

ПРИНЦИП ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООВОГО ЗНОШУВАННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗА КВАДРАТОМ КРАТНОСТІ СТРУМУ

Кузьмин І.О., Нікульча М.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного, м.Мелітополь

nikolaynikulcea2017.77@gmail.com

Науковий керівник: к.т.н., доц. Нестерчук Д.М.

Трифазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором є найпоширенішою електричною машиною завдяки простоті конструкції, високій надійності і невисокої вартості. Відмова асинхронного електродвигуна (АД) може призвести до зупинки технологічної машини чи робочого механізму, тому то надійність експлуатації АД є чинником безаварійної роботи виробничих процесів. Одним зі шляхів скорочення браку продукції в промисловому та агропромисловому виробництві та підвищення надійності обладнання є прогнозування, діагностування та захист АД в процесі експлуатації [1, 2]. За результатами проведених досліджень пропонується методологія діагностування та прогнозування процесів теплового зношування ізоляції трифазних АД, сутністю якої є облік квадратурності струму, який споживається електродвигуном. Аналіз літературних джерел [1, 2] дозволив розробити узагальнену структурну схему розвитку процесів зношування ізоляції АД в процесі експлуатації від дії режимних чинників та конструктивних параметрів електродвигуна, яка наведена на рисунку 1.

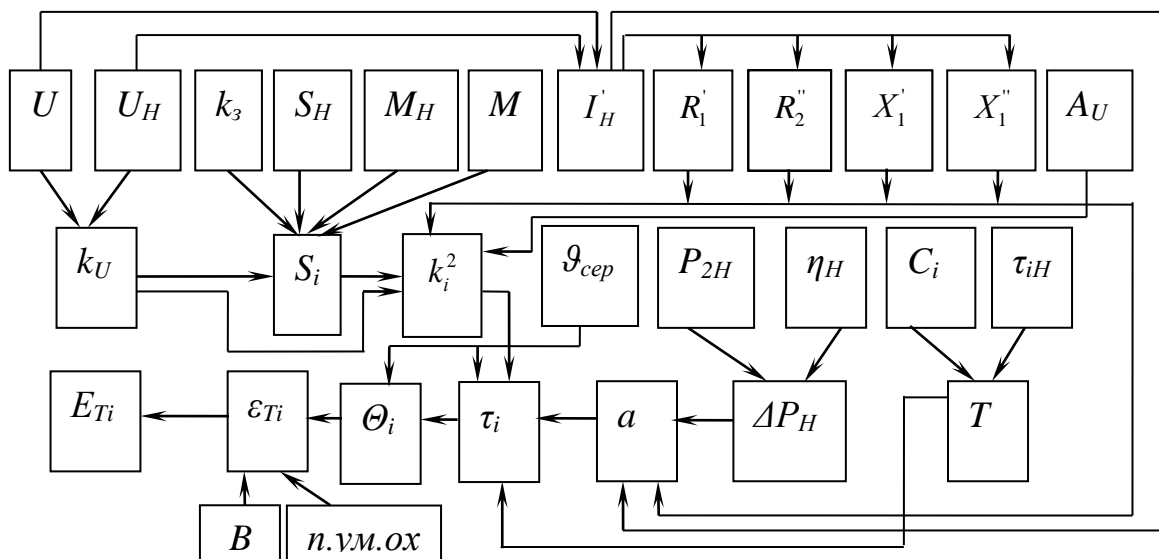


Рисунок 1 - Структурна схема розвитку процесів зношування ізоляції АД в процесі експлуатації від дії режимних чинників та конструктивних параметрів електродвигуна

На рисунку 1 наведені умовні літерні позначення, пояснення яких наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Умовні літерні позначення до рисунку 1

Умовні літерні позначення	Пояснення
U та U_H	фактична та номінальна напруга на затискачах АД відповідно
k_3	коефіцієнт завантаження
S та S_H	фактичне та номінальне ковзання АД відповідно
M та M_H	фактичний та номінальний моменти, що розвиваються АД
I'_H	номінальний струм кола Г-образної схеми заміщення АД
$R'_1, R''_2,$ X'_1, X''_2	параметри Г-образної схеми заміщення АД
A_U	асиметрія напруги на затискачах АД
k_U	кратність напруги
k_i^2	квадрат кратності струму, який споживає електродвигун, по відношенню до номінального значення струму.
$\vartheta_{сер}$	температура навколишнього середовища
P_{2H}	номінальна активна потужність на валу АД
η_H	номінальний коефіцієнт корисної дії АД
C_i	теплоємність i -того тіла АД
τ_{iH}	номінальне перевищення температури i -того тіла АД
T	еквівалентна постійна часу нагрівання АД
ΔP_H	номінальні втрати потужності в АД
a	коефіцієнт втрат потужності
τ_i	фактичне перевищення температури обмотки над температурою навколишнього середовища
Θ_i	фактична температура обмотки АД
B	коефіцієнт, що характеризує клас ізоляційної конструкції АД
<i>п.ум.ох.</i>	погіршення умов охолодження
ε_{Ti}	фактична швидкість теплового зношування ізоляції АД
E_{Ti}	теплове зношування ізоляції АД

Слід відзначити, що згідно [2] до режимних чинників належать момент опору на валу АД, величина напруги живлення та її асиметрія, а також коефіцієнт завантаження. До конструктивних параметрів АД належать номінальна напруга, номінальний момент, номінальна активна потужність на валу, номінальний коефіцієнт корисної дії, номінальне ковзання. Розроблена структурна схема розвитку процесів зношування ізоляції дозволила описати принцип діагностування та прогнозування процесів теплового зношування ізоляції трифазних асинхронних електродвигунів за квадратом кратності струму. Підвищення електричного струму більш ніж номінальне значення струму є ознакою діагностування розвитку процесів в АД. Тому то величина

струму та його кратність є інформативним параметром діагностування теплового процесу в електродвигуні, так як визначаються втрати активної потужності в обмотках, що й призводить до нагрівання провідників обмотки. Згідно [2, 3] фактичне усталене перевищення температури обмотки над температурою навколишнього середовища дорівнює [2]

$$\tau_{yi} = \tau_H \cdot \frac{a + k_i^2}{a + 1}. \quad (1)$$

Якщо задатися припустимим значенням перевищення температури АД, то чим більше квадрат кратності струму перевантаження, тим за менший час електродвигун досягне допустимого значення перевищення температури, τ_{don} , згідно виразу [2]

$$t_{don} = T \ln \frac{\tau_y}{\tau_y - \tau_{don}}. \quad (2)$$

Якщо прийняти, що $k_i^2 = 1$, $\tau = \tau_H$, $\varepsilon = \varepsilon_H = 1$ бгод/год, тоді за одну годину роботи АД з номінальним навантаженням за струмом теплове зношування ізоляції буде дорівнювати 1 базовій годині. Зазначимо, якщо за час роботи електродвигуна протягом i -тих годин, пристрій обліку квадрату кратності струму надасть суму i -тих базових годин (або менше), то це свідчить про нормальне теплове зношування ізоляції. Фактичне теплове зношування ізоляції за рік роботи є менше допустимого й залежить від коефіцієнта завантаження [3] та дорівнює

$$E_{рик} = N \cdot \varepsilon_{рик} = N \cdot \varepsilon_H e^{B \left(\frac{1}{\Theta_H} - \frac{1}{\tau_i + \theta_{cep} + 273} \right)}, \quad (3)$$

де N – кількість годин роботи АД на рік.

Якщо з початку експлуатації АД при обліку квадрату кратності струму сума базових годин буде більша, ніж час i -тих годин, то як наслідок можна прогнозувати теплове зношування ізоляції при заданому режимі роботи АД, а також прогнозувати ймовірність його подальшої безвідмовної роботи.

Список літератури:

1. Халіман Л.Г. Дослідження стану ізоляції обмоток асинхронних електродвигунів при асиметрії напруги та розробка пристрою комбінованого захисту / Л.Г. Халіман, Д.М. Нестерчук // Вісник Сумського НАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – 2016. – Вип. 10/1 (29). – С.167-174.
2. Овчаров В. В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – Киев: УСХА, 1990. – 168 с.
3. Квитка С.А. Обоснование допустимого дополнительного теплового износа изоляции трехфазного асинхронного электродвигателя в послепусковой период / С.А. Квитка, А.Ю. Вовк, Д.Н. Нестерчук, А.А. Стребков // Science and Educational New Dimension. Natural and Technical Sciences. – 2018. – VI (18). – P.60-63.