

УДК 621.313.333

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПІД ВПЛИВОМ НЕПОВНОФАЗНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ

Квітка С.О., к.т.н.,
Вовк О.Ю., к.т.н.,
Стьопін Ю.О., к.т.н.,
Квітка О.С., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет
Телефон: 0619-42-31-59

Анотація – представлені результати дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під впливом неповнофазного режиму роботи, наведені залежності сили струму і швидкості теплового зносу ізоляції обмотки статора асинхронного електродвигуна в функції коефіцієнта завантаження.

Ключові слова: асинхронний двигун, неповнофазний режим роботи, теплові процеси, швидкість теплового зносу ізоляції.

Постановка проблеми. Подальше зростання енергоозброєності АПК потребує вирішення проблем надійності і довговічності електростаткування, що експлуатується. Основним споживачем і перетворювачем електроенергії служить електропривод на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, від надійності якого залежить нормальне протікання будь-якого технологічного процесу. Експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором, як у промисловості так і у сільському господарстві, залишається невисокою. Їх аварійність щорічно складає 20-25 % [1-6]. В аварійних режимах роботи струми, які протікають в обмотках статора та ротора електродвигуна, перевищують номінальні значення. В результаті чого перегріваються обмотки й зношується ізоляція, стан якої визначається не тільки значенням струму, але і його тривалістю.

Тому дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів при їх роботі в аварійних режимах і розробка на підставі даних досліджень пристроїв контролю та захисту є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Одним з самих розповсюджених аварійних режимів роботи асинхронних електродвигунів, що працюють в умовах агропромислового виробництва, є неповнофазний режим. Обробка великої кількості статистичних даних по відмовах елек-

тродвигунів дозволило встановити, що із загальної кількості відмов асинхронних електродвигунів близько 40-50 % є наслідком неповнофазних режимів [4, 5].

Неповнофазний режим супроводжується збільшенням струму, що призводить до перегрівання статорної обмотки і супроводжується інтенсивним тепловим зносом ізоляції обмотки [1].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Завданням статті є дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під впливом неповнофазного режиму роботи з урахуванням коефіцієнта завантаження.

Основні матеріали дослідження (основна частина). Дослідимо напругу на затискачах електродвигуна при неповнофазному режимі роботи. Для чого проаналізуємо вплив неповнофазного режиму на асинхронний електродвигун серії АИР100L4У3. У разі автономного живлення електродвигуна напруга зміщення нейтралі дорівнює $\dot{U}_N = -110$ В, напруга на фазах, що залишилися в роботі, дорівнює $\dot{U}_b = -j190$ В, $\dot{U}_c = j190$ В. Симетричні складові напруги прямої, зворотної і нульової послідовностей відповідно дорівнюють $\dot{U}_1 = 110$ В, $\dot{U}_2 = -110$ В, $\dot{U}_0 = 0$. Кратності напруг прямої і зворотної послідовностей відповідно дорівнюють $k_{U1} = 0,5$, $k_{U2} = 0,5$.

Відповідно до [1] швидкість теплового зносу ізоляції

$$\varepsilon = \varepsilon_n \cdot e^{B \left(\frac{1}{\Theta_n} - \frac{1}{\Theta_{ст}} \right)}, \quad (1)$$

де ε_n – номінальна швидкість теплового зносу ізоляції, б.год/год;
 B – коефіцієнт, який характеризує клас ізоляції, К;
 Θ_n – абсолютна номінальна температура ізоляції обмотки, К;
 $\Theta_{ст}$ – абсолютна стала температура ізоляції обмотки, К.

В свою чергу

$$\Theta_{ст} = \tau_{ст} + \vartheta_{сер} + 273, \quad (2)$$

де $\vartheta_{сер}$ – температура навколишнього середовища, °С.

Стале перевищення температури обмотки [1]

$$\tau_{ст} = \tau_n \cdot \frac{a + k^2}{a + 1 - \alpha \cdot \tau_n \cdot (k^2 - 1)}, \quad (3)$$

де τ_n – номінальне перевищення температури обмотки, °С;
 a – коефіцієнт втрат електродвигуна;
 α – температурний коефіцієнт опору матеріалу обмотки, 1/°С;
 k – кратність перевантаження за силою струму.

$$k^2 = \frac{U^2}{[(R_1' + R_2''/s)^2 + (X_1' + X_2'')^2] I_H^2}. \quad (4)$$

Враховуючи вихідні дані для електродвигуна АИР100L4У3 отримуюмо розрахункові дані, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові дані

κ_3	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
s	0,054	0,106	0,149	0,184	0,215	0,242	0,265
k	0,48	0,84	1,08	1,23	1,34	1,42	1,48
I, A	4,00	7,70	9,95	11,30	12,04	12,67	13,00
ε_p бгод/год	0,64	0,78	1,27	3,18	7,86	20,24	39,63

Оскільки кратності напруги симетричних складових прямої і зворотної послідовностей рівні між собою, то в порівнянні з несиметричним повнофазним режимом цей режим є більш важким: результуючий пусковий момент дорівнює нулю, ковзання за одних і тих же умов більше.

На рис.1 наведена залежність сили струму в обмотці статора асинхронного електродвигуна в функції коефіцієнта завантаження $I = f(\kappa_3)$, на рис.2 – залежність швидкості теплового зносу ізоляції обмотки статора в функції коефіцієнта завантаження асинхронного електродвигуна $\varepsilon = f(\kappa_3)$.

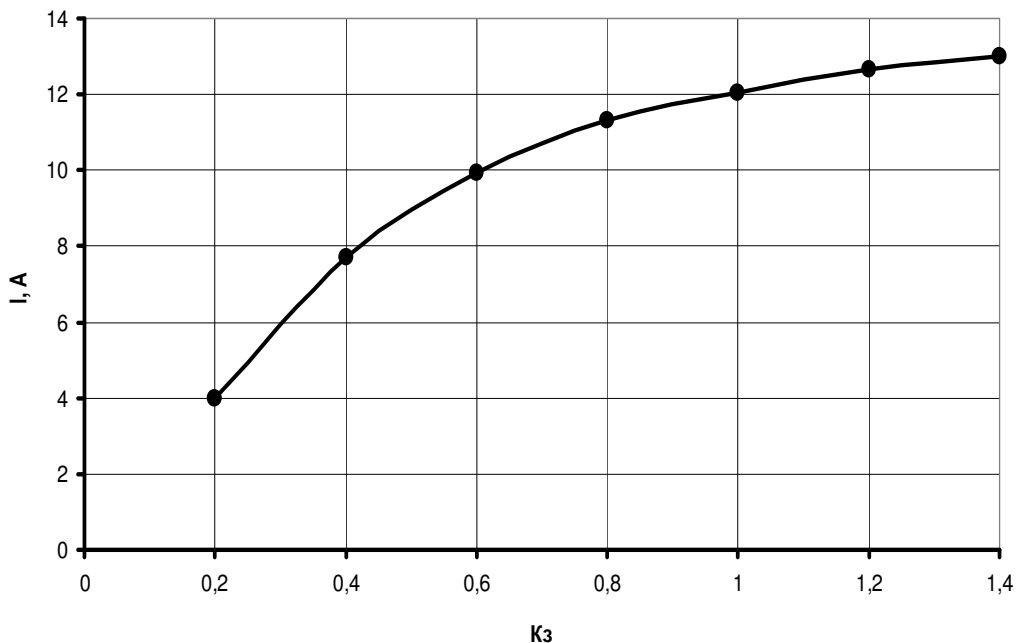


Рис. 1. Залежність сили струму в обмотці статора трифазного асинхронного електродвигуна в функції коефіцієнта завантаження.

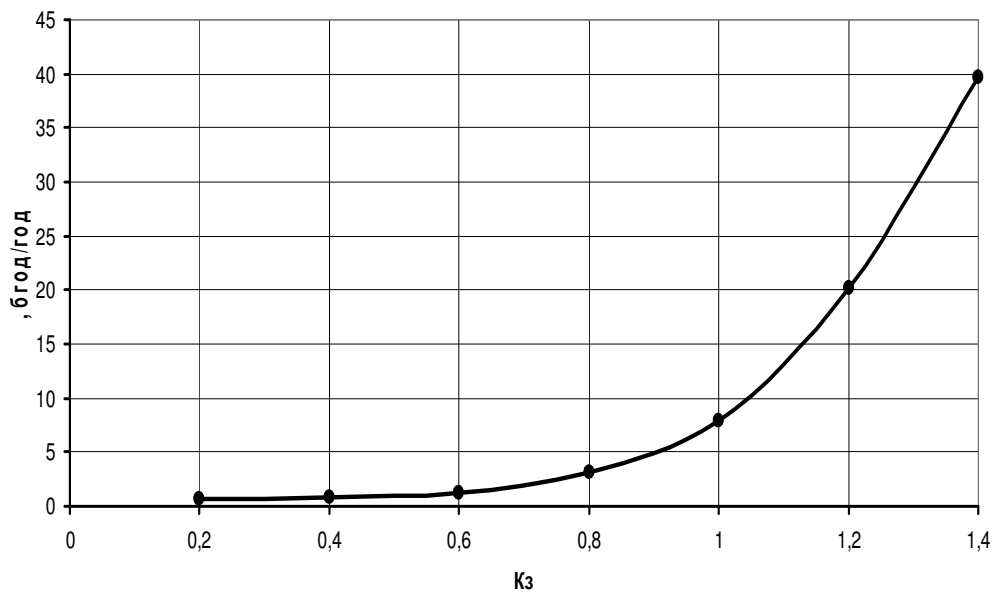


Рис. 2. Залежність швидкості теплового зносу ізоляції обмотки статора трифазного асинхронного електродвигуна в функції коефіцієнта завантаження.

Висновок. Таким чином, на підставі проведеного дослідження можна зробити наступний висновок: робота в неповнофазному режимі навіть мало завантажених асинхронних електродвигунів супроводжується значним збільшенням струму в обмотці статора і інтенсивним процесом теплового зносу ізоляції.

Список використаних джерел.

8. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – К. : УСХА, 1990. – 168 с.
9. Квітка С.О. Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під дією струмового навантаження та розробка пристрою захисту від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, Д.М. Нестерчук, О.С. Квітка // Таврійський державний агротехнологічний університет : праці. – Мелітополь : ТДАТУ, 2013. – Вип. 13. Т. 5. – С. 172-177.
10. Вовк О.Ю. Вплив зниження напруги живлячої мережі на теплове зношення ізоляції асинхронного електродвигуна / О.Ю. Вовк, С.О. Квітка, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків : ХНТУСГ, 2014. – С. 79-81.
11. Квітка С.О. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – С. 85-87.

12. *Квітка С.О.* Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів та розробка пристрою захисту від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, Д.М. Нестерчук // Таврійський державний агротехнологічний університет: праці. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10. Т. 4. – С. 18-23.
13. *Кондратюк О.Ю.* Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты / О.Ю. Кондратюк, А.Б. Егоров // Системы обработки інформації. – 2006. – Вип. 4(53). – С. 79-86.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕПОЛНОФАЗНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ

Квитка С.А., Вовк А.Ю., Степин Ю.А., Квитка А.С.

Аннотация – представлены результаты исследования тепловых процессов асинхронных электродвигателей под воздействием неполнофазного режима работы, наведены зависимости силы тока и скорости теплового износа изоляции обмотки статора асинхронного электродвигателя в функции коэффициента загрузки.

RESEARCH OF TERMAL PROCESSES OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS UNDER INFLUENCE NOT FULL-PHASE OPERATING MODE

S. Kvitka, O. Vovk, Yu. Styopin, O. Kvitka

Summary

Results of research of thermal processes of asynchronous electric motors under the influence of not full-phase operating mode are presented, dependences of current and speed of thermal wear of isolation of a winding of the stator of the asynchronous electric motor as loading coefficient are induced.