

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ТА ЗАХИСТУ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

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

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто основні аварійні режими роботи та запропоновано пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи.

Постановка проблеми. Електродвигуни, які використовуються в агропромисловому виробництві, мають низьку експлуатаційну надійність. Їх аварійність щорічно складає 20...25 % [1]. Основною причиною передчасного виходу електродвигунів з ладу є відсутність надійних засобів контролю функціонального стану і захисту їх 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. Подальше зростання енергоозброєності АПК неминуче зажадає вирішення проблем надійності і довговічності електроустаткування, що експлуатується. Основним споживачем і перетворювачем електроенергії служить електропривод на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, від надійності якого залежить нормальне протікання будь-якого технологічного процесу.

Обробка великої кількості статистичних даних по відмовам електродвигунів дозволило отримати діаграму, яка наведена на рис. 1.

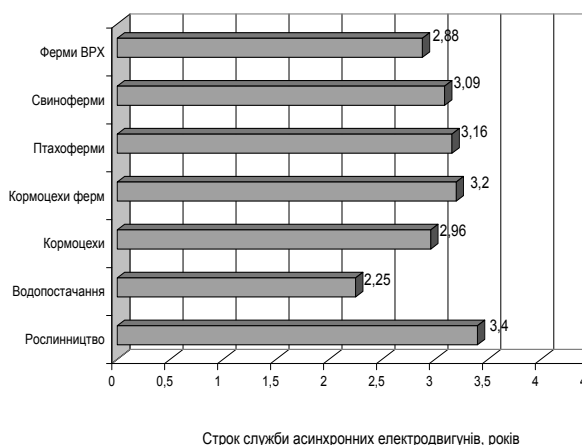


Рисунок 1 – Строк служби АД

Розглянемо аварійні режими асинхронних електродвигунів і причини, що їх спричинюють.

Перший і найпоширеніший аварійний режим асинхронних електродвигунів, що працюють в умовах агропромислового виробництва, обрив фази (40...50 %).

При обриві фази електродвигун майже завжди виходить з ладу, так як на двох фазах він не розганяється – залишається в загальмованому режимі.

Отже, струм в статорній обмотці перевищує номінальний приблизно у 5 раз, і обмотка згорає [1-2].

Другий небезпечний аварійний режим – заклинювання робочої машини (20...25 %). Електродвигун в таких випадках практично завжди виходить з ладу, так як струм в статорній обмотці перевищує номінальний у 5...7 раз [1-2].

Третій аварійний режим АД, що працюють в умовах агропромислового виробництва, тривалі перевантаження (10...15 %), які частіше за все зустрічаються при приводі подрібнювачів і дробарок при безперервній подачі продукту [1-2].

Четвертий аварійний режим – пробій ізоляції при її зволоженні і порушенні охолодження електродвигунів (15...20 %) [1-2].

Всі основні аварійні режими (обрив однієї фази, заклинювання або не запускання ротора, тривале перевантаження і зниження опору ізоляції) в підсумку призводять до згорання статорної обмотки електродвигуна [1-2].

В наш час в агропромисловому виробництві для контролю та захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи знаходять застосування пристрої для температурного захисту, теплові реле, автоматичні вимикачі з електромагнітними і тепловими розчіплювачами, фільтрові, реле обриву фаз, реле мінімального струму, реле максимального струму, комбіновані пристрої захисту різних модифікацій і інші. Відомі пристрої можна розділити на декілька видів:

- теплові захисні пристрої: теплові реле (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.

Проте, недоліки, які властиві вказаним пристроям, обмежують їх використання [1-6]. На підставі проведеного аналізу можна зробити висновки про загальні недоліки відомих пристроїв контролю та захисту асинхронних електродвигунів:

- 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.

До недоліків більшості відомих електронних схем контролю та захисту асинхронних електродвигунів можна віднести: малу швидкодію, застарілі схемотехнічні рішення та елементну базу, низьку функціональність та ін.

Мета статті. Розробка пристрою контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи в процесі експлуатації з метою підвищення їх експлуатаційної надійності.

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

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

Крім того пристрій повинен:

- мати достатню швидкодію відключення захищеного електродвигуна;
- мати можливість постійного моніторингу напруги мережі, споживаного електродвигуном струму, температури ізоляції обмотки статора та відображення результатів на цифровому індикаторі;
- мати мале енергоспоживання;
- мати високу завадозахищеність;
- мати можливість автоматичного відключення і включення захищеного електродвигуна;
- бути реалізований на сучасній елементній базі;
- стабільно і надійно працювати в умовах сільських електричних мереж та при зміні температури навколишнього середовища в широких межах.

Даним вимогам відповідає запропонований пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи (рис. 2) [6].

Пристрій призначений для контролю функціонального стану, захисту та відключення електродвигунів від мережі змінного струму у випадках зниження або зростання напруги в мережі нижче або вище заданих значень, при небезпечному зростанні споживаного електродвигуном струму та небезпечному перевищенні температури ізоляції обмотки статора електродвигуна. Пристрій реалізований на сучасній елементній базі, а його основою є мікроконтролер.

Пристрій контролю та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи побудований на мікроконтролері 9, який є ведучим (master) пристроєм, та декількох мікроконтролерах 4, які є веденими (slave) пристроями. Зв'язок між мікроконтролерами здійснюється за допомогою двонаправленої двопровідної шини I²C 8.

Пристрій складається з наступних блоків: блоків контролю електродвигунів 7, кожен з яких складається з веденого мікроконтролера 4, блоку контролю температури ізоляції обмотки статора електродвигуна 1,

блоку контролю споживаного струму 2 і фазної напруги 3, блоку світлової сигналізації 5 і блоку реле 6.

Крім того, до складу пристрою входять ведучий мікроконтролер 9, клавіатура 10, блок цифрової індикації 11 та світлової сигналізації 12, пристрій пам'яті 13, комунікаційний порт 14 і блок живлення 15.

Обмін даними між ведучим master-пристроєм та веденими slave-прироями здійснюється за допомогою шини I²C. Всі операції по шині I²C здійснюються за допомогою тільки 2 проводів (2 ліній) – послідовної лінії даних (SDA) і послідовної лінії синхронізації (SCL). При цьому кожний елемент визначається своїм унікальним адресом, до якого входить група приладів та номер конкретного приладу.

Блоки контролю електродвигунів 7 призначені для контролю температури ізоляції обмотки статора, струму, який споживається електродвигуном, напруги живлення та керування електродвигуном.

Призначенням блоків контролю температури 1 і струму 2 є вимірювання і перетворення таких діагностичних параметрів, як температура ізоляції обмотки статора і струм, який споживається обмоткою статора електродвигуна, в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки поступає на відповідні порти мікроконтролера 4.

Блок контролю напруги 3 призначений для вимірювання фазних значень напруги живлення і перетворення її в інформативний сигнал, який для подальшої обробки також поступає на відповідні порти мікроконтролера 4.

Ведений мікроконтролер здійснює порівняння вхідних параметрів діагностування з величинами уставок. Залежно від величини вхідних параметрів (після їх порівняння із значенням уставок) мікроконтролер 4 видає сигнал на блок сигналізації 5 або сигнал на відключення електродвигуна за допомогою блоку реле 6.

Ведучий master-мікроконтролер 9 задає основний потік даних на шині, формує необхідні часові інтервали, здійснює керування веденими slave-мікроконтролерами 4 та обробку даних, що надходять від них.

В залежності від стану master-мікроконтролер видає сигнал на блок цифрової індикації 11 та блок світлової сигналізації 12.

В пристрої пам'яті 13 накопичується інформація. Для вводу даних і керування пристроєм в схемі передбачена клавіатура 10. Для спостереження оператором за поточним значенням величини діагностичних параметрів в пристрої передбачений блок цифрової індикації 11.

Визначення вхідних параметрів діагностування, порівняння їх з уставками, приймання та видача сигналів керування виконується за програмою. Програмою передбачений ввід даних щодо конструктивних, режимних та експлуатаційних чинників.

Для цього в пристрої передбачений роз'єм для підключення програматора (призначений для запису програми в мікроконтролер) та комунікаційний порт 14 (призначений для обміну даними між пристроєм та персональним комп'ютером). Електричне живлення блоків пристрою здійснюється від блоку живлення 15.

Висновки. Запропонований пристрій контролю

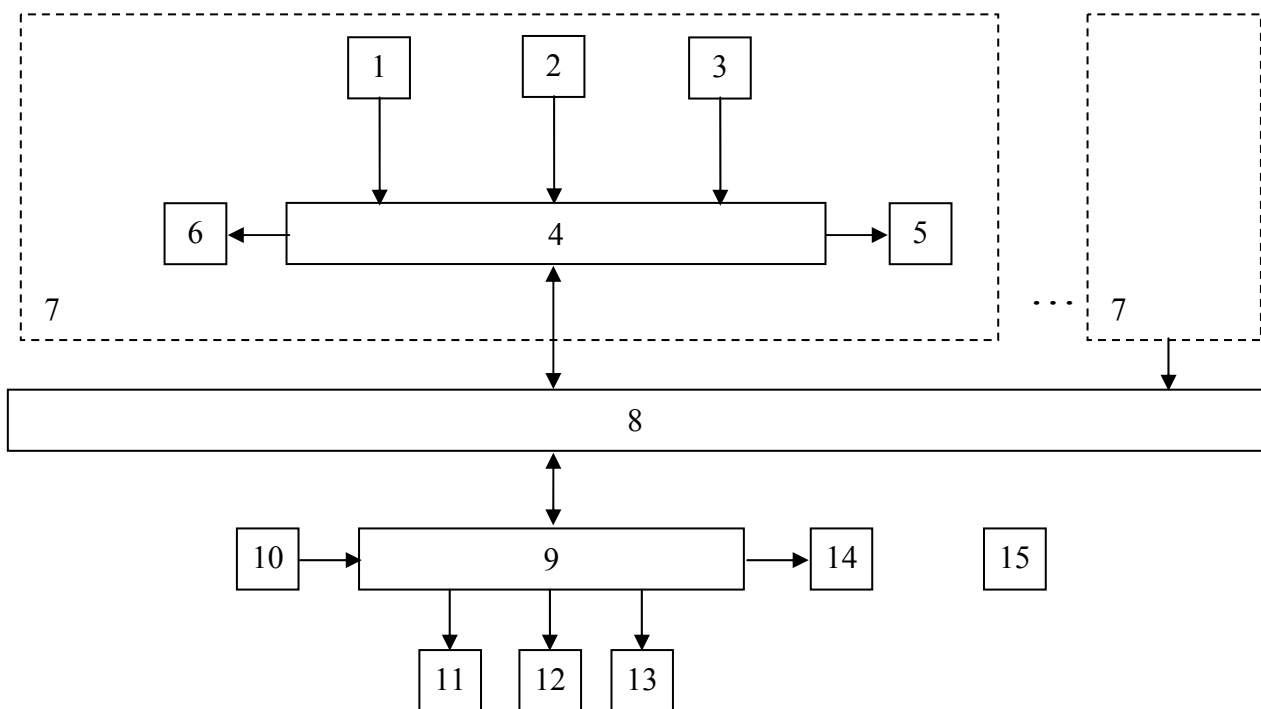


Рисунок 2 – Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи

функціонального стану та захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів дозволяє повністю використовувати перевантажувальну здатність електродвигуна в межах допустимих перевищень температури; контролювати температуру ізоляції обмотки статора, струм споживаний електродвигуном, фазну напругу (наявність і рівень) і, при небезпечному їх відхиленні від заданих значень, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від основних аварійних режимів роботи і зменшити вихід електродвигунів з ладу до 5...7 %.

Список використаних джерел

1. Овчаров В. В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В. В. Овчаров. – К.: УСХА, 1990. – 168с.
2. Грундулис А. О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве / А. О. Грундулис. – М.: Колос, 1982. – 104 с.
3. 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.
4. Квітка С. О. Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під дією струмового навантаження та розробка пристрою захисту від аварійних режимів роботи / С. О. Квітка, Д. М. Нестерчук, О. С. Квітка // Таврійський державний агротехнологічний університет: праці. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13. - Т. 5. – С. 172-177.
5. Пат. 34858 Україна, МПК H02H 7/09 (2008.01). Пристрій автоматичного захисту групи електродвигунів від аномальних режимів роботи / Д.М. Нестер-

чук, С. О. Квітка (Україна). – № u200803635; заявл. 21.03.2008; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16. – 4 с.

6. 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). – № u201110072; заявл. 15.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5. – 4 с.

Аннотация

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

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

Рассмотрены основные аварийные режимы работы и предложено устройство контроля функционального состояния и защиты группы асинхронных электродвигателей от аварийных режимов работы.

Abstract

THE DEVICE FOR FUNCTIONAL CONDITION AND PROTECTION CONTROL OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS GROUP AGAINST HAZARDOUS OPERATIONAL MODES

S. Kvitka, A. Vovk, A. Kvitka

The principle hazardous operational modes have been considered as well as the device for functional condition and protection control of asynchronous electric motors group against hazardous operational modes has been proposed.