

УДК 621.313.33

## РОЗРОБКА ТЕМПЕРАТУРНО-СТРУМОВОГО ЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Щербаков С. В., студент

[sherbak16032000@gmail.com](mailto:sherbak16032000@gmail.com)

Попова І. О., к.т.н.

[irirnapopova54@gmail.com](mailto:irirnapopova54@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Актуальність та постановка проблеми.** В агропромисловому комплексі у технологічних процесах виробництва найбільш часто використовують асинхронні двигуни загального призначення потужністю від 0,75 кВт до 7,5 кВт, що складають 50 % всього парку [1]. Тому питання підвищення надійності і довготривалої роботи асинхронного електродвигуна, як найбільш відповідальної ділянки в комплексі технологічного обладнання, є актуальним. Як відомо, найбільш вразливим елементом конструкції електродвигуна, що обумовлює значну кількість виходів його з ладу, є обмотка і її ізоляція з причини її пошкодження в результаті перевантаження за струмом і теплового зносу її ізоляції, що є наслідком майже всіх аварійних експлуатаційних режимів. Це призводить до простою технологічного обладнання і пов'язаних з цим суттєвих фінансових збитків. У зв'язку з цим розробка сучасних, недорогих електронних пристроїв захисту є актуальною задачею.

**Основні матеріали дослідження.** Пристрої захисту від аварійних режимів можна розподілити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та інші. Струмові захисні пристрої реагують на силу струму, що тече в обмотці статора електродвигуна, яка підлягає захисту. Недоліком струмових захистів є різна чутливість к зміні перевантажень. Найбільшу чутливість вони мають у діапазоні великих перевантажень, пов'язаних з різким зростанням струму у обмотках статора асинхронного електродвигуна. А в діапазоні малих перевантажень чутливість їхня знижується, що є основним недоліком струмових захистів. Температурні захисні пристрої реагують на температуру нагріву ізоляції обмоток електродвигуна і дозволяють захищати двигун від багатьох складних типів перевантажень, як збільшення механічних втрат, тривалих невеликих перевантажень і інше. При досягненні небезпечної для обмотки температури, захист відключає двигун незалежно від причин, що викликали перегрів. Однак цей вид захисту погано діє при великих поштовхових перевантаженнях, оскільки теплова інерція ізоляції обмоток статора, через яку тепло передається від обмотки чутливому елементу захисного пристрою, призводить до спізнення спрацювання захисту. В наслідок цього температурний захист неефективний при загальмованому роторі електродвигуна, що є суттєвим недоліком захисту [2].

Тому доцільно розробити комбінований захисний пристрій, яким будуть поєднувати контроль двох діагностичних параметрів: сили струму в обмотках статора асинхронного двигуна і температури ізоляції статорних обмоток. Пристрій повинен мати наступні блоки: первинні вимірювальні перетворювачі фазних струмів у напругу (~/-); згладжуючі фільтри; операційні підсилювачі на основі компараторів; логічні елементи «АБО» і «НІ»; світлову сигналізацію при перевищенні допустимого значення фазного струму або температури обмотки; підсилюючі елементи; звукову сигналізацію при перевищенні допустимого значення фазного струму або температури обмотки;

елемент затримки часу включення діагностуючого пристрою на час запуску асинхронного двигуна; виконавчий орган; стабілізоване джерело напруги; котушку проміжного реле. В якості первинного вимірювального перетворювача фазного струму у напругу можна використати датчики Холла (~/-), це три 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 можна застосувати три послідовно з'єднані терморезистори (позистори), що мають позитивний динамічний опір, які вкладені в лобові частини обмоток статора двигуна. Згладжуючими фільтрами можна обрати три конденсатори (по одному в кожній фазі), які будуть фільтрами для вищих гармонік напруги. Для обмеження величини сигналу напруги, що подається на електронні операційні підсилювачі, можна використати потенціометри. Для завдання граничного значення контрольованого фазного струму будуть служити теж потенціометри, підключені до інвертованих входів компараторів. Світлову сигналізацію аварійного відключення асинхронного двигуна виконує світлодіод. Для живлення операційних підсилювачів і створення опорної напруги на них використане стабілізоване джерело постійної напруги, виконане на базі знижуючого трансформатора напруги, діодного мосту, мікросхеми, двох біполярних транзисторів і випрямляючих діодних мостів, які видають напругу +15 В і -15 В. В схемі для подачі сигналу на входи логічного елемента DD1 «АБО» використані транзистори, що виконують функцію ключа. Якщо присутній сигнал хоча б на одному ввіді логічного елемента «АБО», наприклад при перевищенні фазного струму граничного значення у обмотках асинхронного електродвигуна, з'являється сигнал на виході логічного елемента. Транзистори, що стоять на виході логічного елемента «АБО» відкриваються і подається напруга на світлодіод і звукову сигналізацію, а також на котушку проміжного реле, яке своїм розмикаючим контактом, що включений в колі котушки магнітного пускача асинхронного двигуна, відімкне асинхронний двигун від мережі напруги. При збільшенні значення фазного струму в результаті аварійного експлуатаційного режиму хоча б в одній фазній обмотці статора, збільшується величина напруги на виході датчика Холла. Якщо величина вимірюваного струму обмотки (напруги датчика Холла) досягає граничного значення, заданого резисторами-здатчиками, на виході операційного підсилювача (компаратора) з'являється напруга, яка відчиняє транзистори, через які подається напруга на світлодіод, звукову сигналізацію і котушку проміжного реле, а вже реле своїми розмикаючими контактами, що включені в колі котушки магнітного пускача асинхронного двигуна відімкне асинхронний двигун від мережі напруги. При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну асинхронного двигуна в наслідок ускладнень технологічного процесу, збільшується температура фазної обмотки і величина опору терморезистора (позистора), тому підвищується падіння напруги на ньому. При досягненні на неінвертованому вході операційного підсилювача (компараторі) напруги спрацювання, тригер (виконаний на транзисторі) відкривається і на вході логічного елемента «НІ» з'являється рівень логічного нуля, тому на вході логічного елемента «АБО» – рівень логічної «1» і подається сигнал на логічний елемент «АБО», на виході якого з'являється сигнал. Транзистори відкриваються, спрацьовує світлова, звукова сигналізація і котушка проміжного реле. Розмикаючий контакт реле знеструмлює котушку магнітного пускача двигуна, а силові контакти пускача розмикаються і відключають асинхронний двигун від мережі живлення. Для запобігання хибних спрацювань захисного пристрою під час пуску асинхронного двигуна, передбачений

нормально розімкнутий контакт реле часу, включений в колі стабілізованого джерела живлення. Величина затримки в часі залежить від умов пуску асинхронного двигуна.

**Висновок.** Розроблений температурно-струмовий захисний пристрій дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна і збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

#### Список використаних джерел

1. Попова І. О., Курашкін С. Ф., Нестерчук Д. М. Захист асинхронного двигуна від несиметричних режимів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2018. Вип. 195: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 114-115.

2. Popova I. A., Kurashkin S. F., Nesterchuk D. N., Kvitka S. A. Three-phase motor protection device. *Perspectives of world science and education: abstracts of the 2nd International scientific and practical conference*. Osaka, 2019. P. 556-559. URL: <http://sci-conf.com.ua> (дата звернення: 03.04.2020).