

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ВІД НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

*У роботі наведена принципова електрична схема пристрою, яка виконує контроль, діагностику і захист асинхронних електродвигунів від несиметричного режиму і перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення.*

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

*The basic electric circuit of the device, which performs control, diagnostics and protection of asynchronous electric motors from asymmetrical mode and exceeds the temperature of winding of motors, is more than a permissible value.*

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

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 збоку робочої машини та порушення правил експлуатації. Найважчими аваріями напруги мережі вважаються: неприпустиме зниження (або підвищення) напруги, порушення її симетрії (неповнофазність) та виникнення неправильного чергування 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 підвищеній витраті ресурсу її ізоляції. Перевантаження збоку робочої машини, несиметричні режими призводить до підвищення втрат теплової енергії в обмотках, підвищеному нагріву ізоляції обмоток і тепловому старінню. Отже, розробка пристроїв діагностики та захисту асинхронних двигунів в процесі їх експлуатації є доцільним питанням, яке спрямоване на підвищення їх експлуатаційної надійності і ресурсозбереження.

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, так як контролюють тільки сили струмів 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 магнітопроводу (корпусу) статора. Однак ФУЗ не завжди передбачає відключення двигуна при змінному характері навантаження, при надзвичайному підвищенні температури зовнішнього середовища і порушеннях в системі охолодження. Оскільки в них ведеться контроль температури статора (корпусу), а не в лобових частин обмотки і не передбачається регулювання уставки спрацювання.

Завданням є розробити пристрій захисту від несиметричних режимів асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором і перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення на сучасній базі напівпровідникової техніки.

Розроблена структурна схема пристрою захисту від несиметричних режимів (рис. 1).

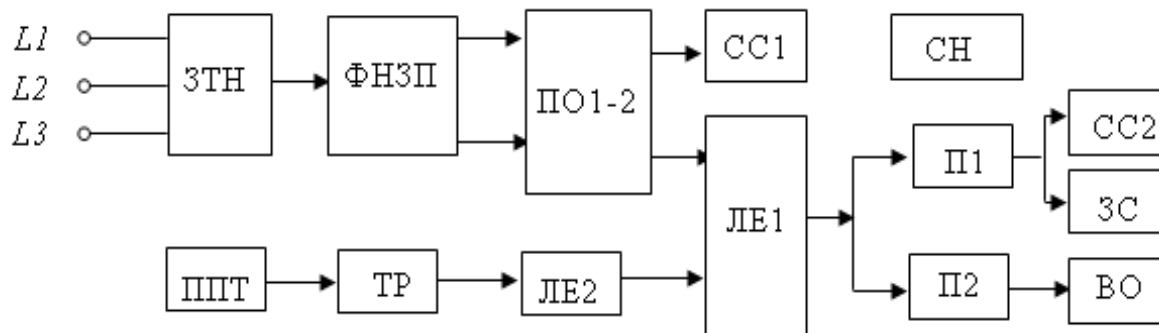


Рис. 1. Структурна схема ресурсозберігаючого пристрою від несиметричних режимів асинхронного двигуна

Пристрій складається з наступних блоків і елементів:

- знижуючого трансформатора напруги ЗТН;
- фільтру напруги зворотної послідовності ФНЗП;
- операційних підсилювачів ОП1, ОП2;
- логічного елемента «Або» ЛЕ1;
- логічного елемента «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;
- звукова сигналізація глибокої несиметрії напруги ЗС;
- виконавчий орган ВО;
- стабілізоване джерело напруги СН.

Розроблена принципова схема пристрій захисту, що зображена на рисунку 2, забезпечує виконання наступних умов:

- контроль нормально допустимої напруги затискачах асинхронного електродвигуна;
- відключення електродвигуна при досягненні напруги зворотної послідовності на затискачах асинхронних двигунів більше 10% від номінальної лінійної напруги;
- включення світлової та звукової сигналізації при досягненні напруги зворотної послідовності на затискачах асинхронних двигунів більше 10 % від номінальної лінійної напруги;
- відключення асинхронних електродвигунів при досягненні гранично допустимого значення температури обмоткою статора асинхронного двигуна, передбаченою для даного класу ізоляції і включення світлової сигналізації;

Пристрій працює наступним чином. Напруга з затискачів асинхронного двигуна через понижуючий трансформатор напруги ТН подається на фільтр напруги зворотної послідовності виконаний на резисторах R1, R2 і конденсаторах C1 і C2.

З вторинних виводів фільтру знімається напруга зворотної послідовності і подається на неінвертовані вводи зведеного операційного підсилювача DA1.1 і DA1.2. На інші вводи зведеного операційного підсилювача DA1.1 і DA1.2 подається опорна напруга від стабілізованого джерела живлення, яка задається за допомогою потенціометру R7 і R4. Величина опорної напруги на DA1.1 пропорційна напрузі зворотної послідовності при нормально допустимій несиметрії 2%  $U_{л}$ , а на DA1.2 пропорційна напрузі зворотної послідовності при досягненні несиметрії 10%  $U_{л}$  (обрив фази). Операційний підсилювач

працює таким чином: якщо напруга на неінвертованому ввіді дорівнює опорній напрузі, то на виході його з'являється сигнал.

При симетричній напрузі на затискачах асинхронного електродвигуна на неінвертованому ввіді операційного підсилювача сигнал відсутній, і на виході DA1.1 і DA1.2 він теж відсутній, асинхронний двигун працює, тому не включається ані світлова сигналізація несиметричного режиму, ані звуковий сигнал аварійного відключення асинхронного електродвигуна. При появі несиметрії напруги мережі на неінвертованому ввіді 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.

При обриві обмотки асинхронного електродвигуна (глибокій несиметрії) на неінвертованому ввіді DA1.2 з'являється напруга, пропорційна обриву фази (напруга зворотної послідовності 10 %  $U_L$ ). На виході DA1.2 з'являється сигнал, спрацьовує світлова індикація VD4 «Аварійний режим», подається звуковий сигнал HD. Відкривається біполярний транзистор VT4 і подається напруга на котушку К реле напруги К, розмикаючий контакт якого К, розмикається в колі котушки магнітного пускача КМ, силові контакти якого розмикаються і знімають напругу з асинхронного електродвигуна M1.

В якості первинного перетворювача температури використані три терморезистори (позистори) RK, з'єднані послідовно і укладені в лобових частинах кожної фазної обмотки статора двигуна. При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну асинхронного двигуна збільшується температура фазної обмотки і величина опору позистора RK, тому підвищується падіння напруги на ньому. При досягненні на неінвертованому ввіді операційного підсилювача DA4 напруги спрацювання тригера, транзистора VT5 відкривається і на вході логічного елемента «НІ» DD1 з'являється рівень логічного нуля, тому на вході DD1 – рівень логічної «1» і подається сигнал на логічний елемент DD2 «АБО». На виході якого з'являється сигнал. Транзистори VT3, VT4 відкриваються, спрацьовує світлова, звукова сигналізація і котушка реле напруги К.

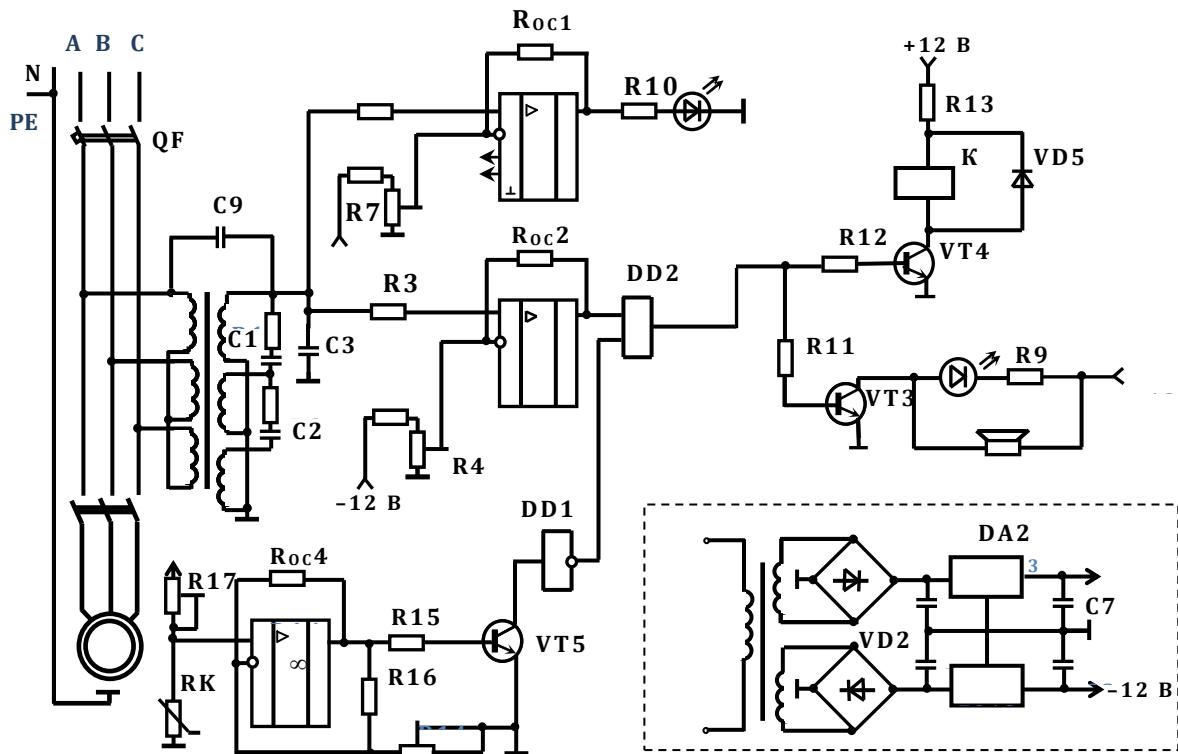


Рис. 2. Принципова схема ресурсозберігаючого пристрою захисту від несиметричних режимів асинхронного двигуна

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

### ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Закладний О.М. та ін. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів // Промелектро. 2010. №4. С.36–40.
2. Соркінд М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы // «Новости Электротехники», №2 (32), 2005.
3. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі:автореф. Дис. На здобуття наук. ступ. канд. техн. Наук: спец. 05.09.16 «Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі». Мелітополь, 2003. 20 с.