

## ЗАХИСТ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ

Попова І. О., Курашкін С. Ф., Нестерчук Д. М.

Таврійський державний агротехнічний університет

Робота присвячена розробці структурної і принципової електричної схеми захисту асинхронного електродвигуна від несиметричного режиму і перевищення температури обмотки двигуна більше допустимого значення.

**Постановка проблеми.** На ефективність використання робочих машин і механізмів в умовах сільськогосподарського виробництва суттєво впливає експлуатаційна надійність електропривода, головною частиною якого є асинхронний електродвигун.

Висока аварійність асинхронних електродвигунів обумовлює необхідність вдосконалення існуючих або розробки нових засобів діагностики і захисту від аварійних режимів роботи. Основними причинами, що істотно впливають на термін експлуатації асинхронних електродвигунів, є низька якість напруги мережі, перевантаження з боку робочої машини та порушення правил експлуатації. Найважчими аваріями напруги мережі вважаються: її неприпустиме зниження або підвищення, порушення симетрії (неповнофазність як окремих випадків) та порушення чергування фаз [1].

Робота в умовах несиметрії супроводжується значним зменшенням моменту обертання, підвищенням фазних струмів, як наслідок, перегрівом фазної ізоляції обмоток статора, зниженням ресурсу її ізоляції. Отже, розробка пристроїв діагностування та захисту асинхронних двигунів під час експлуатації є доцільним і спрямована на підвищення їх експлуатаційної надійності і ресурсозбереження [1].

**Аналіз останніх досліджень.** В наш час існує велика кількість пристроїв, призначених для контролю величини напруги мережі і керування трифазними асинхронними двигунами шляхом відключення їх від електричної мережі у випадку аварійних режимів, таких як: критичні перепади напруги; обриви і автоматичне повторне вмикання електродвигуна після повернення параметрів мережі в норму. Більшість із реле не мають відповідної універсальності, контролюють тільки фазні струми або перевищення (зниження) напруги, тощо. Це у свою чергу призводить до необхідності використання декількох аналогічних реле, що ускладнює схему, підвищує капіталовкладення, енергоспоживання, зменшує надійність роботи.

Промисловістю випускаються комбіновані пристрої або реле. Наприклад фазочутливі пристрої захисту ФУЗ-М, ФУЗ-У, які призначені для захисту двигунів від неповнофазних режимів, в них використовується контроль максимального струму, кута зсуву фаз споживаних струмів і температури статора (корпусу). Однак, ФУЗ не завжди передбачає відключення двигуна якщо навантаження носить змінний характер, або при надзвичайному підвищенні температури зовнішнього середовища і порушеннях в системі охолодження оскільки контролюється температура статора, а не

лобових частин обмотки і не передбачається регулювання уставки спрацювання [2, 3, 4].

**Метою статті** є розробка захисного пристрою контролю несиметричних режимів асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором і перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення, застосовуючи сучасну базу напівпровідникової техніки.

**Основні матеріали дослідження.** Аналізуючи аномальні режими роботи електродвигунів, було вирішено розробити пристрій захисту асинхронних електродвигунів в залежності від класу ізоляції асинхронних двигунів.

До захисного пристрою висувається виконання наступних умов:

- контроль несиметрії напруги мережі на затискачах асинхронного електродвигуна;
- відключення двигуна при досягненні граничного значення несиметрії напруги на його затискачах;
- контроль перевищення температури обмоток електродвигуна впродовж роботи;
- відключення електродвигуна при досягненні граничного значення перевищення температури обмотки;
- забезпечення світлової сигналізації аварійного режиму відключення електродвигуна при досягненні граничного значення перевищення температури обмотки;
- забезпечення звукової і світлової сигналізації при перевищенні фазних струмів і температури обмоток статора двигуна більш допустимого значення.

На підставі висунутих умов була складена структурна схема пристрою захисту асинхронного електродвигуна від несиметричних режимів роботи, яка наведена на рис. 1.

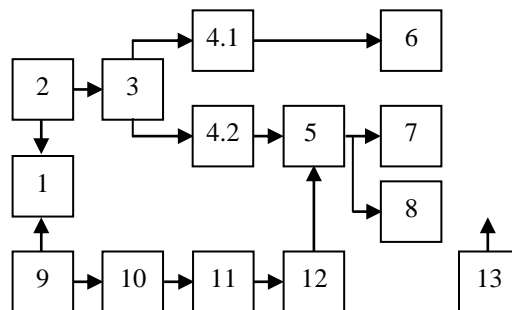


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою захисту

На схемі прийняті наступні умовні позначення: 1 – асинхронний двигун; 2 – фільтр напруги зворотної послідовності; 3 – операційний підсилювач; 5 – логічний елемент "АБО"; 6 – світлова сигналізація

при досягненні гранично допустимої несиметрії; 7 – світлова сигналізація при глибокій несиметрії (обрив фази); 8 – звукова сигналізація при відключенні двигуна; 9 – первинні перетворювачі температури обмоток статора; 10 – стабілізоване джерело струму; 11 – тригер Шмітта; 12 – логічний елемент "НІ", 13 – стабілізоване джерело живлення.

На підставі структурної була розроблена принципова електрична схема пристрою захисту – рисунок 2. Пристрій забезпечує: контроль допустимої напруги на затискачах асинхронного електродвигуна; відключення електродвигуна при досягненні напруги зворотної послідовності на затискачах електродвигуна більше 10% від номінальної лінійної напруги  $U_L$  з відповідною світловою і звуковою сигналізацією; відключення двигуна при досягненні допустимого значення температури обмотки статора, передбаченого для даного класу ізоляції і включення світлової сигналізації.

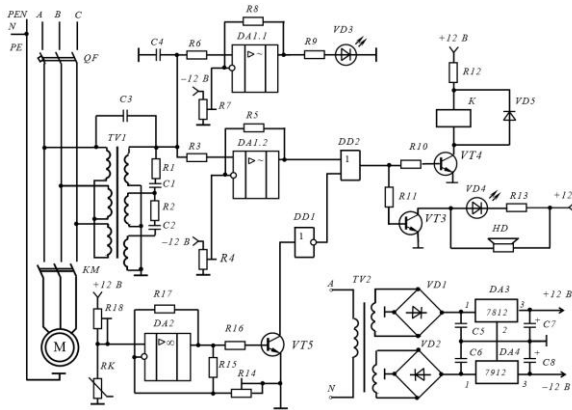


Рисунок 2 – Принципова схема пристрою захисту

Пристрій працює наступним чином. Напруга з затискачів електродвигуна через трансформатор  $TV1$  подається на фільтр напруги зворотної послідовності  $RC1R2C2$ . З фільтру напруга подається на неінвертовані входи операційного підсилювача  $DA1.1$  і  $DA1.2$ . На інші входи  $DA1.1$  і  $DA1.2$  подається опорна напруга від джерела живлення, яка регулюється потенціометрами  $R4$ ,  $R7$ . Величина опорної напруги на  $DA1.1$  пропорційна напрузі зворотної послідовності при допустимій несиметрії  $0,02U_L$ , на  $DA1.2$  – напрузі зворотної послідовності при несиметрії  $0,1U_L$  (обрив фази).

Якщо напруга на затискачах електродвигуна симетрична, вхідний сигнал на  $DA1.1$  і  $DA1.2$  відсутній, двигун працює у нормальному стані. При несиметрії напруги на входах  $DA1.1$  і  $DA1.2$  з'являється сигнал, і якщо він не перевищує допустимого значення  $0,02U_L$ , то на виході  $DA1.1$  з'являється сигнал, включається світлова сигналізація  $VD3$ . Під час глибокої несиметрії (обрив фази) на неінвертованому вході  $DA1.2$  з'являється напруга, пропорційна напрузі зворотної послідовності  $0,1U_L$ , спрацьовує світлова  $VD4$  і звукова  $HD$  сигналізація "Аварійний режим", спрацьовує реле  $K$ , знеструмується електродвигун  $M$ .

В якості первинного перетворювача температури застосовуються три з'єднаних послідовно і укладених

в лобових частинах фаз обмоток статора двигуна позистори  $RK$ . Під час тривалого перевантаження або порушення теплообміну двигуна збільшується температура обмотки і опір позистора  $RK$ , що веде до підвищення на ньому падіння напруги. При досягненні на неінвертованому вході операційного підсилювача  $DA4$  напруги спрацювання тригера на виході елемента  $DD1$  з'являється рівень логічної "1", подається сигнал на елемент  $DD2$  "АБО", транзистори  $VT3$ ,  $VT4$  відкриваються, спрацьовує світлова і звукова сигналізація, реле  $K$  і двигун  $M$  зупиняється.

**Висновок.** Розроблене реле дозволяє контролювати і захищати асинхронний електродвигун від несиметричних режимів, перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення, що дозволяє підвищити його експлуатаційну надійність та збільшити строк експлуатації.

### Список використаних джерел

1. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.
2. Грундуллис А. О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 110 с.
2. Соркинд М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы / М. Соркинд // "Новости Электротехники", № 2 (32), 2005.
4. Закладний О. М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О. М. Закладний, В. В. Прокопенко, О. О. Закладний // Промелектро. – 2010. – № 4. – С.36-40.

### Анотація

#### ЗАЩИТА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ

Попова И. А., Курашкин С. Ф., Нестерчук Д. Н.

*Работа посвящена разработке структурной и принципиальной электрической схемы защиты асинхронного электродвигателя от несимметричного режима и превышения температуры обмотки двигателя больше допустимого значения.*

### Abstract

#### NON-SYMMETRIC MODES PROTECTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR

I. Popova, S. Kurashkin, D. Nesterchuk

*The work is devoted to development of structural and electrical circuit protection of an asynchronous motor under asymmetrical mode and motor winding temperature control over allowable value.*