом урахування погіршення умов охолодження при зміні швидкості електродвигуна постійного струму з самовентиляцією, в результаті чого підвищується надійність захисту електродвигуна в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб захисту електродвигуна постійного струму, який включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елемента цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового знов визначеного квадрата діючого струму, встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум, згідно з корисною моделлю, електродвигун постійного струму підключають до виходу керованого випрямляча, як джерела живлення, вимірюють значення діючих струмів на його вході і записують в числовий ряд в вигляді інформаційних точок, значення діючих струмів ділять на коефіцієнт зміни умов охолодження, одержані значення зводять до квадрата і далі ділять на квадрат номінального струму електродвигуна, формують інформаційні точки квадратів діючих струмів з часом пропорційним часу дискретизації вхідних сигналів датчика струму, з інформаційних точок формують часовий ряд часткових сум діючих струмів, нумерують елементи цього ряду, починаючи з першого, формують залежність кратності квадратів струмів від припустимого часу перевантаження електродвигуна в вигляді графіка кривої, вісь кратності квадратів струмів якого розбивають на рівні відрізки, з кінців яких проводять вертикалі до перетину з цією кривою, отримані точки перетинів проектують на вісь часу та одержують точки, які являють собою значення часу усереднення еквівалентних струмів, далі ділять їх на час усереднення інформаційних точок і отримують номери контрольованих елементів часового ряду часткових сум, при перевищенні припустимого рівня в будь-якому контрольованому елементі ряду формують сигнал на відключення електродвигуна постійного струму від джерела живлення.

На кресленні представлена перевантажувальна характеристика електродвигуна з врахуванням значення k_I^2 - квадрата кратності струму.

В відповідності до ГОСТ 183-74* часострумову характеристику захисту електродвигуна можна визначити з виразу

$$t = A/(k_I^2 - 1),$$

де k_I - кратність струму електродвигуна, $k_I = I^i / I_н$

A - стала величина, яка вибирається в залежності від можливої похибки дії захисту; I^i - діючий струм електродвигуна; $I_н$ - номінальний струм електродвигуна.

Для часострумової характеристики згідно з [Коваленский И.В. Релейная защита электродвигателей высокого напряжения / И.В. Коваленский, - Л.: Энергия, 1964-81 с] приймають А=250 для закритих електродвигунів, що мають великі значення ваги і розмірів і А=150 (для відкритих електродвигунів).

У відомих пристроїв захисту перевантажувальна здатність електродвигуна повністю не використовується, що є недоліком, особливо це стосується невеликого значення перевантаження. Часострумова характеристика захисту не повинна перевищувати значень перевантажувальної характеристики. Це дозволяє налагоджувати захист з врахуванням параметрів конкретного двигуна.

Здійснюють спосіб наступним чином.

За допомогою датчиків вимірюють значення діючих струмів в вхідних ланцюгах живлення пристрою керованого випрямляча, виходи якого підключені до електродвигуна постійного струму, і формують основний часовий ряд з значень інформаційних точок.

Для одержання значень інформаційних точок спочатку проводять N вимірів діючих струмів, після усереднення яких визначаються квадрати діючих струмів. Усереднюють заміри протягом інформаційного інтервалу, наприклад, 10…50 або більше періодів частоти напруги живлення. Значення діючих струмів I^i ділять на коефіцієнт β зміни умов охолодження, одержані значення зводять до квадрата і далі ділять на квадрат номінального струму $I_н^2$ електродвигуна.

Коефіцієнт β погіршення умов охолодження електродвигуна постійного струму залежить від зміни дійсної кутової швидкості якоря електродвигуна. Визначають коефіцієнт β по виразу $\beta = \beta_0 + (1+\beta_0)\omega/\omega_{ном}$, де $\beta_0 = 0{,}25$ - коефіцієнт погіршення тепловіддачі при нерухомому якорі електродвигуна постійного струму з самовентиляцією; $\omega, \omega_{ном}$ - дійсна та номінальна кутова швидкості якоря електродвигуна.

Формують часовий ряд інформаційних точок квадратів діючих струмів $I_н^2$ з часом пропорційним часу дискретизації вхідних сигналів датчика струму.

З інформаційних точок формують додатковий часовий ряд часткових сум діючих струмів і нумерують елементи цього ряду починаючи з першого в вигляді $Ie_1 = I_1$; $Ie_2 = (I_1 + I_2)/2$; $Ie_3 = (I_1 + I_2 + I_3)/3$ і так далі.

Формують залежність $k_I^2 = f(t)$ кратності квадратів струмів від припустимого часу перевантаження електродвигуна в вигляді графіка кривої, див. фіг.

Цю криву розраховують, або отримують від виробника електродвигунів залежність припустимого часу роботи електродвигуна від кратності його струмового перевантаження, в відповідності до виразу

$$t = A/(k_I^2 - 1).$$

Перебудовують цю залежність в криву припустимого часу t роботи електродвигуна від кратності k_I^2 перевантажень квадратами діючих струмів. Вісь кратності квадратів діючих струмів розбивають на рівномірні відрізки, наприклад, (див. фіг) 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 з кінців яких проводять вертикалі до перетину з кривою в точках 5, 6, 7, 8. За допомогою проекцій точок перетину на вісь часу знаходять час t_9, t_{10}, t_{11}, t_{12}, які являють собою значення часу усереднення еквівалентних струмів, далі ділять їх на час усереднення інформаційних точок та отримують номери контрольованих елементів часового ряду часткових сум діючих струмів. Наростання номерів контрольованих елементів набуває експоненційного характеру. Завдяки цьому кількість контрольованих елементів різко зменшується. Якщо, наприклад, потрібна точність 1 %, то вісь кратності квадратів діючих струмів ділять на 100 рівних відрізків. Це означає, що контролювати потрібно лише 100 елементів часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів. Якщо потрібна точність у 5 %, то контролю підлягає лише 20 елементів. Час усереднення еквівалентного струму електродвигуна повинен відповідати характеру струмових перевантажень. Він не може бути однаковим для виявлення, наприклад, великих короткочасних і довготривалих малих перевантажень. Так, якщо час усереднення еквівалентних струмів складає десятки хвилин, то вчасно виявити значні короткотривалі перевантаження в десятки секунд неможливо. Поєднуючи вісь часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів, отримують двовимірний часовий ряд. Час усереднення еквівалентних струмів в кожному з контрольованих елементів часового ряду є різним і дорівнює номеру елемента часового ряду

помноженому на розмір інформаційної точки. Таке рішення дозволяє одночасно контролювати еквівалентні струми з усіма можливим часом усереднення еквівалентних струмів у межах 3…4 постійних часу нагріву електродвигуна постійного струму.

При перевищенні припустимого рівня в будь-якому контрольованому елементі часового ряду часткових сум формують сигнал на відключення електродвигуна постійного струму від джерела живлення. Цей сигнал формується з врахуванням коефіцієнта зміни умов охолодження електродвигуна постійного струму з регульованою швидкістю.

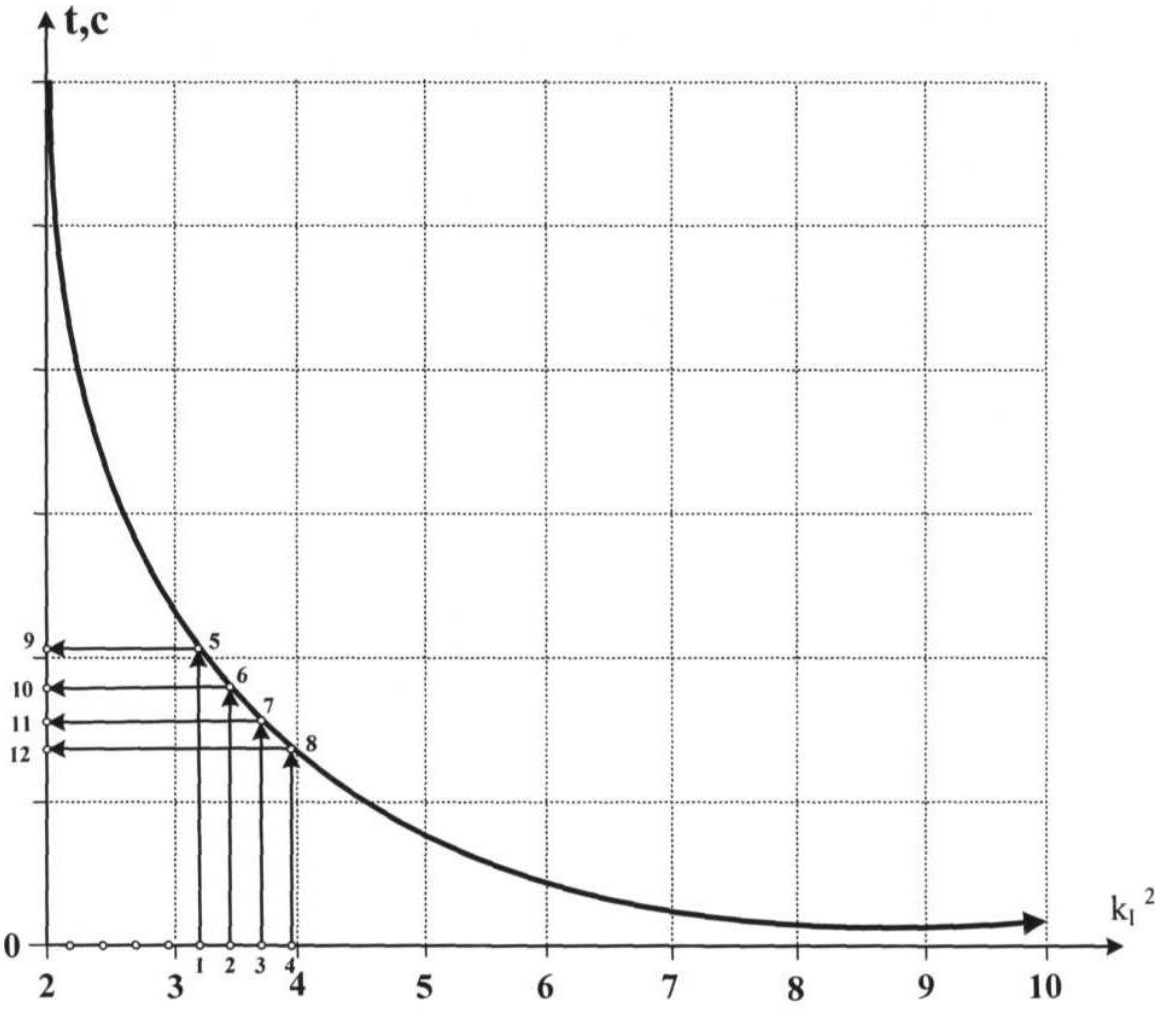
Джерела інформації:

1. АС СРСР № 1365226 А1, "Способ тепловой защиты электродвигателя следящей системы". МПК Н02Н 5/04, 7/08. Аистов В.В., Левашов Б.И., Медяков И.Н. Опубл. 07.01.1988.

2. Патент України на корисну модель № 101343, "Спосіб захисту електродвигуна від струмових перевантажень". МПК Н02Н 7/08. Лебедев Л.М., Дубовик В.Г., Ковальчук А.О., Липський М.В. Опубл. 10.09.2015.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб захисту електродвигуна постійного струму, який включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елемента цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового знов визначеного квадрата діючого струму, встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум, який **відрізняється** тим, що електродвигун постійного струму підключають до виходу керованого випрямляча, як джерела живлення, вимірюють значення діючих струмів на його вході і записують в числовий ряд в вигляді інформаційних точок, значення діючих струмів ділять на коефіцієнт зміни умов охолодження, одержані значення зводять до квадрата і далі ділять на квадрат номінального струму електродвигуна, формують інформаційні точки квадратів діючих струмів з часом, пропорційним часу дискретизації вхідних сигналів датчика струму, з інформаційних точок формують часовий ряд часткових сум діючих струмів, нумерують елементи цього ряду, починаючи з першого, формують залежність кратності квадратів струмів від припустимого часу перевантаження електродвигуна в вигляді графіка кривої, вісь кратності квадратів струмів якого розбивають на рівні відрізки, з кінців яких проводять вертикалі до перетину з цією кривою, отримані точки перетинів проектують на вісь часу та одержують точки, які являють собою значення часу усереднення еквівалентних струмів, далі ділять їх на час усереднення інформаційних точок і отримують номери контрольованих елементів часового ряду часткових сум, при перевищенні припустимого рівня в будь-якому контрольованому елементі ряду формують сигнал на відключення електродвигуна постійного струму від джерела живлення.



Фіг.

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601