

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І ПРИСТРІЙ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ЗАГЛИБНОГО НАСОСУ

Курашкін С.Ф.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропоновано математичну модель і блок-схему пристрою діагностування експлуатаційних режимів роботи електродвигуна заглибного насоса за струмом згідно гетерогенної моделі його нагріву.

Постановка проблеми. В зв'язку з особливостями експлуатації електрообладнання в АПК, щорічно виходять з ладу до 25% асинхронних двигунів в тому числі і заглибних [1]. До специфічних умов експлуатації слід віднести низьку якість напруги мережі, змішане підключення трифазних і однофазних споживачів, обрив і замикання проводів лінії електропередачі, перевантаження, недостатній рівень технічного обслуговування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість існуючих систем діагностування заглибних електродвигунів [2] базується на моделі нагріву електродвигуна, як гомогенного тіла, в той час як більш точною є теплова модель [3], в якій електродвигун представлений трьома тілами нагріву: обмоткою статора, обмоткою ротора, сталлю. Під час моделювання теплових процесів, що відбуваються у заглибному електродвигуні, дослідження показали суттєві розходження гомогенної системи від гетерогенної на початковій стадії нагріву обмотки статора які сягають 50%, а по мірі нагріву зменшуються до 1-5%.

Мета статті. На підставі проведених досліджень математичної моделі діагностування пропонується блок-схема пристрою діагностування експлуатаційних режимів роботи заглибного електродвигуна.

Основні матеріали дослідження. За результатами теоретичних досліджень була розроблена математична модель діагностування експлуатаційних режимів роботи заглибного електродвигуна за якою розраховуються:

– середнє квадратичне діюче значення струму

$$I_{ск.i} = \sqrt{\frac{I_{Ai}^2 + I_{Bi}^2 + I_{Ci}^2}{3}}, \quad (1)$$

де I_{Ai} , I_{Bi} , I_{Ci} – діючі значення фазних струмів на i -ій ділянці часу, А;

– коефіцієнт завантаження електродвигуна за струмом

$$k_i = \frac{I_{ск.i}}{I_n}, \quad (2)$$

де I_n – діюче номінальне значення фазного струму електродвигуна, А;

– усталене перевищення температури обмотки статора

$$\tau_{iy} = \frac{d_i}{d_{li}}, \quad (3)$$

де d_i , d_{li} – коефіцієнти теплової моделі заміщення електродвигуна на i -ій ділянці часу;

– перевищення температури обмотки статора

$$\tau_i = \tau_{iy} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_e}} \right) + \tau_{(i-1)} e^{-\frac{\Delta t}{T_e}}, \quad (4)$$

де Δt – дискретність діагностування, с;

T_e – еквівалентна постійна часу нагріву, с.

– коефіцієнт перетворення електроенергії

$$k_n = \frac{\Delta P_{сн} + k_i^2 \Delta P_{мн}}{\Delta P_{сн} + \Delta P_{мн}}, \quad (5)$$

де $\Delta P_{сн}$ – номінальні втрати активної потужності в сталі електродвигуна, Вт;

$\Delta P_{мн}$ – номінальні втрати активної потужності в міді електродвигуна, Вт;

– коефіцієнт витрати ресурсу ізоляції

$$k_{pi} = e^{B \left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\tau_i + \theta_{cp} + 273} \right)}, \quad (6)$$

де B – показник, що характеризує ізоляцію даного класу, К.

θ_n – абсолютна номінальна температура ізоляції даного класу, К;

τ_i – перевищення температури обмотки статора на i -ій ділянці часу, °С;

θ_{cp} – температура навколишнього середовища, °С.

Технічні вимоги до пристрою діагностування передбачають:

- контроль фазних струмів електродвигуна;
- відключення електродвигуна під час впливу надструмів;
- сигналізацію при досягненні коефіцієнтами перетворення електричної енергії й/або витрати ресурсу ізоляції заданих значень;

- відключення електродвигуна при досягненні коефіцієнтами перетворення електричної енергії й/або витрати ресурсу ізоляції гранично припустимих значень;
- відключення електродвигуна під час обриву фази;
- відключення електродвигуна під час схлюстування проводів лінії електропередачі;
- відключення електродвигуна під час зникнення навантаження ("сухий хід" насоса);
- дистанційну передачу даних про аномальний режим роботи електродвигуна.

Блок-схема пристрою діагностування наведена на рис. 1.

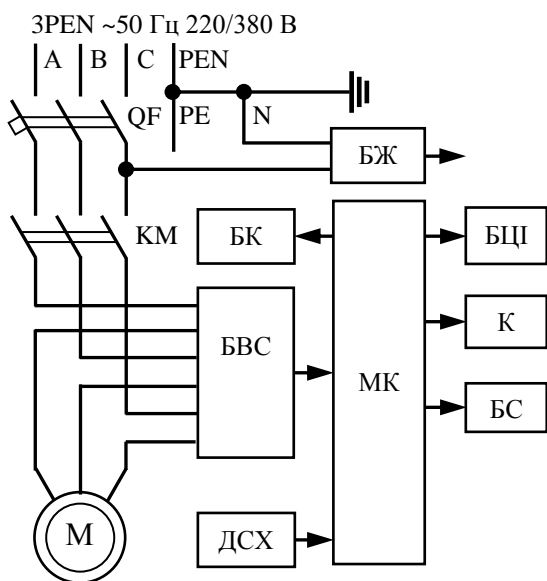


Рисунок 1 – Блок-схема пристрою діагностування експлуатаційних режимів

Пристрій діагностування містить блок виміру фазних струмів БВС, з якого на вхід мікроконтролера МК подаються напруги, що пропорційні фазним струмам електродвигуна. Мікроконтролер виконує розрахунок поточних коефіцієнтів перетворення електричної енергії й витрати ресурсу ізоляції.

Датчик "сухого ходу" ДСХ запобігає роботі двигуна у разі падіння рівня води в свердловині.

Блок цифрової індикації БЦІ дозволяє контролювати фазні струми, перевищення температури обмотки електродвигуна, коефіцієнти перетворення електричної енергії й витрати ресурсу ізоляції.

За допомогою блоку БЦІ й клавіатури К відбувається ввід параметрів математичної моделі електродвигуна. Ввід параметрів математичної моделі можна також виконувати за допомогою блоку сполучення БС, що забезпечує зв'язок з персональним комп'ютером.

Блок комутації БК призначений для керування роботою магнітного пускача КМ, включення і відключення електродвигуна.

Живлення пристрою здійснюється за допомогою блоку живлення БЖ від мережі змінного струму 220 В.

На підставі запропонованої математичної моделі діагностування, а також блок-схеми розроблена принципова електрична схема пристрою діагностування.

Висновки. Розроблений пристрій дозволяє контролювати режим роботи електродвигуна заглибного насоса, а також здійснювати сигналізацію за допомогою GSM-модему і відключення електро-насосного агрегату у разі аномального режиму, що виникає під впливом зовнішніх факторів.

Проведено оцінювання надійності пристрою діагностування: імовірність безвідмовної роботи складає 0,9; середній час безвідмовної роботи дорівнює 131216 год.

Список використаних джерел.

1. Некрасов А.И. Система технического сервиса электрооборудования в АПК / А.И. Некрасов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2002. – №5, – С.23-25.
2. Гамзаев М.М. Повышение эксплуатационной надежности погружных электронасосных установок с помощью температурной защиты. Автореф. дисс. на соиск учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.02 «Электрификация сельскохозяйственного производства» / М.М. Гамзаев. – Челябинск, 1987. – 20 с.
3. Курашкін С.Ф. Дослідження втрат потужності еквівалентної теплової схеми заглибного електродвигуна / С.Ф. Курашкін, В.В. Овчаров // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – Вип. 32. – С. 50 – 54.

Аннотация

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОГРУЖНОГО НАСОСА

Курашкін С.Ф.

Предложена математическая модель и блок-схема устройства диагностирования эксплуатационных режимов работы электродвигателя погружного насоса по току в соответствии с гетерогенной моделью его нагрева.

Abstract

MATHEMATICAL MODEL AND DEVICE FOR DIAGNOSE SUBMERSIBLE MOTOR MODE

S. Kurashkin

There was proposed the mathematical model and device block diagram for diagnose submersible motor mode using current measurement according to heterogenic heating model.