

## МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

**Вступ.** Досвід експлуатації електрообладнання свідчить про те, що аварійність основного елементу електроприводу – трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором – значна, що наносить виробництву додаткові збитки. Існуючі способи діагностування та захисту асинхронних електродвигунів не забезпечують достатню їх експлуатаційну надійність або пов'язані з конструктивними труднощами. Тому дослідження, які спрямовані на подальший аналіз режимів роботи асинхронних електродвигунів, розробку методів та технічних засобів їх діагностування і захисту, є актуальними.

**Постановка задачі дослідження.** Задачею дослідження є розробка моделі функціонального діагностування теплових процесів асинхронного електродвигуна.

**Матеріали дослідження.** В якості параметрів функціонального діагностування теплових процесів асинхронних електродвигунів були взяті: окремо температура сталі; окремо сила струму, що споживається двигуном; комбінація сили струму та температури сталі.

В якості критерію діагностування прийнято інтегральний показник – додатковий тепловий знос ізоляції, що приходить на одне перевантаження. Останній на рис. 1 представлений заштрихованою областю та визначався за виразом [1]:

$$E_{\text{ДОД}} = \int_{t_H}^{t_{II}} \varepsilon dt + \int_{t_{II}}^{t_O} \varepsilon dt - \varepsilon_H(t_O - t_H), \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  – поточна швидкість теплового зносу ізоляції, бгод/год.

Поточна швидкість теплового зносу ізоляції [2]:

$$\varepsilon = \varepsilon_H \cdot e^{B \left( \frac{1}{\theta_{1H}} - \frac{1}{\tau_1 + \theta_{\text{СЕР}} + 273} \right)}, \quad (2)$$

де  $B$  – температурний параметр, що характеризує клас ізоляції асинхронного електродвигуна, К;

$\theta_{1H}$  – абсолютна температура фазної обмотки асинхронного електродвигуна при номінальному навантаженні на валу для даного класу ізоляції та номінальних умовах навколишнього середовища, К.

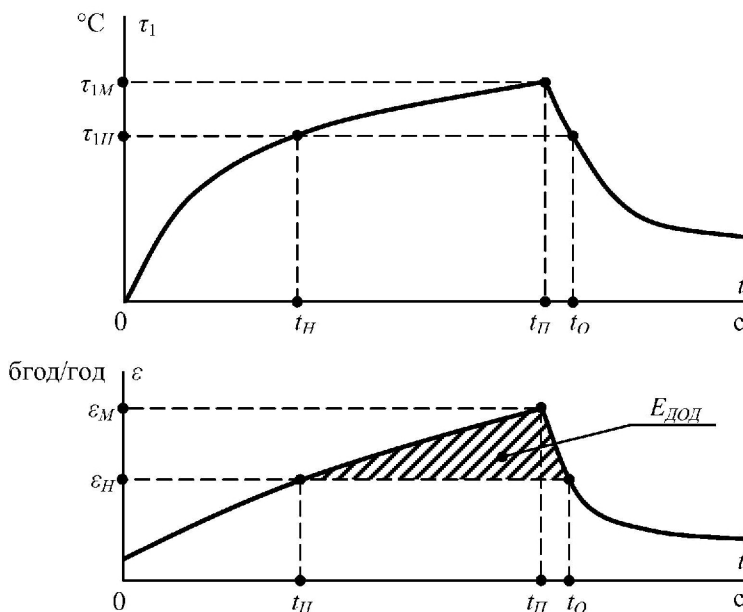


Рис. 1. Залежності перевищень температури та швидкості теплового зносу ізоляції при перевантаженні

На рис. 1 прийняті наступні позначення:

$\tau_{1M}$  – максимальне перевищення температури обмотки, °С;

$\tau_{1H}$  – номінальне перевищення температури обмотки, °С;

$\varepsilon_M$  – максимальна швидкість теплового зносу ізоляції електродвигуна, бгод/год;

$\varepsilon_H$  – номінальна швидкість теплового зносу ізоляції електродвигуна, бгод/год;

$t_H$  – час початку температурного перевантаження, с;

$t_{II}$  – час спрацювання захисту, с;

$t_O$  – час охолодження електродвигуна, с

Аналітичне дослідження теплових процесів асинхронного електродвигуна при діагностуванні за температурою сталі показало, що при різних температурах навколишнього середовища величина додаткового теплового зносу ізоляції суттєво відрізняється; при перевантаженнях з деякою кратністю сили струму максимальна

температура обмотки перевищує встановлене ГОСТ 27888-88 значення.

Отже, окремо взята температура сталі при перевантаженні двигуна не може служити об'єктивним діагностичним параметром теплового процесу.

Аналітичне дослідження теплових процесів асинхронного електродвигуна при діагностуванні за силою струму статора свідчить про істотне зниження часу досягнення допустимого додаткового теплового зносу ізоляції при підвищенні температури навколишнього середовища; зниження часу досягнення допустимого додаткового теплового зносу ізоляції при погіршенні тепловіддачі. Також встановлено, що перевантажувальна характеристика залежить від парціальних постійних часу нагріву електродвигуна.

Отже, окремо взята сила струму при перевантаженні двигуна не може служити об'єктивним діагностичним параметром теплового процесу.

Запропонована модель функціонального діагностування теплових процесів асинхронних електродвигунів за температурою сталі та силою струму статора, згідно якої поточна температура обмотки визначається дискретно за виразом:

$$\tau_{1P,i} = \vartheta_{3B,i} - \vartheta_{CEP,i} + \Delta\tau_{13,i}, \quad (3)$$

де  $\vartheta_{3B,i}$  – температура сталі на  $i$ -ій ділянці, що вимірюється, °С;  
 $\vartheta_{CEP,i}$  – температура навколишнього середовища на  $i$ -ій ділянці, °С;  
 $\Delta\tau_{13,i}$  – перепад температур між обмоткою та сталлю на  $i$ -ій ділянці, °С.

Перепад температур між обмоткою та сталлю визначається розрахунково:

$$\Delta\tau_{13,i} = f(I_{Ai}, I_{Bi}, I_{Ci}, \tau_{1P,i-1}, \tau_{2P,i-1}, \tau_{3P,i-1}, \Delta t), \quad (4)$$

де  $I_{Ai}, I_{Bi}, I_{Ci}$  – сила струму в фазах двигуна на  $i$ -ій ділянці, А;  
 $\tau_{1P,i-1}, \tau_{2P,i-1}, \tau_{3P,i-1}$  – температура відповідно обмотки, ротора, сталі, на  $(i-1)$  ділянці, °С;  
 $\Delta t$  – період дискретизації, с.

Структурна схема моделі функціонального діагностування теплових процесів асинхронних електродвигунів наведена на рис. 2.



Рис. 2. Структурна схема моделі функціонального діагностування асинхронного електродвигуна за температурою сталі та силою струму статора

Модель діагностування передбачає два рівні спрацювання захисту: при перевищенні температурою обмотки тривало допустимого значення та при перевищенні додатковим зносом ізоляції, що приходить на одне перевантаження, допустимого значення.

**Висновки.** Таким чином, розроблено модель функціонального діагностування теплових процесів асинхронного електродвигуна за температурою сталі та силою струму статора.

#### Література.

1. Рижков А.О. Обґрунтування параметрів функціонального діагностування теплових процесів асинхронних електродвигунів // Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.09.03 / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Мелітополь, 2008. – 24 с.
2. Овчаров В.В., Рижков А.О. Діагностування експлуатаційних режимів роботи і захист асинхронного двигуна за температурою сталі та кратністю сили струму // Наукові доповіді НАУ, 2006. – № 4(5). – 8 с., <http://www.nbuu.gov.ua/e-Journals/nd/2006-4/06ovvacr.pdf>.