

## ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ

УДК 621.313.333

### ПРИСТРІЙ КОМБІНОВАНОГО ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ

Попова І.О., к.т.н.,

Нестерчук Д.М., к.т.н.,

Стьопін Ю.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-32-63

**Анотація** – робота присвячена розробці пристрою комбінованого захисту асинхронного електродвигуна від аварійних режимів роботи, який дозволить підвищити його експлуатаційну надійність.

**Ключові слова** – діагностування, сила струму, температура обмотки, аварійний режим.

Ефективність роботи робочих машин сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від надійності електроприводів – асинхронних електродвигунів.

Найбільш вразливою частиною асинхронного двигуна є обмотка статора. До найбільш поширених причин виходу з ладу обмотки статора асинхронного двигуна (до 50 %) відноситься її струмове перевантаження збоку робочої машини, також заклинення ротору і руйнація підшипникового вузла, а внаслідок обриву фази і виникнення неприпустимої асиметрії напруг фаз мережі виходить з ладу до 45% статорних обмоток асинхронних електродвигунів [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Існуючі пристрої діагностування режимів роботи асинхронних двигунів здійснюють контроль фазного струму, несиметрії напруг мережі, відхилення напруги на затискачах і температури обмотки або сталі статора і корпусу і відключають двигуни під час виконання технологічного процесу при досягненні граничного значення контрольованого параметру. Перевагу слід віддати пристроям діагностування, які контролюють не один, а декілька параметрів, що дозволяє захистити асинхронний двигун від більшої кількості аварійних режимів [2].

Розробка комбінованого пристрою дозволить не тільки постійно

контролювати і діагностувати фазні струми асинхронних двигунів, температуру їх обмоток, але здійснювати своєчасне відключення їх від електромережі, що попередить вихід двигунів з ладу в результаті аномального режиму. Тому розробка пристрою діагностування та захисту асинхронних електродвигунів в процесі їх експлуатації є доцільним питанням, яке спрямоване на підвищення їх експлуатаційної надійності та ресурсозбереження.

*Формулювання цілей статті.* Розробка комбінованого пристрою захисту асинхронних електродвигунів в процесі їх експлуатації для підвищення їх експлуатаційної надійності та ресурсозбереження.

*Основна частина.* Пристрій призначений для контролю і діагностування експлуатаційних режимів роботи асинхронного двигуна від перевантаження за струмом і температурою. Він повинен забезпечувати виконання наступних умов:

- контроль фазних струмів в обмотках асинхронного електродвигуна;

- контроль температури обмоток асинхронного електродвигуна;

- світлова сигналізація при перевищенні фазних струмів і температури обмоток асинхронного двигуна більш допустимого значення;

- відключення асинхронного електродвигуна при перевищенні фазних струмів і температури обмоток асинхронного двигуна більш допустимого значення;

- звукова сигналізація при перевищенні фазних струмів і температури обмоток асинхронного двигуна більш допустимого значення.

Пристрій має наступні блоки: первинні вимірювальні перетворювачі фазних струмів у напругу ( $\sim/-$ ), згладжуючі фільтри, операційні підсилювачі на основі компаратора, логічний елемент «ИЛИ-НЕ», блок світлової сигналізації при перевищенні фазного струму допустимого значення і температури обмотки, підсилюючий пристрій, блок звукової сигналізації при перевищенні фазного струму і температури обмотки допустимого значення, пристрій контролю часу включення діагностуючого пристрою, гальванічна розв'язка електричних кіл, виконавчий блок, стабілізоване джерело напруги.

В якості первинного вимірювального перетворювача фазного струму у напругу використані датчики Холла ( $\sim/-$ ) – це мікросхеми, кожна з яких вимірює змінний синусоїдний фазний струм і перетворює сигнал на виході мікросхеми у постійну напругу, пропорційну фазному струму. В якості первинних перетворювачів температури застосовані три послідовно з'єднані терморезистори, які розміщені в лобових частинах обмоток статора двигуна [3].

Згладжуючими фільтрами є конденсатори С3, С4, С5 і С6. Для обмеження величини сигналу (напруги), яка подається на компарато-

ри, використані потенціометри R3, R4, R5.

Оптрон U1 виконує гальванічну розв'язку між колами з великими струмами – виконавчого органу і колами з малими струмами – мікросхемами.

Блок світлової сигналізації виконаний на світлодіоді VD9.

Компаратори DA1, DA2, DA3 використані в якості підсилювачів.

Стабілізоване джерело постійної напруги для живлення операційних підсилювачів DA1, DA2, DA3 і створення опорної напруги на них виконано на двох біполярних транзисторах VT1, VT2 і випрямляючих діодних мостах VD1-VD4 і VD5-VD8, на виході яких напруга +15 В і –15 В.

Транзистори VT3- VT5 виконують функцію ключа для подачі сигналу на входи логічного елемента DD1 «ИЛИ-НЕ».

Якщо присутній сигнал хоча б на одному ввіді логічного елемента, наприклад, при несиметрії напруги і нерівномірному збільшенні струмів у обмотках асинхронного електродвигуна, з'являється сигнал на виході логічного елемента DD1.

Для надання звукового сигналу щодо аварійного відключення асинхронного двигуна призначений блок звукової сигналізації HD.

Схема працює наступним чином. Фазні струми проходить через затискачі Ip+ і Ip– мікросхем DA4- DA6 датчиків Холла. З вихідних затискачів OUT мікросхем DA4- DA6 сигнал напруги, пропорційний фазному струму асинхронного двигуна подається на потенціометри R3, R4, R5, де сигнал обмежується і поступає на інвертовані вводи компараторів DA1, DA2, DA3. На інший ввід компараторів подається опорна напруга від стабілізованого джерела живлення +15 В, –15 В, яка задається за допомогою потенціометрів R7, R10 і R13. Величина опорної напруги на компараторах DA1, DA2, DA3 пропорційна граничному значенню фазного струму, при якому настає відключення асинхронного електродвигуна. Якщо напруга на інвертованому ввіді дорівнює опорній напрузі, то на виході компаратора з'являється сигнал, якщо ні, то сигнал на виході відсутній.

Якщо фазні струми не перевищують номінальних значень для асинхронного електродвигуна, то на інвертованому ввіді компараторів сигнал відсутній, і на виході компаратора він теж відсутній, асинхронний двигун працює, тому не включаються ані світлова сигналізація перевищення фазного струму, ані звуковий сигнал аварійного відключення асинхронного електродвигуна.

При збільшенні фазних струмів більш допустимого значення асинхронного двигуна і при досягненні на інвертованому ввіді компараторів або DA1, DA2, DA3 напруги рівній опорній напрузі, що задається стабілізованим джерелом живлення, на виході будь якого

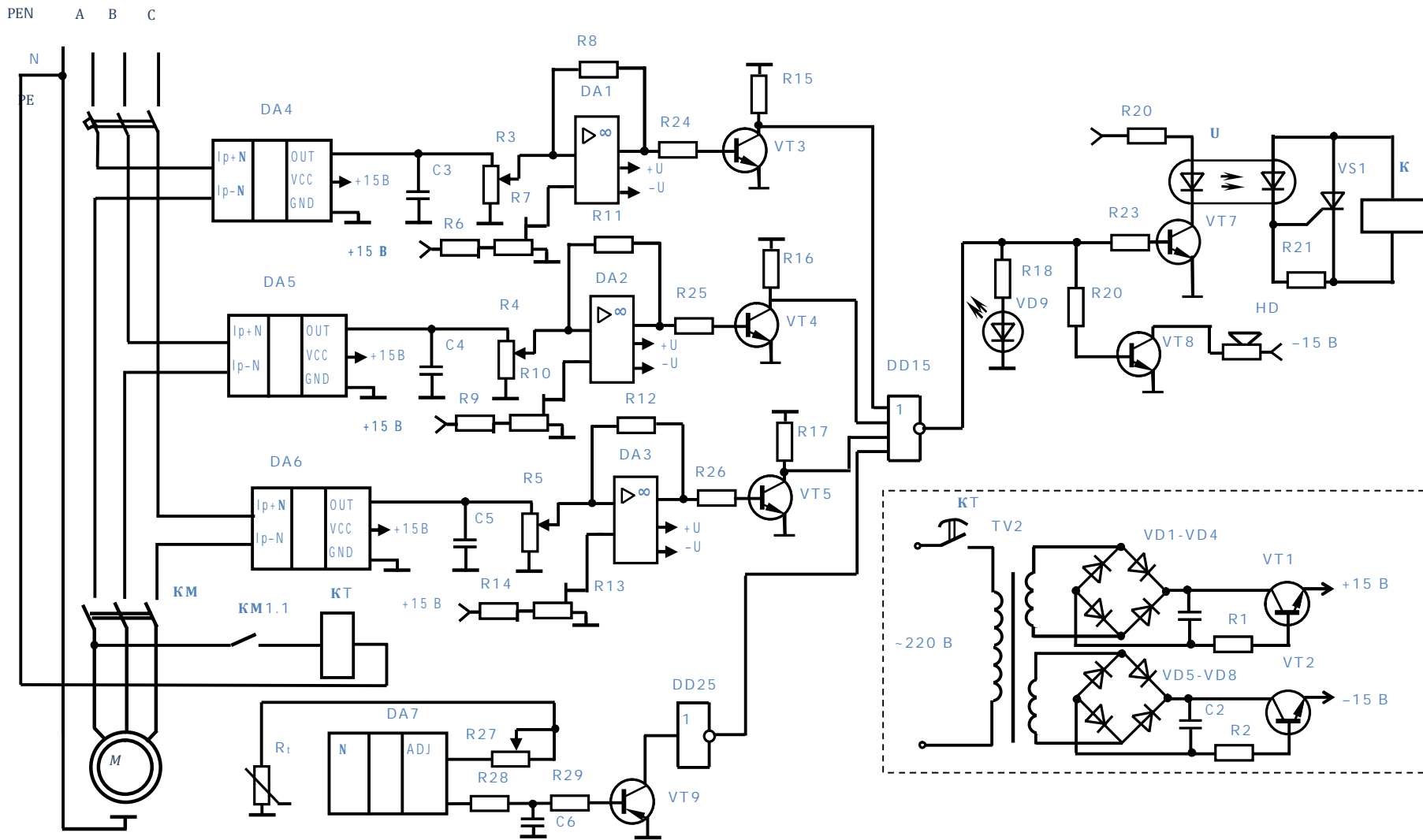


Рис. 1. Принципова схема пристрою комбінованого захисту асинхронного двигуна

компаратора DA1, DA2, DA3 з'являється сигнал. Відкривається один з біполярних транзисторів VT3-VT5, через який напруга подається на логічний елемент DD1, на виході логічного елементу DD1 з'являється сигнал, спрацьовує світлова індикація VD9 про перевантаження за фазним струмом.

На виході логічного елементу з'являється сигнал відгуку, через оптрон U, який є гальванічною розв'язкою слабо струмових кіл мікросхем і сильно струмових кіл тиристора VS1 і реле напруги KV1, на керований електрод тиристора VS1 подається напруга, він відкривається і подається напруга на котушку KV1 реле напруги KV1, розмикаючий контакт якого KV1, розмикається в колі котушки магнітного пускача KM1, силові контакти якого розмикаються і знімають напругу з асинхронного електродвигуна M1.

Граничне значення температури обмотки для класу ізоляції обмоточного проводу асинхронного двигуна задається регульованим резистором R27. При перевищенні температури обмотки асинхронного двигуна гранично заданого значення для класу ізоляції, з'являється сигнал на вході логічного елементу «ИЛИ-НЕ» DD1, на виході логічного елементу DD1 з'являється сигнал, спрацьовує світлова індикація VD9 про перевищення граничного значення температури. На виході логічного елементу з'являється сигнал відгуку, через оптрон U на керований електрод тиристора VS1 подається напруга, він відкривається і подається напруга на котушку KV1 реле напруги KV1, контакт KV1 якого розмикається в колі котушки магнітного пускача KM1 знімається напруга з асинхронного електродвигуна M. Для захисту від хибних спрацювань пристрою під час запуску асинхронного двигуна, передбачена затримка в часі включення стабілізованого джерела живлення за допомогою реле часу КТ. Затримка в часі може регулюватися в залежності від умов запуску асинхронного електродвигуна.

*Висновки.* Пристрій комбінованого захисту асинхронних електродвигунів дозволяє підвищити їх експлуатаційну надійність і збільшити термін їх служби у агропромисловому виробництві.

#### *Література*

1. Некрасов А.И. Система технического сервиса электрооборудования в АПК. / А.И. Некрасов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – №5. – С. 23-25.

2. Пустахайлов С.К. Информационные методы мониторинга электрических машин / С.К. Пустахайлов, В.Ф. Минаков // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск: Юр. ГТУ, 2005. – С. 6-8.

3. 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.

## **УСТРОЙСТВО КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ**

И. А. Попова, Д. Н. Нестерчук, Ю. А. Степин

*Аннотация* – работа посвящена разработке комбинированного устройства защиты асинхронного двигателя от аварийных режимов работы, который позволит повысить его эксплуатационную надежность.

## **DEVICE COMBINATION GUARD ASYNCHRONOUS MOTORS AGAINST EMERGENCY OPERATION**

I. Popova, D. Nesterchuk, Y. Styopin

### *Summary*

Work is devoted to the development of a combined induction motor protection device from emergency operation, which will improve its operational reliability.