

## КОМБІНОВАНИЙ СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Курашкін С. Ф., Попова І. О., Попядухін В. С.

Таврійський державний агротехнічний університет

*Робота присвячена розробці структурної і принципової електричної схеми комбінованого пристрою захисту асинхронного електродвигуна від струмових і температурних перевантажень.*

**Постановка проблеми.** Сучасні стандарти більшості країн світу, включаючи Україну, пред'являють все більш високі вимоги до безпечної експлуатації асинхронних електродвигунів. Для захисту асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором (АД) застосовують різноманітний релейний захист: тепловий, струмовий, температурний, фільтровий і комбінований. Високі показники надійності АД можливі за умови експлуатації при номінальних або близьких до них режимах, що можна забезпечити тільки установкою належного захисту. Багатолітній досвід експлуатації асинхронних електродвигунів показав, що більшість існуючих захистів не забезпечує безаварійну роботу електродвигунів. Отже при розробці пристроїв захисту АД необхідно враховувати особливості режимів їх роботи, можливості виникнення аварійних ситуацій і наслідків, що проявляються з часом [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Пристрої захисту від аварійних режимів можна розділити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та ін.

Струмові захисні пристрої реагують на струм, що тече в обмотці статора електродвигуна. Основним недоліком цих пристроїв є неоднакова чутливість к зміні перевантажень. Найбільшу чутливість вони мають у діапазоні великих перевантажень, пов'язаних з різким зростанням струму у обмотках статора АД. В діапазоні малих перевантажень їх чутливість знижується.

Температурні захисні пристрої реагують на температуру нагріву обмоток електродвигуна і дозволяють його захищати від багатьох складних типів перевантажень (збільшення механічних втрат, тривалих невеликих перевантажень тощо). При досягненні небезпечної для обмотки температури захист відключає двигун незалежно від причин, що викликали перегрів. Однак цей вид захисту погано діє під час значних поштовхових перевантаженнях, і призводить до спізнання спрацювання. В наслідок цього температурний захист неефективний при загальмованому роторі електродвигуна, що є його суттєвим недоліком [2, 3].

Температурно-струмові захисні пристрої поєднують в собі позитивні якості температурних і струмових пристроїв і вільні від недоліків, властивих кожному з них окрема. Такі пристрої достатньо добре захищають АД як при виникненні невеликих тривалих перевантаженнях, так і при значних короткочасних [4].

**Метою статті** є розробка структурної та принципової схеми пристрою комбінованого

струмового захисту, який здатний зберегти експлуатаційні властивості і ресурс електричної ізоляції асинхронних електродвигунів.

**Основні матеріали дослідження.** З аналізу аномальних режимів роботи електродвигунів було вирішено розробити пристрій, призначений для контролю, діагностування режимів роботи і захисту асинхронних електродвигунів від перевантажень за струмом і від перевищення температури обмотки АД більше допустимого значення в залежності від класу ізоляції асинхронних двигунів. Він повинен забезпечувати виконання наступних умов:

- здійснювати контроль струмів в обмотках АД;
- здійснювати контроль температури обмоток АД;
- забезпечувати включення світлової сигналізації при перевищенні фазних струмів і температури обмоток АД більш допустимого значення;
- забезпечувати включення звукової сигналізації при перевищенні фазних струмів і температури обмоток АД більш допустимого значення.
- забезпечувати відключення АД при перевищенні фазних струмів і температури обмоток статора асинхронного двигуна більш допустимого значення.

Структурна схема комбінованого струмового захисту асинхронного електродвигуна наведена на рисунку 1.

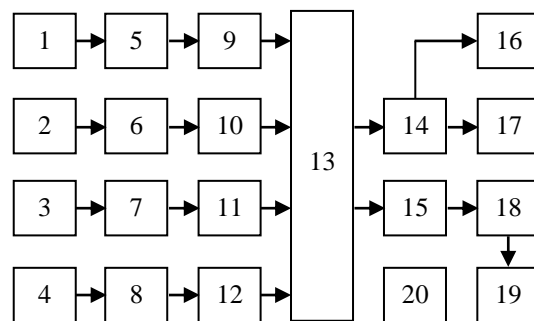


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою захисту

На структурній схемі прийняті наступні умовні позначення: 1-3 – первинні вимірювальні перетворювачі струму; 4 – первинний вимірювальний перетворювач температури; 5-7 – згладжувальні фільтри; 8 – тригер Шмітта, 9-11 – операційний підсилювач; 12 – логічний елемент "НІ"; 13 – логічний елемент "АБО"; 14, 15 – електронний ключ; 16 – світлова сигналізація; 17 – звукова сигналізація; 18 – виконавчий орган; 19 – асинхронний двигун; 20 – стабілізоване джерело живлення.

В якості первинних вимірювальних перетворювачів фазних струмів у напругу застосовуються датчики Холла *DA4-DA6* (рисунок 2), які перетворюють змінний синусоїдний струм у пропорційну постійну напругу. В якості первинних перетворювачів температури застосовані три послідовно з'єднані терморезистори *RK*, розташованих в лобових частинах обмоток статора двигуна. Для обмеження напруги, що подається на операційні підсилювачі *DA1.1-DA1.3*, використані потенціометри *R1, R5, R9*. Граничного значення контрольованого фазного струму задається потенціометрами *R2, R6, R10*, які підключені до входів *DA1.1-DA1.3*. Світлова сигналізація аварійного відключення асинхронного двигуна виконана на світлодіоді *VD6*. Стабілізоване джерело живлення виконано на базі інтегрального стабілізатора *DA2*.

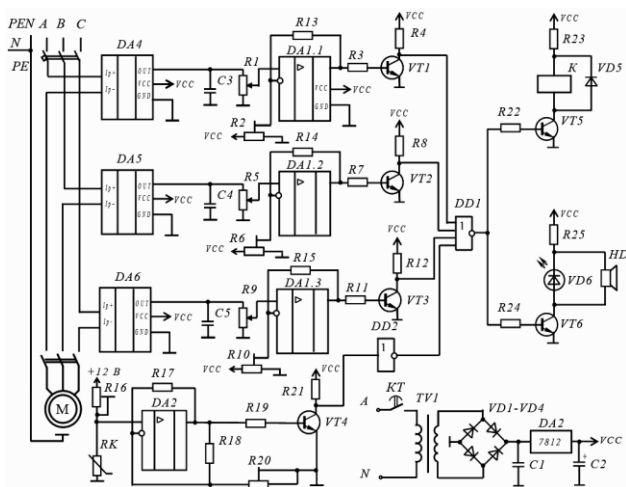


Рисунок 2 – Принципова схема пристрою захисту

При збільшенні фазного струму хоча б в одній обмотці, збільшується напруга на виході датчику Холла (*DA4-DA6*). Якщо величина виміряної напруги досягає граничного значення, заданого резисторами *R2, R6, R10*, на виході операційного підсилювача (*DA1.1-DA1.3*) з'являється напруга високого рівня.

При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну асинхронного двигуна в наслідок ускладнень технологічного процесу, збільшується температура фазної обмотки і величина опору терморезистора *RK*, тому підвищується падіння напруги на ньому. При досягненні на вході підсилювача *DA1.4* напруги спрацювання тригера Шмітта, транзистор *VT4* відкривається і на вході логічного елемента "НІ" з'являється рівень логічного нуля, а на вході *DD2* – логічної "1" і подається сигнал на елемент *DD1*.

Через електронні ключі *VT1-VT4* подаються сигнали на входи логічного елемента *DD1* "АБО". Якщо присутній сигнал хоча б на одному вході *DD1*, наприклад, при перевищенні фазного струму граничного значення у обмотках електродвигуна, з'являється сигнал високого рівня на виході *DD1*, відкриваються транзистори *VT5, VT6* і подається напруга на світлодіод *VD6* і звукову сигналізацію *HD*, а також на котушку проміжного реле *K*, яке своїми

контактами в колі котушки магнітного пускача АД знеструмить його.

Для запобігання хибних спрацювань захисного пристрою під час пуску асинхронного двигуна, передбачений нормально розімкнутий контакт реле часу *KT*, включений в колі стабілізованого джерела живлення. Величина затримки в часі залежить від умов пуску асинхронного двигуна.

**Висновок.** Комбінований струмовий захист дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна за рахунок безперервного діагностування режиму його роботи, що дозволяють збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

#### Список використаних джерел

1. Кондратюк О. Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты. / О. Ю. Кондратюк, Егоров А. Б. // Системы обработки информации. – 2006. – Вип. 4 (53). – С. 79-86.
2. Попова И. О. Контроль режимов работы асинхронных двигателей при несимметрии напряг сети: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / И. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.
3. Соркин М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы / М. Соркин // "Новости Электротехники", № 2 (32), 2005.
4. Закладный О. М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О. М. Закладный, В. В. Прокопенко, О. О. Закладный // Промелектро. – 2010. – № 4. – С. 36-40.

#### Аннотація

### КОМБИНИРОВАННАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Курашкин С. Ф., Попова И. А.,  
Попрыдухин В. С.

*Работа посвящена разработке структурной и принципиальной электрической схемы комбинированного устройства защиты асинхронного электродвигателя от токовых и температурных перегрузок.*

#### Abstract

### COMBINED CURRENT PROTECTION OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR

S. Kurashkin, I. Popova,  
V. Popryaduhin

*The work is devoted to development of structural and electrical circuit complex protection of an asynchronous motor under current and temperature overloads.*