

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ІЗ РЕГУЛЬОВАНИМ
 НАВАНТАЖЕННЯМ В УМОВАХ ВІДХИЛЕННЯ ЖИВЛЯЧОЇ НАПРУГИ
 ТА КОЛИВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вовк О. Ю., к.т.н., доц. e-mail: oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua

Квітка С. О., к.т.н., доц. e-mail: sergii.kvitka@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність досліджень. На сьогодні для приводу різноманітних машин і механізмів найчастіше застосовуються асинхронні двигуни. Їх загальна кількість дорівнює близько 70 % від електричних машин, що застосовуються у виробничих процесах. Таке розповсюдження асинхронні двигуни отримали завдяки суттєвій конструкційній надійності і порівняно незначній вартості виготовлення і монтажу. Не зважаючи на це, щорічно на європейських підприємствах спостерігаються відмови до 4 % встановлених асинхронних двигунів. Негативними наслідками таких відмов є витрати близько 8 % грошового обігу галузей економіки на їх відновлення та витрати, пов'язані із раптовою зупинкою виробничих процесів. Одним з факторів відмов електродвигунів в експлуатації є недосконалість пристроїв керування і захисту, які поки що не забезпечують підтримання конструкційної надійності асинхронних двигунів в умовах різноманітних експлуатаційних впливів. Одними з таких впливів є відхилення живлячої напруги та коливання температури навколишнього середовища, які обумовлюють прискорення теплового зношення ізоляції електродвигуна і передчасний вихід його з ладу [1-5].

Мета досліджень. Отримання правила керування асинхронними двигунами з регульованим навантаженням, за якого швидкість теплового зношення їх ізоляції буде номінальною при відхиленнях живлячої напруги та коливаннях температури навколишнього середовища.

Основні матеріали досліджень. За допомогою триелементної теплової схеми заміщення асинхронного двигуна [6] та його Г-подібної схеми заміщення встановлено залежність усталеного перевищення температури обмотки статора від втрат активної потужності у його елементах та коефіцієнта відхилення живлячої напруги в умовах невизначеності теплових провідностей електродвигуна:

$$\tau_{1y} = \left(\tau_{1k} \cdot \frac{\left(\left(r_1' + \frac{r_2''}{s_n} \right)^2 + (x_1' + x_2'')^2 \right)}{\left(\left(r_1' + \frac{r_2''}{s} \right)^2 + (x_1' + x_2'')^2 \right)} - 1 \right) + \tau_{1n} \right) \cdot k_u^2, \quad (1)$$

де τ_{1y} , τ_{1n} , τ_{1k} – усталене перевищення температури обмотки статора відповідно поточне та в досліді номінального навантаження і короткого замикання, °C; r_1' , x_1' , r_2'' , x_2'' , r_1 , x_1 , r_0 , x_0 – параметри схеми заміщення, Ом; s , s_n – ковзання електродвигуна відповідно поточне і номінальне; k_u – коефіцієнт відхилення живлячої напруги (відношення поточної напруги до номінальної).

Із застосуванням отриманої залежності; залежності ковзання від коефіцієнта відхилення напруги, коефіцієнта завантаження і виду механічної характеристики робочої машини [7]; залежності швидкості теплового зношення ізоляції від усталеного перевищення температури і температури навколишнього середовища [8] було розраховано значення швидкості теплового зношення ізоляції асинхронних двигунів основного виконання. При цьому змінювались значення завантаження електродвигуна (від 0 до 1), коефіцієнт відхилення напруги (мав такі значення: 1,0; 0,95; 0,9; 0,85), температура навколишнього середовища (мала такі значення: 10°C; 25°C; 40°C) і коефіцієнт, що враховує вид механічної характеристики робочої машини (мав такі значення: 0; 1; 2; -1). Результати розрахунків

виявили наступне. За будь-якого значення коефіцієнта, що враховує вид механічної характеристики робочої машини, на кожні 5% зниження живлячої напруги асинхронного двигуна щодо номінального значення за незмінної температури навколишнього середовища для збереження номінальної швидкості теплового зношення ізоляції електродвигуна необхідно у робочому діапазоні знижувати його навантаження на 10%, тобто

$$k_3 = \sqrt{k_u}, \quad (2)$$

де k_3 – коефіцієнт завантаження електродвигуна.

Крім того, за будь-якого значення коефіцієнта, що враховує вид механічної характеристики робочої машини, на кожні 25% збільшення температури навколишнього середовища щодо номінального значення за незмінної живлячої напруги для збереження номінальної швидкості теплового зношення ізоляції електродвигуна необхідно у робочому діапазоні знижувати його навантаження на 5 %, тобто

$$k_3 = \sqrt[4]{k_v}, \quad (3)$$

де k_v – коефіцієнт коливання температури навколишнього середовища (відношення поточної температури до номінальної).

Висновки. У роботі отримано правила регулювання навантаження асинхронного двигуна для збереження номінальної швидкості теплового зношення його ізоляції при відхиленні живлячої напруги та коливанні температури навколишнього середовища: у робочому діапазоні навантажень на кожні 5% зниження живлячої напруги щодо номінального значення необхідно знижувати його навантаження на 10% і на кожні 25% збільшення температури навколишнього середовища щодо номінального значення необхідно знижувати його навантаження на 5%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Oshurbekov, S.; Kazakbaev, V.; Prakht, V.; Dmitrievskii, V.; Gevorkov, L. Energy Consumption Comparison of a Single Variable-Speed Pump and a System of Two Pumps: Variable-Speed and Fixed-Speed. *Appl. Sci.* 2020, 10, P.8820. <https://doi.org/10.3390/app10248820>
2. Terron-Santiago, C.; Martinez-Roman, J.; Puche-Panadero, R.; Sapena-Bano, A. A. Review of Techniques Used for Induction Machine Fault Modelling. *Sensors.* 2021, 21, 4855. <https://doi.org/10.3390/s21144855>
3. Boyko, A.; Volianskaya, Ya. Synthesis of the System for Minimizing Losses in Asynchronous Motor with a Function for Current Symmetrization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2017, 4/5 (88), P.50-58. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108545>
4. Sudhakar, I.; Adi Narayana, S.; Anil Prakash M. Condition Monitoring of a 3-Ø Induction Motor by Vibration Spectrum analysis using Fft Analyser- A Case Study. *Materials Today: Proceedings.* 2017, 4(2/A), P.1099-1105. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.125>
5. Вовк О. Ю., Квітка С. О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* – Мелітополь: ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2020. – Вип. 20, т. 4. С. 115-125.
6. Вовк О. Ю. Експлуатаційна тепла модель асинхронного електродвигуна. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 04 – 18 листопада 2021 р) / ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 47-49.
7. Вовк О. Ю., Квітка С. О. Енергозберігаюче керування асинхронними електродвигунами прикладеною напругою // *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного : електронне наукове фахове видання / ТДАТУ.* Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2020-2-27>
8. Вовк О. Ю. Керування асинхронним електродвигуном за мінімумом витрати ресурсу ізоляції. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 20 травня – 04 червня 2020 р), Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С.49-50.