

УДК 621.313.333.2:621.316.925.1

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Попова І.О.¹, Курашкін С.Ф.², Нестерчук Д.М.³

¹ канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, igiparopova54@gmail.com;

² канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь;

³ канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь

Анотація: у роботі наведена принципова електрична схема пристрою, який виконує контроль, діагностику і захист асинхронних електродвигунів від несиметричного режиму і перевищення температури їх обмоток більше допустимого значення.

Ключові слова: пристрій, діагностика, захист, несиметрія, перевищення температури, фільтр, послідовність.

Постановка проблеми. 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 [1]. Найважчими аваріями напруги мережі вважаються: неприпустиме відхилення напруги, порушення її симетрії (неповнофазність) та виникнення невірної чередування фаз.

Робота в умовах несиметричних і неповнофазних режимів супроводжується значним зменшенням моменту обертання, підвищенням фазних струмів і, як наслідок, перегріву фазної ізоляції обмоток статора і підвищень витраті ресурсу її ізоляції. Перевантаження з боку робочої машини, а також несиметричні режими призводять до підвищення втрат теплової енергії в обмотках, підвищеного нагріву ізоляції обмоток і теплового старіння. Отже,

розробка пристроїв діагностики та захисту асинхронних двигунів в процесі їх експлуатації є доцільним питанням, яке спрямоване на підвищення їх експлуатаційної надійності і ресурсозбереження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В наш час існує велика кількість пристроїв, призначених для контролю величини напруги електричної мережі і керування трифазними асинхронними двигунами шляхом відключення їх в аварійних випадках, таких як: критичні перепади напруги; обриви і автоматичне повторне вмикання електродвигуна після повернення параметрів мережі в норму. Більшість з реле не мають відповідної універсальності, оскільки контролюють тільки сили струмів або перевищення (зниження) напруги, тощо. Це, у свою чергу призводить до необхідності застосування 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 контролюється максимальний струм, кут зсуву фаз і температура магнітопроводу (корпусу) статора [2]. Однак ФУЗ не завжди відключає електродвигун при змінному характері навантаження, при надзвичайному підвищенні температури зовнішнього середовища і порушеннях в системі охолодження через те, що в них контролюється температура статора (корпусу), а не лобових частин обмотки і не передбачається регулювання уставки спрацювання.

Мета дослідження. Завданням є розробка пристрою захисту асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від несиметричних режимів і перевищення температури їх обмоток більше допустимого значення, використовуючи сучасне елементну базу.

Виклад основного матеріалу. Розроблена структурна схема пристрою захисту від несиметричних режимів (рисунок 1).

Пристрій складається з наступних блоків і елементів [3]: знижувального трансформатора ЗТН; фільтру напруги зворотної послідовності ФНЗП; операційних підсилювачів ОП1, ОП2; логічного елементу «АБО» ЛЕ1; логічного елементу «НІ» ЛЕ2; первинного перетворювача температури ППТ; світлової сигналізації перевищення несиметрії напруги вище нормально допустимого значення СС1; світлової сигналізації перевищення несиметрії напруги вище гранично допустимого значення (глибока несиметрія) СС2; звукової сигналізації

глибокої несиметрії напруги ЗС; виконавчого органу ВО; стабілізованого джерела живлення СН.

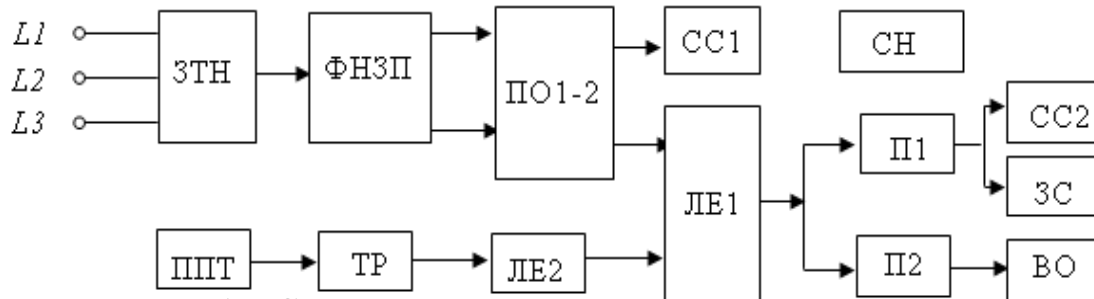


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою захисту

Розроблена принципова схема пристрою захисту зображена на рисунку 2. Пристрій забезпечує:

- контроль напруги затискачах асинхронного електродвигуна;
- відключення електродвигуна при досягненні напруги зворотної послідовності на затискачах більше 10% від номінальної лінійної напруги;
- включення світлової та звукової сигналізації при досягненні напруги зворотної послідовності на затискачах більше 10% від номінальної лінійної напруги U_n ;
- відключення електродвигуна при досягненні обмоткою статора гранично допустимого значення температури.

Пристрій працює наступним чином. Напруга з затискачів асинхронного двигуна через понижувальний трансформатор ТУ подається на фільтр напруги зворотної послідовності, який виконаний на елементах R1, R2 і C1, C2. З вторинних виводів фільтру напруга зворотної послідовності подається на неінвертовані входи здвоєного операційного підсилювача DA1.1 і DA1.2. На інші входи подається опорна напруга, величина якої на вході DA1.1 пропорційна напрузі зворотної послідовності при нормально допустимій несиметрії 2% від U_n , а на вході DA1.2 – напрузі зворотної послідовності при досягненні несиметрії 15% від U_n (відповідає обриву фазного проводу). При симетричній напрузі живлення на виходах DA1.1 і DA1.2 присутній низький логічний рівень, тому сигнал на відключення електродвигуна відсутній. У разі несиметричної напруги живлення на неінвертованих входах DA1.1 і DA1.2 з'являється сигнал. Якщо його величина досягає нормально допустимого значення несиметрії лінійних напруг (2%), то на виході DA1.1 з'являється сигнал, включається світлодіод VD3. Під

час глибокої несиметрії (обрив фази живлення) на неінвертованому вході DA1.2 з'являється напруга, яка пропорційна обриву фази (напруга зворотної послідовності 10% від U_n). На виході DA1.2 з'являється високий логічний рівень, спрацьовує світлова індикація VD4 «Аварійний режим», вмикається звукова сигналізація HD і спрацьовує реле K, контакт якого розмикає живлення магнітного пускача KM, силові контакти якого знеструмлюють електродвигун M.

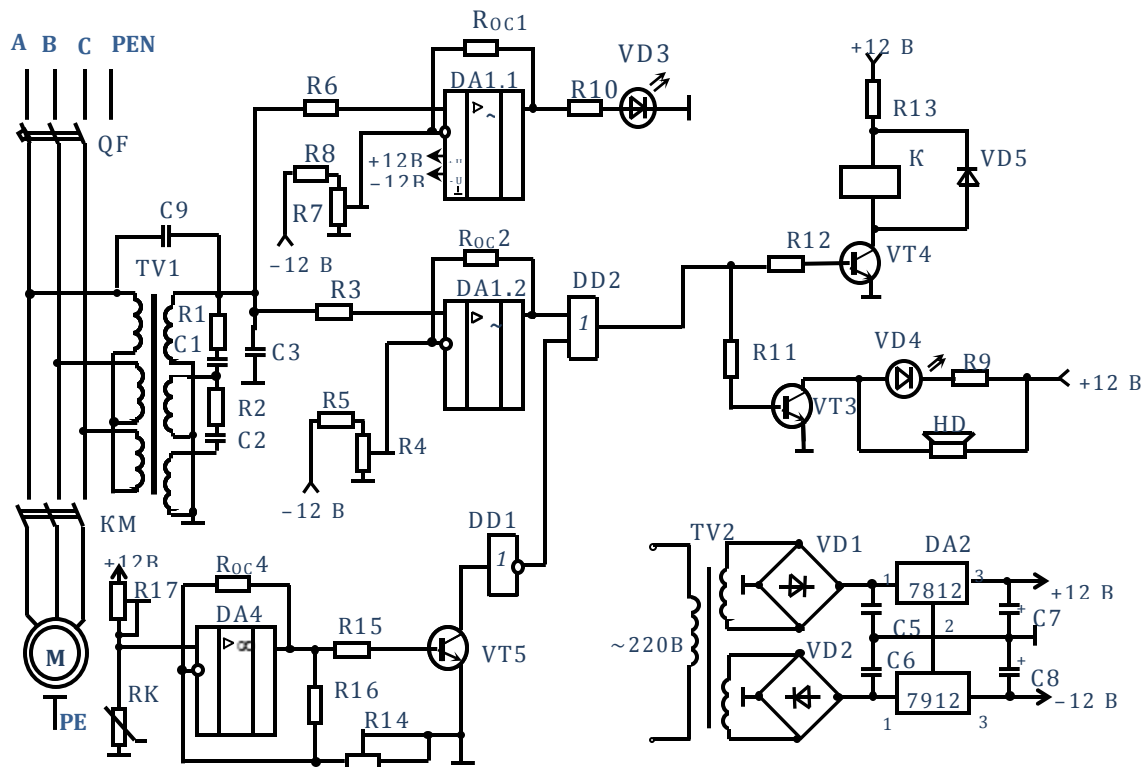


Рисунок 2 – Принципова схема пристрою захисту

В якості первинного перетворювача температури використані три позистори RK, з'єднані послідовно і укладені в лобових частинах кожної фазної обмотки статора двигуна. При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну двигуна збільшується температура обмотки і відповідно опір позисторів, і падіння напруги на них. При досягненні напруги спрацювання на неінвертованому вході операційного підсилювача DA4 відкривається транзистор VT5 і на виході логічного елементу «НІ» DD1 з'являється логічна «1», яка подається на логічний елемент «АБО» DD2 – це спричиняє спрацювання світлової, звукової сигналізації, а також отримує живлення реле K.

Висновки. Розроблений пристрій дозволяє контролювати і захищати асинхронний електродвигун від несиметричних режимів і тривалого перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення, що дозволяє підвищити його експлуатаційну надійність та збільшити строк експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Закладной А.Н. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / А.Н. Закладной // Энергетика та електрифікація. 2010. – №4. – С.63-67.
2. Ермолаев С.А. Эксплуатация энергооборудования в сельском хозяйстве: учебник / С.А. Ермолаев, Е.П. Масюткин, В.Ф. Яковлев. – К.: Инкос, 2005. – 670 с.
3. Попова І.О. Розробка алгоритму і структури пристрою захисту трифазного двигуна / І.О. Попова, С.Ф. Курашкін С.Ф. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. 203. – Харків: ХНТУСГ, 2019. С.104-106.

Аннотация: в работе приведена принципиальная электрическая схема устройства, которое осуществляет контроль, диагностику и защиту асинхронных электродвигателей от несимметричного режима и превышения температуры их обмоток больше допустимого значения.

Ключевые слова: устройство, диагностика, защита, несимметрия, превышение температуры, фильтр, последовательность.

Summary: the device circuit diagram is shown in the research, it performs control, diagnostics and protection of induction motors from asymmetric mode and temperature rise of their windings is greater than permissible value.

Key words: device, diagnostics, protection, asymmetry, temperature excess, filter, sequence.