

## ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ І ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Квітка С. О., Вовк О. Ю., Квітка О. С.

*Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь)*

*Розглянуто види пристроїв контролю і захисту асинхронних електродвигунів та їх недоліки. Запропоновано пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні більше 50 % електричної енергії, що виробляється у світі, споживається асинхронними електродвигунами [1, 2]. Таке розповсюдження ці електродвигуни отримали завдяки високій конструкційній надійності та порівняно незначній вартості виготовлення.

В той же час експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів як у промисловому, так і агропромисловому виробництві невисока: щорічно виходять з ладу та ремонтуються близько 30 % зазначених електродвигунів.

Основною причиною передчасного виходу електродвигунів з ладу є невелика кількість надійних засобів контролю їх функціонального стану і захисту від аварійних режимів роботи. Тому розробка нових або удосконалення існуючих технічних засобів безперервного контролю функціонального стану і захисту електродвигунів в процесі їх експлуатації є одним з найважливіших напрямків підвищення експлуатаційної надійності останніх.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В наш час для контролю і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи знаходять застосування пристрої, які можна розділити на декілька видів: теплові захисні пристрої (теплові реле, теплові розчіплювачі); струмозалежні захисні пристрої (плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі); термочутливі захисні пристрої (терморезистори); пристрої захисту від аварій в електромережі (реле напруги і контролю фаз, монітори мережі); пристрої максимального струмового захисту, електронні струмові реле; комбіновані пристрої захисту [1].

Проте, недоліки, які властиві вказаним пристроям, обмежують їх використання [1].

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновки про загальні недоліки відомих пристроїв контролю і захисту асинхронних електродвигунів [1-4]: невиправдана вибірковість спрацьовування; відсутність відстроювання від процесу пуску; неузгодженість струмочасової характеристики з перевантажувальною кривою двигуна; неможливість відключення загальмованого ротора за певний мінімальний час; відсутність сигналу про початок перевантаження; нездатність точного визначення критичного тепла, накопиченого двигуном та ін.

До недоліків більшості відомих електронних пристроїв контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів можна віднести [1, 3, 4]:

низьку функціональність, необґрунтованість уставок спрацьовування захисту, малу швидкодію, застарілі схемотехнічні рішення і елементну базу та ін.

**Мета статті.** Метою даної роботи є обґрунтування і розробка пристрою контролю функціонального стану та захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи з метою підвищення їх експлуатаційної надійності.

**Основні матеріали дослідження.** На підставі аналізу роботи відомих пристроїв захисту та умов експлуатації асинхронних електродвигунів були сформульовані вимоги до пристрою контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи, в якому передбачений контроль наступних діагностичних параметрів:

- температури ізоляції обмотки статора електродвигуна;
- споживаного електродвигуном струму по фазах;
- фазної напруги мережі;
- швидкості теплового зношування ізоляції.

Крім того пристрій повинен:

- мати можливість постійного моніторингу температури ізоляції обмотки статора і температури навколишнього середовища, напруги мережі, споживаного електродвигуном струму, залишкового ресурсу ізоляції та відображення результатів на цифровому індикаторі;

- мати достатню швидкодію і високу заводозахищеність;

- мати мале енергоспоживання;

- мати можливість автоматичного відключення електродвигуна у разі виникнення аварійного режиму роботи;

- бути реалізований на сучасній елементній базі.

Даним вимогам відповідає запропонований пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи (рис. 1) [3].

Пристрій призначений для контролю функціонального стану, захисту і відключення електродвигуна від мережі змінного струму у випадках зниження або зростання напруги в мережі нижче або вище заданих значень; при небезпечному зростанні споживаного електродвигуном струму по фазах; при небезпечному перевищенні температури ізоляції обмотки статора; при небезпечному зростанні швидкості теплового зношування ізоляції обмотки статора асинхронного електродвигуна.

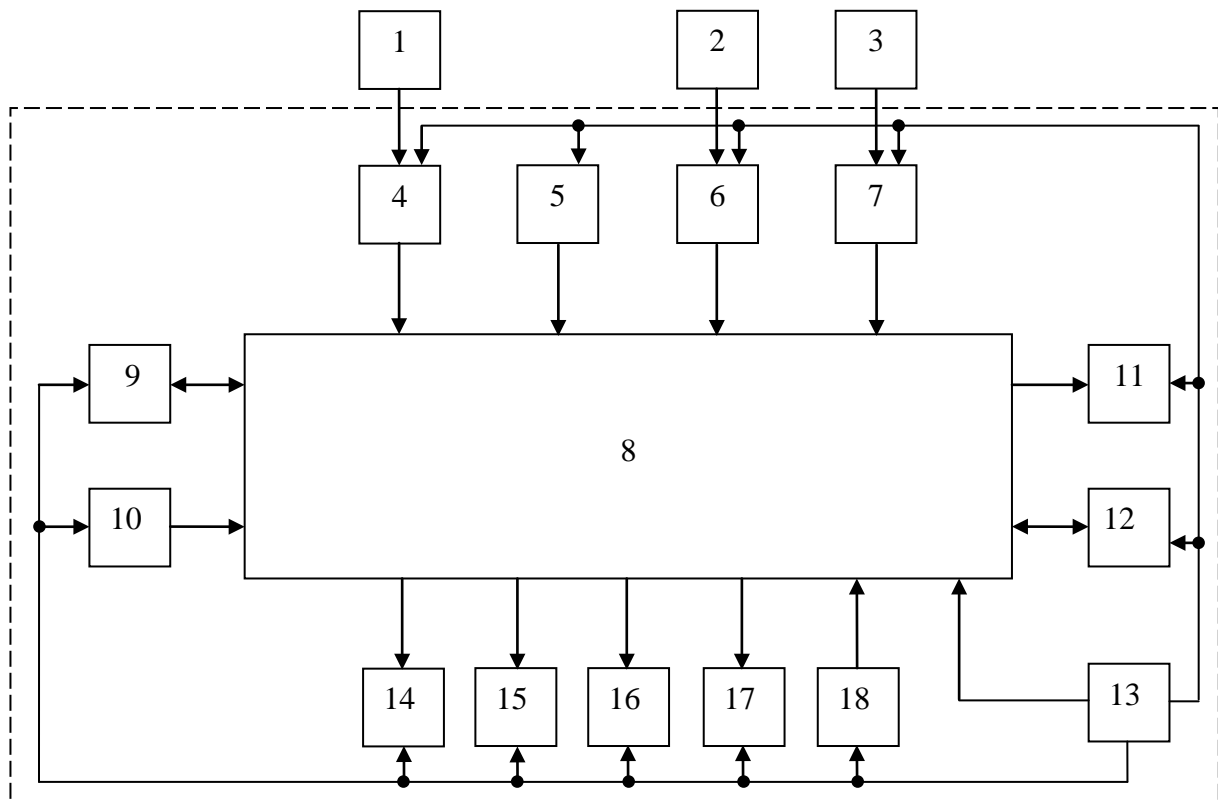


Рисунок 1 – Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи

На рис. 1 зображена схема пристрою контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи.

Пристрій складається з мікроконтролера 8, первинного вимірювального перетворювача 1 температури обмотки статора, блоку 4 контролю температури обмотки статора, первинних вимірювальних перетворювачів 2 струму, у якості яких використані інтегральні перетворювачі струму, блоку 6 контролю струму, блоку 5 контролю напруги, первинного вимірювального перетворювача 3 температури навколишнього середовища, блоку 7 контролю температури навколишнього середовища, блоку 11 контролю витрати ресурсу ізоляції, годинника 18 реального часу, блоку 14 світлової сигналізації, блоку 15 звукової сигналізації, блоку 16 цифрової індикації, блоку 17 реле, блоку 9 пам'яті, блоку 10 вводу даних, комутаційного порту 12 та блоку 13 живлення.

Пристрій працює наступним чином. Контроль температури статорної обмотки електродвигуна здійснюється первинним вимірювальним перетворювачем 1 температури, який змінює свій опір при зміні температури статорної обмотки електродвигуна.

Електричний сигнал в аналоговій формі потрапляє на блок 4 контролю температури обмотки статора, з якого після перетворень надходить до мікроконтролера 8.

Разом із цим відбувається контроль температури навколишнього середовища первинним вимірювальним перетворювачем 3 температури, який змінює свій опір при зміні температури навколишнього середовища. Електричний сигнал в аналоговій формі потрапляє на блок 7 контролю температури навколишнього

середовища, з якого після перетворень надходить до мікроконтролера 8.

У ньому здійснюється визначення перевищення температури обмотки статора асинхронного електродвигуна та порівняння його з уставкою за температурою за спеціальною програмою. В результаті чого формується сигнал управління, який подається до блоку 17 реле.

З блоку 17 сигнал надходить до кола живлення котушки електромагнітного пускача асинхронного електродвигуна на його відключення. Повторний запуск електродвигуна можна здійснювати при зниженні температури статорної обмотки нижче, ніж гранично допустима температура на 10...15 °С.

Застосування у пристрої блоку контролю температури навколишнього середовища дозволяє вимірювати та перетворювати значення цього параметру, що дає змогу визначати перевищення температури обмотки статора асинхронного електродвигуна і застосувати саме його значення для порівняння з припустимим в подальшій роботі пристрою у частині аварійного відключення.

Первинні вимірювальні перетворювачі 2 струму по фазах асинхронного електродвигуна встановлюються під відповідними проводами, що живлять електродвигун. Інформація з кожного перетворювача 2 струму у вигляді електричного сигналу в аналоговій формі надходить до блоку 6 контролю струму, з якого після перетворень надходить до мікроконтролера 8, де здійснюється за спеціальною програмою порівняння його з уставкою за струмом. В результаті чого формується сигнал управління, який подається до блоку 17 реле.

З блоку 17 сигнал надходить до кола живлення котушки електромагнітного пускача асинхронного електродвигуна на його відключення.

Блок 5 контролю напруги вимірює і перетворює напругу живлення асинхронного електродвигуна в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки надходить до мікроконтролера 8, де здійснюється за спеціальною програмою порівняння його з уставкою за напругою.

В результаті чого формується сигнал управління, який подається до блоку 17 реле. З блоку 17 сигнал надходить до кола живлення котушки електромагнітного пускача асинхронного електродвигуна на його відключення.

У процесі роботи асинхронного електродвигуна цифровий сигнал з годинника 18 реального часу надходить до мікроконтролера 8, куди потрапляє також інформація про поточне значення температури обмотки статора асинхронного електродвигуна з блоку 4 контролю температури обмотки статора. У мікроконтролері здійснюється за спеціальною програмою розрахунок значення залишкового ресурсу ізоляції обмотки статора електродвигуна, яке надходить у блок 11 контролю витрати ресурсу ізоляції для візуального відображення з метою врахування цього значення у подальшій експлуатації електродвигуна.

Блок контролю витрати ресурсу ізоляції разом із годинником реального часу і мікроконтролером дозволяє здійснювати візуальний контроль залишкового значення ресурсу ізоляції обмотки статора асинхронного електродвигуна з метою врахування цього значення у подальшій експлуатації електродвигуна.

Блок 14 світлової сигналізації відображає інформацію про експлуатаційний режим роботи асинхронного електродвигуна: нормальний, анормальний або аварійний, а блок 15 звукової сигналізації сповіщає про відключення електродвигуна у разі аварійного режиму роботи. Для накопичування та зберігання дискретної інформації про значення діагностичних параметрів асинхронного електродвигуна у функції часу та відключення електродвигуна передбачений блок 9 пам'яті.

Для вводу даних щодо конструктивних, режимних і експлуатаційних параметрів електродвигуна і керування пристроєм в схемі передбачений блок 10 вводу даних. Для обміну даними між пристроєм і персональним комп'ютером передбачений комутаційний порт 12.

Електричне живлення електронних блоків пристрою здійснюється від блоку 13 живлення.

**Висновки.** Запропонований пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи дозволяє повністю використовувати перевантажувальну здатність електродвигуна в межах допустимих перевищень температури; контролювати температуру ізоляції обмотки статора і температуру навколишнього середовища, напругу мережі, споживаного електродвигуном струму, залишкового ресурсу ізоляції і, при небезпечних їх значеннях, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від основних аварійних режимів роботи.

## Список використаних джерел

1. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка, О. Ю. Вовк, О. С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків : ХНТУСГ, 2014. – С. 85-87.

2. Квітка С. О. Пристрій захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка [та ін.] // Таврійський державний агротехнологічний університет: праці. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 12. Т. 2. – С. 23-27.

3. Пат. 113261 Україна, МПК H02H 7/09 (2006.01). Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка, О. Ю. Вовк, О. С. Квітка. – № u2016 06484; заявл. 13.06.2016; опубл. 25.01.17, Бюл. № 2. – 4 с.

4. Пат. 67971 Україна, МПК H02H 7/09 (2006.01). Пристрій автоматичного захисту групи електродвигунів від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка, О. Ю. Вовк, О. С. Квітка (Україна). – № u2011 10072; заявл. 15.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5. – 4 с.

## Аннотація

### УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Квитка С. А., Вовк А. Ю.,  
Квитка А. С.

*Рассмотрены виды устройств контроля и защиты асинхронных электродвигателей и их недостатки. Предложено устройство контроля функционального состояния и защиты асинхронных электродвигателей от аварийных режимов работы.*

## Abstract

### THE CONTROL DEVICE OF THE FUNCTIONAL STATE AND PROTECTION OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS FROM EMERGENCY OPERATION MODES

S. Kvitka, A. Vovk,  
A. Kvitka

*The types of devices of control and protection of induction motors and their faults. The proposed device control the functional state and protection of asynchronous electric motors from emergency operation modes.*