

УДК 621.313.333

КОНТРОЛЬ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ

Вовк О.Ю., к.т.н.,

Квітка С.О., к.т.н.,

Квітка О.С., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Телефон: 0619-42-32-63

Анотація – запропоновані спосіб та пристрій контролю витрати ресурсу ізоляції асинхронних електродвигунів при відхиленні напруги живлячої мережі за швидкістю теплового зносу ізоляції електродвигунів з урахуванням коефіцієнту завантаження.

Ключові слова: асинхронний електродвигун, відхилення напруги, швидкість теплового зносу ізоляції, пристрій контролю витрати ресурсу.

Постановка проблеми. На сьогодні більше 50 % електричної енергії, що виробляється у світі, споживається асинхронними електродвигунами [1]. Таке розповсюдження ці електродвигуни отримали завдяки високій конструкційній надійності та порівняно незначній вартості виготовлення. В той же час експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів як у промисловості та і у сільському господарстві невисока: щорічно виходять з ладу та ремонтуються близько 30 % зазначених електродвигунів, час напрацювання на відмову становить 0,5 ... 1,5 роки [2]. Головними причинами невисокої експлуатаційної надійності вказаних двигунів є зовнішні впливи на них як з боку живлячої мережі, так і з боку робочих машин. Одним з таких впливів є зниження напруги живлячої мережі на затискачах працюючих асинхронних електродвигунів.

Аналіз впливу відхилення напруги на асинхронні електродвигуни показує, що збільшення напруги живлячої мережі лише на 1 % призводить до збільшення реактивної потужності електродвигунів на 3 ... 7 % (в залежності від їх номінальної потужності) [3]. Зниження напруги на 10 % (що допускається стандартом) призводить до зниження обертаючого моменту електродвигуна на 19 %, збільшення ковзання

© Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С.

*Науковий керівник – Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент

на 27,5 %, збільшення струму ротора на 14 %, а струму статора – на 14 %. Збільшення напруги на 10 % призводить до збільшення обертаючого моменту на 21 %, що є причиною перевантаження валів та передач, до збільшення пускового струму на 12 %, зниження коефіцієнта потужності на 5 % [4]. Таким чином, необхідна розробка і впровадження пристроїв контролю та захисту асинхронних електродвигунів від відхилення напруги живлячої мережі.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі на сьогодні пристрої дозволяють захищати асинхронні електродвигуни при відхиленні напруги живлячої мережі тільки у стандартизованих межах без урахування завантаження асинхронного електродвигуна та температури навколишнього середовища [5, 6].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Тому завданням статті є розробка пристрою контролю та захисту асинхронних електродвигунів потокової технологічної лінії при відхиленні напруги живлячої мережі з урахуванням завантаження асинхронних електродвигунів та температури навколишнього середовища.

Основні матеріали дослідження (основна частина). Пристрій контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії базується на наступних принципах:

1. Експлуатаційні параметри кожного електродвигуна лінії, значення яких безперервно контролює пристрій, наступні: поточні діючі значення напруг у кожній фазі – U_A, U_B, U_C ; поточні діючі значення сил лінійних струмів – I_A, I_B, I_C ; поточна температура навколишнього середовища – $\vartheta_{сер}$.

2. Конструкційні параметри кожного електродвигуна лінії, значення яких вводяться у пристрій, наступні: номінальна швидкість теплового зносу ізоляції – ε_n ; параметр, що характеризує ізоляцію – B ; номінальне усталене перевищення температури ізоляції обмотки – τ_{1n} ; номінальна температура навколишнього середовища – $\vartheta_{сер.n}$; параметри Г-подібної схеми заміщення – r'_1, r''_2, x'_1, x''_2 ; коефіцієнт втрат – a ; температурний коефіцієнт опору провідників обмотки – α ; номінальне ковзання – s_n ; номінальна фазна напруга – U_n ; номінальний лінійний струм – I_n ; показник ступеня, який характеризує зміну статичного моменту робочої машини при зміні швидкості – x ; відносне значення початкового моменту опору робочої машини – M_{0*} .

3. Пристрій, маючи значення експлуатаційних та конструкційних параметрів, обчислює швидкість теплового зносу ізоляції кожного електродвигуна лінії – ε .

4. У разі перевищення швидкості теплового зносу ізоляції хоча б одного з електродвигунів лінії понад номінальне значення (тобто 1 баз.год./год.) пристрій сигналізує обслуговуючому персоналу про

виникнення аварійного режиму роботи та вмикає стабілізатор напруги у силове коло електродвигунів лінії для підняття значення напруги на необхідний рівень.

5. У разі стабілізації напруги живлячої мережі, тобто досягнення нею допустимого значення на ділянці до підключення стабілізатора напруги пристрій сигналізує обслуговуючому персоналу про її стабілізацію та відключає стабілізатор напруги.

Взаємозв'язок між вказаними вище експлуатаційними та конструкційними параметрами асинхронних електродвигунів і швидкістю теплового зносу ізоляції досліджено авторами у [7]. На прикладі робочої машини з незалежної від швидкості механічною характеристикою він наступний:

$$k_U = \frac{\sqrt{\frac{U_A^2 + U_B^2 + U_C^2}{3}}}{U_n}; \quad (1)$$

$$k_3 = \frac{\sqrt{\frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3}}}{I_n}; \quad (2)$$

$$\kappa^2 = k_U^2 \cdot \frac{\left(r_1' + \frac{r_2''}{s_n}\right)^2 + (x_1' + x_2'')^2}{\left(r_1' + \frac{r_2''}{\frac{k_3}{k_U^2} \cdot s_n}\right)^2 + (x_1' + x_2'')^2}; \quad (3)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_n \cdot e^{B \left(\frac{1}{\tau_{1n} + \vartheta_{cep.n} + 273} - \frac{1}{\tau_{1n} \cdot \frac{a + \kappa^2}{1 + a - \alpha \cdot \tau_{1n} \cdot (\kappa^2 - 1)} + \vartheta_{cep} + 273} \right)}. \quad (4)$$

У разі зміни показника ступеня, який характеризує зміну статичного моменту робочої машини при зміні швидкості, змінюється знаменник у виразі (3) відповідно до [7].

Згідно до викладеного вище пристрій контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії має декілька локальних частин і одну загальну частину.

Локальні частини встановлюються на кожен асинхронний електродвигун лінії. Основним елементом цих частин є локальний мікроконтролер, який призначений для обробки первинної інформації про

електродвигун за викладеним вище взаємозв'язком (1) – (4).

Загальна частина пристрою складається з шини обміну даними, яка сприймає інформацію з кожної локальної частини пристрою про поточний стан електродвигунів лінії (тобто інформацію про поточне значення швидкості теплового зносу ізоляції кожного електродвигуна лінії). Далі ця інформація потрапляє у загальний мікроконтролер, де відбувається її аналіз (тобто визначення, чи не перевищує швидкість теплового зносу ізоляції хоча б одного з електродвигунів лінії номінальне значення), накопичення інформації, вироблення керуючого впливу та сигналізація.

У відповідності до цього структурна схема пристрою контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії представлена на рис. 1.

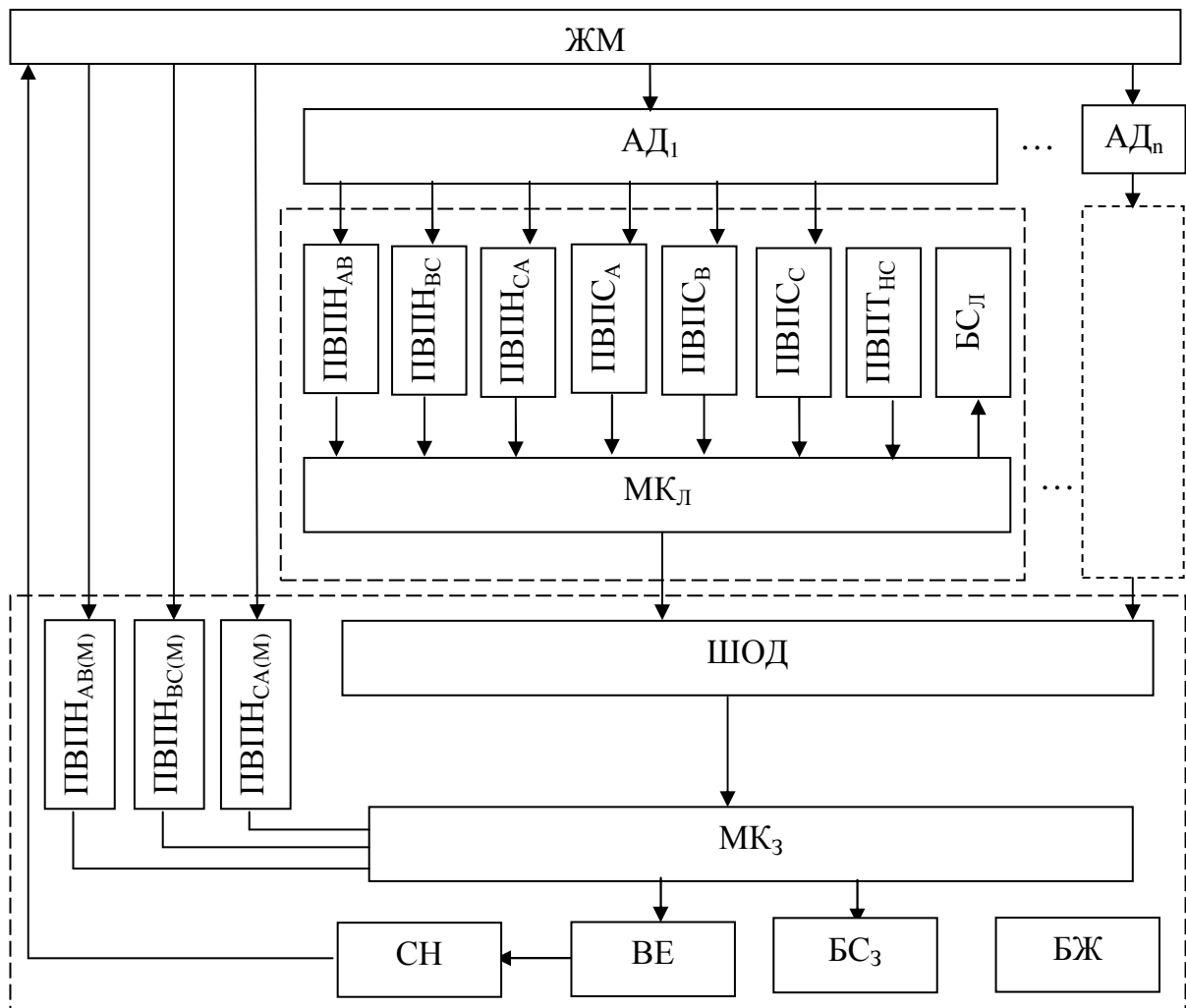


Рис. 1. Структурна схема пристрою контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії.

На структурній схемі (рис.1) наведено наступні умовні позначення: ЖМ – живляча мережа; АД₁ ... АД_n – асинхронні електродвигуни

технологічної лінії; ПВПН_А, ПВПН_В, ПВПН_С – первинні вимірювальні перетворювачі фазних напруг електродвигуна відповідно А, В і С; ПВПС_А, ПВПС_В, ПВПС_С – первинні вимірювальні перетворювачі лінійних струмів електродвигуна відповідно у проводах А, В і С; ПВПТ_{НС} – первинний вимірювальний перетворювач температури навколишнього середовища; БС_Л – блок сигналізації локальний; МК_Л – локальний мікроконтролер; ШОД – шина обміну даними; МК_З – загальний мікроконтролер; БЖ – блок живлення; БС_З – блок сигналізації загальний; ВЕ – виконавчий елемент; СН – стабілізатор напруги; ПВПН_{А(М)}, ПВПН_{В(М)}, ПВПН_{С(М)} – первинні вимірювальні перетворювачі фазних напруг живлячої мережі відповідно А, В і С.

Висновок. Таким чином, у статті запропоновано пристрій контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії, який дозволяє контролювати режим роботи, захищати електродвигуни поточної лінії при відхиленні напруги живлячої мережі з урахуванням завантаження асинхронних електродвигунів і температури навколишнього середовища та стабілізувати напругу живлячої мережі, тим самим підвищуючи експлуатаційну надійність вказаних електродвигунів.

Список використаних джерел.

1. Пинчук О.Г. Энергетические показатели асинхронного двигателя при различных параметрах питающего напряжения / О.Г. Пинчук // Наукові праці ДонНУ – Електротехніка і енергетика. – 2008. – Вип.8(140). – С.201–204.
2. Закладной А.Н. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / А.Н. Закладной, О.А. Закладной // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2004. – № 4. – С.63–67.
3. Токочакова Н.В. Оптимизация уровня напряжения промышленных потребителей с целью снижения энергозатрат / Н.В. Токочакова, Ю.Н. Колесник // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. – Гомель, 2001. – № 3-4. – С.23–29.
4. Кондратюк О.Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты / О.Ю. Кондратюк, А.Б. Егоров // Системи обробки інформації. – 2006. – Вип. 4(53). – С.79–86.
5. Лавыгин Ю.С. Обоснование выбора микропроцессорного устройства защиты асинхронного электродвигателя / Ю.С.Лавыгин, М.Л.Сапунков // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – Пермь, 2014. – № 9. – С.142–148.
6. Попова І.О. Пристрій захисту асинхронних електродвигунів при відхиленні напруги мережі // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2012. – Вип.12, Т.2. – С.47-50.

7. *Вовк О.Ю.* Вплив зниження напруги живлячої мережі на теплове зношення ізоляції асинхронного електродвигуна / *О.Ю.Вовк, С.О.Квитка, О.С.Квитка* // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 153 «Проблеми енергозабезпечення в АПК України». – С.79–81.

КОНТРОЛЬ РАСХОДА РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОТКЛОНЕНИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

Вовк А.Ю., Квитка С.А., Квитка А.С.

Аннотация – предложены способ и устройство контроля расхода ресурса изоляции асинхронных электродвигателей при отклонении напряжения питающей сети по скорости теплового износа изоляции с учётом коэффициента загрузки.

CONTROL OF AN EXPENSE OF A RESOURCE OF ISOLATION OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS AT A DEVIATION OF TENSION OF A POWER LINE

A.Vovk, S.Kvitka, A.Kvitka

Summary

The way and the control unit of an expense of a resource of isolation of asynchronous electric motors at a deviation of tension of a power line on the speed of thermal wear of isolation taking into account loading coefficient are offered.