



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27710 (13) U
(51) МПК (2006)
H02K 15/00
G01R 31/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ВІД ТЕПЛОВОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

1

2

(21) u200707644

(22) 06.07.2007

(24) 12.11.2007

(72) СИВОКОБИЛЕНКО ВІТАЛІЙ ФЕДОРОВИЧ,
UA, ТКАЧЕНКО СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Спосіб захисту асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від теплового перевантаження, що включає безперервне вимірювання миттєвих значень фазних струмів і напруг, розрахунок температури нагріву обмоток статора і ротора, при перевищенні допустимих значень яких проводять відключення двигуна від живильної мережі, який **відрізняється** тим, що перед введенням в експлуатацію короткозамкненого асинхронного двигуна

заздалегідь вимірюють при відомій початковій температурі холодного стану машини опори обмоток статора, гілки намагнічування з досліду неробочого ходу і функціональні залежності опору ротора від ковзання з дослідів подачі на статор трифазної напруги різної частоти при нерухомій машині і потім в пускових і робочих режимах додатково вимірюють ковзання за допомогою датчика, що встановлений на валу двигуна, температуру нагріву статора за допомогою термодатчиків, що встановлені в пазах осердя статора, проводять обчислення за даними вимірювань активних опорів ротора для поточного ковзання і поточної температури та для поточного ковзання і температури холодного стану, після чого на основі порівняння між собою активних опорів ротора визначають температуру нагріву ротора.

Корисна модель відноситься до електротехніки, а саме - до способів захисту короткозамкненого асинхронного електродвигуна (АЕД) від теплового перевантаження статора і ротора, і може бути використана для вимірювання температури ротора машини і для побудови вдосконаленого захисту від перегріву машини.

Відомі способи для захисту від теплового перевантаження АЕД засновані на використуванні інтегральної залежності струму статора у функції часу [мікропроцесорний термінал захисту АЕД з короткозамкненим ротором РДЦ-01, виробництва ВАТ «Електротехнічний завод» РЕЛСІС®, Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов / В. А. Андреев. - 4-е изд. Перераб. и. доп. - М.: Высш. Шк., 2006. - 639с: ил. ISBN 5-06-004826-8]. Проте цим способом властиві недоліки у виді відсутності контролю температури нагріву обмоток статора і ротора.

Найближчим по технічній суті є спосіб захисту від теплового перегріву статора і ротора АЕД [Патент України №69523 А, МПК 7 H02P 5/04, опубл. 15.09.2004], який розкритий в описі

пристрою захисту асинхронного двигуна. Захист здійснюють шляхом безперервного вимірювання миттєвих значень фазних струмів і напруг, подальших обчислень потокозчеплень і їх похідних, швидкості обертання ротора і температури нагріву обмоток статора і ротора, при перевищенні допустимих значень температури проводять відключення двигуна від живильної мережі.

Досягнення технічного результату найближчим аналогом представляється можливим тільки для АЕД невеликої потужності, в яких відсутній ефект витіснення струму в роторі, а також при допущенні, що у формулі для обчислення швидкості обертання використовується каталожне значення активного опору ротора. Застосування даного способу некоректне для АЕД з глибокопазним ротором або ротором з подвійною білячою кліткою, в яких опори ротора залежать, окрім температури нагріву, і від явища ефекту витіснення струму (частоти струму в роторі).

Загальними ознаками найближчого аналога, з ознаками способу захисту від теплового перевантаження, що заявляється, є: безперервне

(13) U

(11) 27710

(19) UA

вимірювання миттєвих значень фазних струмів і напруг, розрахунок температури нагріву обмоток статора і ротора, при перевищенні допустимих значень яких виробляють відключення двигуна від живильної мережі.

У основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу захисту асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від теплового перевантаження, в якому за рахунок безперервного вимірювання параметрів стану машини (фазні струми і напруги, ковзання, температура статора) проводиться безперервне визначення температури нагріву ротора, забезпечуючи тим самим ефективний захист від перегріву обмоток машини.

Поставлена задача розв'язується тим, що в способі захисту асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від теплового перевантаження, який включає безперервне вимірювання миттєвих значень фазних струмів і напруг, розрахунок температури нагріву обмоток статора і ротора, при перевищенні допустимих значень яких проводять відключення двигуна від живильної мережі, згідно корисної моделі, перед введенням в експлуатацію короткозамкненого асинхронного двигуна заздалегідь вимірюють при відомій початковій температурі холодного стану машини опори обмоток статора, гілки намагнічування з дослідів неробочого ходу і функціональні залежності опору ротора від ковзання з дослідів короткого замикання при нерухомій машині і подачі на статор трифазної напруги різної частоти, потім в пускових і робочих режимах додатково вимірюють ковзання за допомогою датчика, що встановлений на валу двигуна, температуру нагріву статора за допомогою термодатчиків, що встановлені в пазах осердя статора, проводять обчислення за даними вимірювань активних опорів ротора для поточного ковзання і поточної температури та для поточного ковзання і температури холодного стану, після чого на основі порівняння між собою активних опорів ротора визначають температуру нагріву ротора.

Суть способу пояснюється рисунками 1 і 2, на яких представлені Фіг.1 - функція активного опору ротора від ковзання $R_R^{ucx}(s)$ для початкової температури холодного стану $T_R^{нач}$, Фіг.2 - схема заміщення АЕД з урахуванням ефекту витіснення струму.

Процес визначення температури виробляється при будь-якій величині живильної напруги, струму і навантаженню на валу. Контроль температури нагріву проводиться безперервно шляхом додаткового вимірювання миттєвих значень ковзання і температури обмоток статора на основі розрахунку, що використовує схему заміщення АЕД, яка показана на Фіг.2.

Пропонований спосіб вимірювання може бути реалізований для контролю теплового стану ротора короткозамкнених асинхронних електродвигунів, для виявлення режиму перевантаження машини, що є найчастішою причиною пошкодження АЕД.

Приклад реалізації способу:

Попереднє проведення дослідів неробочого ходу і короткого замикання, подачі на статор трифазної напруги різної частоти при нерухомій машині, вимірювання початкової температури холодного стану.

Визначення за даними дослідів опорів обмоток статора (R_S, X_S) , вітки намагнічування (R_μ, X_μ) і функціональних залежностей опору ротора $R_R^{ucx}(s)$ від ковзання при відомій початковій температурі холодного стану $T_R^{нач}$.

Вимірювання фазних струмів (i_a, i_b, i_c) і напруг (u_a, u_b, u_c) ;

Вимірювання ковзання s ;

Вимірювання температури нагріву обмотки статора T_S ,

Обчислення модулів струму і напруги статора:

$$|I_S| = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot [(i_a)^2 + (i_b)^2 + (i_c)^2]} A,$$

$$|U_S| = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot [(u_a)^2 + (u_b)^2 + (u_c)^2]} V;$$

Обчислення узагальненого вектора струму статора і узагальненого вектора напруги статора:

$$\vec{I}_S = |I_S| \cdot e^{j\varphi_i}, A, \vec{U}_S = |U_S| \cdot e^{j\varphi_u}, V,$$

$$\text{де } \varphi_i = \arccos\left(\frac{i}{|I_S|}\right), \varphi_u = \arccos\left(\frac{u}{|U_S|}\right), \text{ де } i, u -$$

миттєві значення струму і напруги однієї фази;

Обчислення входних опорів однієї фази АЕД:

$$R_{bx} = \left| \frac{\vec{U}_S}{\vec{I}_S} \right| \cdot \cos(\varphi_u - \varphi_i), \text{ Ом},$$

$$X_{bx} = \left| \frac{\vec{U}_S}{\vec{I}_S} \right| \cdot \sin(\varphi_u - \varphi_i), \text{ Ом};$$

Коректування активного опору обмотки статора АЕД:

$$R_{S.K.} = R_S(1 + \alpha \cdot T_S), \text{ Ом};$$

де α - температурний коефіцієнт провідника обмотки статора, $1/^\circ\text{C}$; T_S - поточне значення температури обмоток статора, що вимірюється термодатчиками, $^\circ\text{C}$;

Обчислення опорів і провідностей ротора і вітки намагнічування:

$$R_{R\mu} = R_{bx} - R_{S.K.}, X_{R\mu} = X_{bx} - X_S, \text{ Ом},$$

$$g_{R\mu} = \frac{R_{R\mu}}{R_{R\mu}^2 + X_{R\mu}^2}, b_{R\mu} = \frac{X_{R\mu}}{R_{R\mu}^2 + X_{R\mu}^2}, \text{ См};$$

Обчислення провідностей ротора:

$$g_R = g_{R\mu} - \frac{R_\mu}{R_\mu^2 + X_\mu^2}, b_R = b_{R\mu} - \frac{X_\mu}{R_\mu^2 + X_\mu^2}, \text{ См};$$

Обчислення активного опору ротора АЕД:

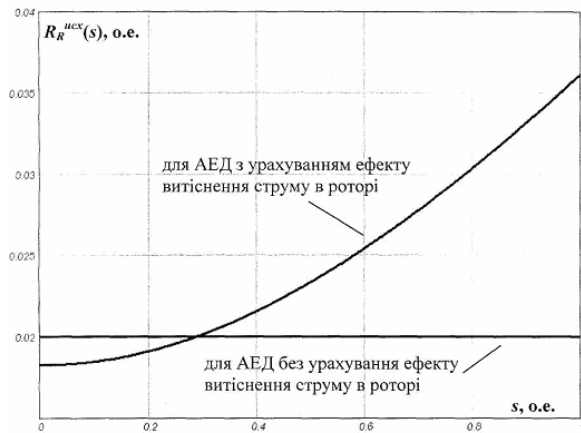
$$R_R^{rop}(s) = \frac{g_R}{g_R^2 + b_R^2} \cdot s, \text{ Ом};$$

Обчислення температури ротора АЕД:

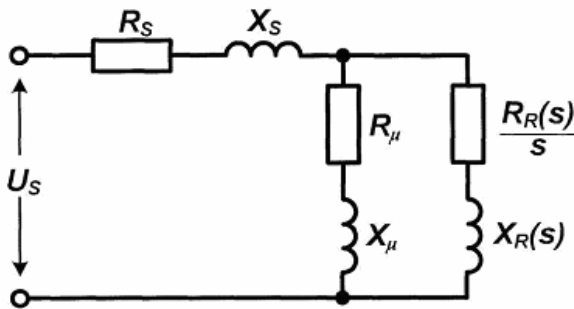
$$T_R = \left[\frac{R_R^{ucx}(s) - R_R^{rop}(s)}{R_R^{ucx}(s)} \cdot (235 + T_R^{нач}) + T_R^{нач} \right], ^\circ C$$

При перевищенні значення температури вище за допустиму величину проводять відключення електродвигуна від живильної мережі.

Використання запропонованого способу забезпечує удосконалення способу захисту асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від теплового перевантаження за рахунок безперервного вимірювання параметрів стану машини (фазні струми і напруги, ковзання, температура статора) і безперервного визначення температури нагріву ротора.



Фиг. 1



Фиг. 2