

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Отримав подальший розвиток підхід до реалізації систем захисту електромеханічних пристроїв перетворення енергії, який на відміну від відомих об'єднує в одному блоці живлення всі функції захисту електропривода, що дозволить підвищити надійність роботи електромеханічних систем.

Розроблено пристрій захисту електропривода від аварійних ситуацій, який на відміну від відомих, об'єднує в одному корпусі всі функції захисту електромеханічної системи, що дозволяє уніфікувати функцію захисту електропривода, полегшити його обслуговування і підвищити надійність роботи.

Ключові слова: електромеханічна система, захист, несиметрія живлення, мікропроцесорна система, замикання на землю, пробій ізоляції, електропривод, електричний двигун, ізоляція, коротке замикання.

An approach to implementing protection systems for electromechanical energy conversion devices has been developed, which, unlike the known ones, combines all the functions of protecting an electric drive in one power supply unit, which will allow to increase the reliability of electromechanical systems.

A device for protecting an electric drive from emergency situations has been developed, which, unlike the known ones, combines all the functions of protecting an electromechanical system in one housing, which allows to unify the function of protecting an electric drive, facilitate its maintenance and increase the reliability of operation.

Keywords: electromechanical system, protection, power unbalance, microprocessor system, ground fault, insulation breakdown, electric drive, electric motor, insulation, short circuit.

Вступ

Сучасний етап розвитку промислового виробництва характеризується масовим впровадженням складних електромеханічних систем автоматизації (ЕМСА), які забезпечують виконання критично важливих технологічних операцій. Електричний привод, як основний силовий елемент цих систем, споживає понад 60% всієї електроенергії, що виробляється у світі. Враховуючи високу інтенсивність експлуатації та складність режимів роботи, питання забезпечення надійності та захисту електроприводів від аварійних режимів набуває стратегічного значення.

Аварійні режими в ЕМСА не лише призводять до виходу з ладу дорогого обладнання, але й спричиняють значні економічні збитки через простой виробничих ліній, брак продукції та витрати на позаплановий ремонт. Розвиток мікропроцесорної техніки та методів цифрової обробки сигналів дозволяє перейти від традиційних методів захисту до інтелектуальних систем моніторингу та діагностики, що здатні ідентифікувати загрозу на ранніх стадіях її виникнення.

Тому питання захисту електромеханічних систем від аварійних режимів роботи є особливо актуальним.

Метою наукової роботи є підвищення рівня надійності роботи електромеханічних систем за рахунок покращення якості контролю та виявлення аварійних режимів роботи в процесі роботи системи.

Результати дослідження

Мікропроцесорна система захисту електропривода має містити підсистеми вимірювання напруг та струмів двигуна, розрахунку параметрів аварійної ситуації, прийняття рішення про наявність аварійної ситуації і виконавчу систему, яка вимикає живлення двигуна, коли має місце ситуація, що визнається як аварійна.

Функціональну схему системи зобразимо на рис. 1. Нижня частина схеми – це силова частина, яка забезпечує подачу напруги живлення на двигун і по якій протікає силовий струм. У силовій частині системи захисту електропривода знаходиться пристрій захисту від короткого замикання та перевантаження, а також вимірювальні трансформатори струму та комутаційний елемент. У якості пристрою захисту електропривода від струмів короткого замикання та перевантаження зручно використати автоматичний повітряний вимикач закритого виконання.

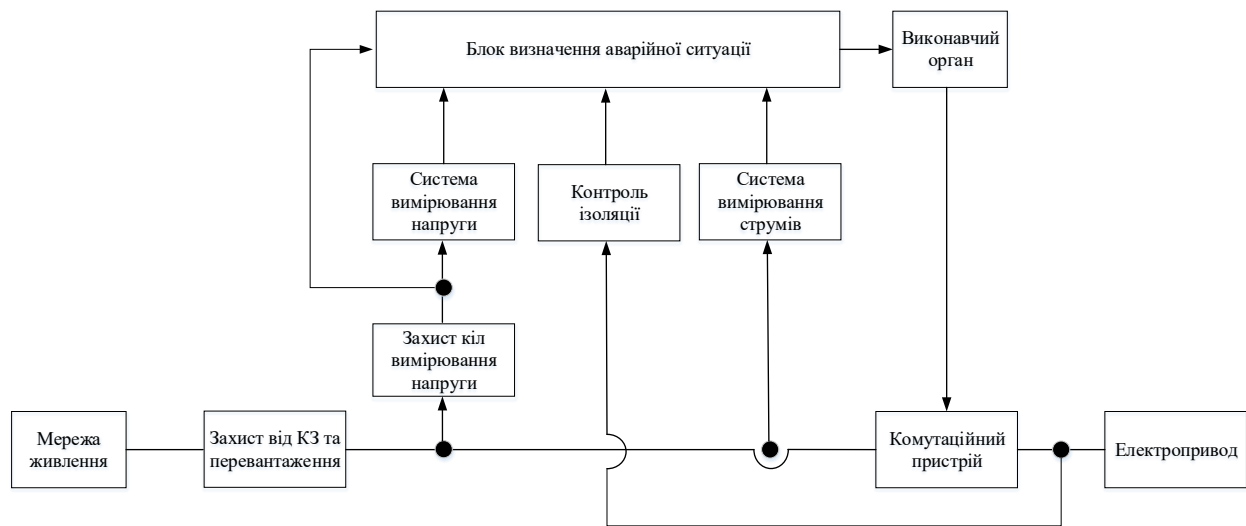


Рис. 1 – Функціональна схема системи захисту електропривода

Живлення від мережі подається на автоматичний вимикач, після якого через вимірювальні засоби та комутаційний пристрій на електричний двигун. Вимірювальні засоби слід розділити за типом сигналу вимірювання. Першим відбувається вимірювання напруги по всіх фазах та нульовому провіднику. Далі виконується вимірювання значення струму, що протікатиме у фазних провідниках.

Вимкнення живлення електропривода у разі аварійної ситуації буде забезпечувати комутаційний пристрій. В нормальному стані він буде замикає силові контакти, а у момент виявлення аварійної ситуації ці силові контакти мають розімкнутися. Таку функцію виконуватиме контактор з трьома силовими контактами.

Блок вимірювання параметрів напруги живлення вмикається через захисний пристрій, який додатково перестраховує мікропроцесорний засіб від великих струмів керування. Одночасно з блоком вимірювання напруги після захисного пристрою забезпечується живлення мікропроцесорного засобу виявлення аварійної ситуації.

Для контролю ізоляції силових контактів комутаційного пристрою на систему виявлення аварійної ситуації подається сигнал силової напруги живлення двигуна. У випадку, коли комутаційний пристрій не подає живлення на двигун, сигнал контролю ізоляції має бути відсутній. Інакше ізоляція комутаційного елемента несправна.

Система вимірювання струмів має виконувати вимірювання струми хоча б у двох фазних провідниках для аналізу наявності явища перевантаження чи пошкодження обмоток двигуна. У випадку перевантаження струм в обох фазних провідниках буде більшим за нормований. У випадку пошкодження обмоток двигуна в результаті виткових замикань струм фазних провідників буде відрізнятися.

Також система вимірювання струмів забезпечує контроль ізоляції між фазними провідниками і корпусом електропривода. Тобто виконується контроль струму витоку. Якщо у разі аварії виникне пробій ізоляції однієї з обмоток двигуна на корпус, виникне диференційний струм, який буде сигналізувати про аварійну ситуацію.

Результатом роботи блоку визначення аварійної ситуації має бути дискретний сигнал наявності аварії чи її відсутності. Цей сигнал подається на виконавчий орган, який забезпечує перемикає контактів, які в свою чергу вимикають коло живлення комутаційного пристрою.

Перевірка на перегрів може виконуватися опосередковано. Тобто параметр нагріву двигуна оцінюється теоретично за кривою нагріву і охолодження по виміряному струму і часу протікання. В процесі роботи вирішується рівняння теплового балансу двигуна. Припускається, що до увімкнення двигун був холодним; при роботі двигуна виділяється тепло, пропорційне квадрату струму; після вимкнення двигуна йде його охолодження за експонентою.

Для забезпечення уніфікації для різних двигунів можна враховувати струмо-часову характеристику, яку зобразимо на рис. 2.

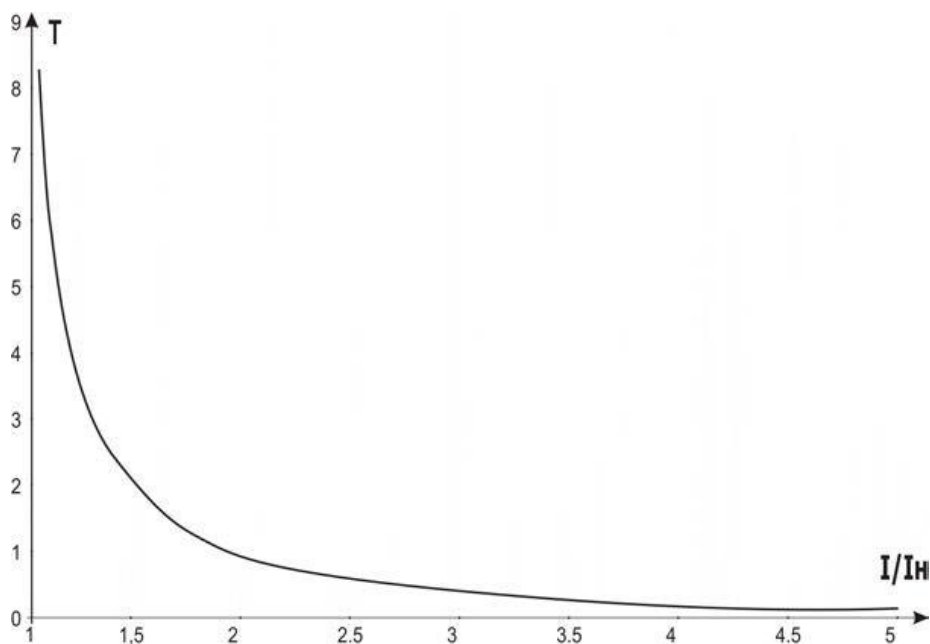


Рис. 2 – Струмо-часова характеристика

На рисунку використано позначення: I/I_n – кратність струму відносно номінального; T – фактичний час спрацювання.

Спрацювання за тепловим перевантаженням (теплова модель електродвигуна) відбувається за фіксованою тепловою постійною двигуна, що відповідає певному часу вимкнення при роботі з двократним перевантаженням відносно більшого з номінальних струмів із холодного стану.

Після вимкнення навантаження за тепловим перевантаженням воно буде автоматично знову вмикатися. Якщо час АПВ = 0, тоді за тепловим гістерезисом двигун повинен охолонути на 33% від накопиченого тепла. Якщо час АПВ не дорівнює 0, до двигун повторно вмикається з часом АПВ, відмінним від нуля..

Підбираючи різні параметри часу АПВ з урахуванням теплового гістерезису, можна досягти обмеження кількості пусків в одиницю часу, так як при повторно-короткочасному режимі роботи.

Висновки

Отримав подальший розвиток підхід до аналізу аварійних ситуацій в електромеханічній системі, який на відміну від відомих, дозволяє реалізувати всі основні функції захисту електричного двигуна змінного струму без зворотних зв'язків за параметрами технологічного процесу, що дозволяє підвищити рівень надійності при відносній простоті реалізації технічної системи. Отримав подальший розвиток підхід до захисту електропривода від перегріву, який на відміну від відомих дозволяє оцінювати параметр перегріву по значеннях струму двигуна обираючи різні сталі часу, що спрощує побудову сучасних засобів захисту і зменшує вартість реалізації технічних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильєв В.І. Релейний захист та автоматика систем електропостачання: Навч. посібник. — Харків: НТУ "ХПІ", 2022. — 412 с.
2. Пивняк Г.Г. Електричні апарати: Підручник. — Дніпро: НТУ "ДП", 2020. — 520 с.
3. ABB Technical Guide No. 1. Low voltage devices for the protection of motors. — 2023.
4. Siemens Industry Mall. Low-Voltage Controls and Distribution: SIRIUS Protection Devices. — 2024.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Брігілевич Ілля Юрійович – здобувач освіти групи ЕПА-24м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: illyabrigilevich888@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Brigilevich Ilya Yuriyovych – student of the EPA-24m group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: illyabrigilevich888@gmail.com.