

СЕКЦІЯ 7
РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ. ЕЛЕКТРОНІКА. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА,
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

УДК 621.311.001.57(063)

Закладний О.О., канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ,
zakladniy@gmail.com

УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМ ТА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Енергозбереження – найважливіше завдання сьогодення. Понад 70% виробленої у світі електричної енергії споживається електромеханічними системами (ЕМС). Частка ЕМС з асинхронними двигунами (АД) становить близько 80%. Переважна більшість з них - ЕМС з нерегульованими двигунами і тут можлива реальна економія електроенергії.

Значна частина промислових установок і механізмів на підприємствах України експлуатуються з перевищенням установленого строку служби, що призводить до їх високої аварійності та виходу з ладу. Експлуатація ЕМС, яка супроводжується численними ремонтами, призводить до того, що на підприємствах використовується АД, реальні енергетичні показники яких значно нижчі декларованих виробником, а середній термін служби двигунів не перевищує 5-7 років. Тим часом АД розраховано на термін служби 15 – 20 років без капітального ремонту за умови його експлуатації відповідно до ТУ і виконання.

Тому актуальними є розроблення і широке впровадження моделей, методик, алгоритмів, програмного забезпечення й схемо-технічних рішень діагностування для підвищення надійності та енергоефективності ЕМС з АД, вартість яких нижча від витрат на впровадження традиційних проектів з енергозбереження.

Оцінювання енергоефективності ЕМС є комплексним завданням з великою кількістю характеристик і факторів, що на нього впливають (навантаження, якість живлячої напруги, технічний стан тощо). Основним показником ефективності роботи в енергетичному аспекті вважається коефіцієнт системи в цілому. Однак для комплексної оцінки енергоефективності важливі також коефіцієнт потужності, електроенергія, яка споживається протягом життєвого циклу і значення складових втрат.

Процес ефективного використання (перетворення) енергії ЕМС визначається двома основними складниками: енергоспоживання та енерговикористання (перетворення) спожитої енергії.

Неврахування зв'язків між процесами перетворення енергії та їх наслідками є істотним недоліком існуючих засобів діагностування ЕМС. Це не дозволяє встановити причини, які призводять до погіршення енергоефективності, виникнення і розвитку несправностей та аварій.

Основною причиною низької енергоефективності ЕМС та виникнення аварій є неврахування впливу якості напруги живлення та режиму навантаження, недостатній обсяг інформації про технічний стан, відсутність ефективного безперервного захисту двигунів, несвоєчасне виявлення і усунення дефектів устаткування, недостатній рівень експлуатації, неякісний ремонт тощо [1].

Енергоефективність ЕМС прямо пов'язана з її технічним станом. Несправність механізму, наприклад, насосної установки та порушення технологічного режиму (заклинювання підшипників, проривання напірного трубопроводу тощо) призводить до зміни навантаження. З іншого боку, двигун може знаходитися у стані прихованої відмови

задовго до відпрацювання ним нормативного ресурсу. У цих випадках, а також у разі погіршення якості напруги живлення, знижуються ККД і коефіцієнт потужності.

Авторами запропоновано використовувати показники енергоефективності - ККД та коефіцієнт потужності АД для визначення енергетичного і технічного стану ЕМС з урахуванням режиму навантаження та погіршення якості напруги живлення. Визначення стану ЕМС з АД здійснюється порівнянням фактичних параметрів з їх еталонними значеннями.

Технічний стан ЕМС з АД визначається за допомогою показника відносної зношеності ізоляції та аналізу складових втрат, за якими діагностується ушкодження у відповідному вузлі, а механічні дефекти двигуна та пов'язаного з ним механізму (пошкодження та ексцентриситет ротора, підшипників, неспіввісність валів двигуна та механічного навантаження тощо) виявляються за допомогою спектрально-струмового аналізу.

Останнім часом отримали розвиток методи діагностування стану ЕМС, засновані на моніторингу спожитого струму з виконанням спеціального спектрального аналізу отриманого сигналу, що дозволяє з високою достовірністю визначати технічний стан елементів ЕМС. Принцип методу полягає в тому, що будь-які збурення в роботі механічної і електричної частин АД та пов'язаного з ним механізму призводять до змін магнітного потоку в зазорі електричної машини, а отже - до слабкої модуляції спожитого струму. Поява у спектрі струму АД характерних частот певної величини свідчить про наявність пошкоджень електричної або механічної частин ЕМС.

Проведення моніторингу струму ЕМС, на відміну від вібродіагностики, може бути виконане безпосередньо на клемній коробці АД або в електрощиті живлення без будь-якого порушення режиму його роботи.

Порівняння гармоніки напруги й струму дає можливість розрізнити гармонічні складові струму характерні для непрацюючого устаткування. В результаті створення та регулярного поповнення бази даних вимірювань та їх аналізу в процесі експлуатації ЕМС можна простежити динаміку фактичного розвитку окремих пошкоджень АД та пов'язаного з ним механізму і прогнозувати подальший розвиток несправностей. Різниця в амплітуді між основною частотою і характерною для конкретної несправності є показником критичності дефекту.

Запропоноване рішення полягає в контролюванні у реальному часі енергоефективності ЕМС засобами функціонального діагностування, обслуговуванні за фактичним станом та безперервному захисті під час експлуатації. Математичний апарат діагностування поєднує методи аналізування миттєвих значень струмів і напруги АД, температури довкілля й дозволяє визначати енергетичний і технічний стан ЕМС та прогнозувати залишковий ресурс, з методом спектрально-струмового аналізу, що надає можливість завчасного виявлення механічних ушкоджень двигуна та пов'язаного з ним механізму [2].

Впровадження результатів дозволить: зменшити витрати електроенергії ЕМС; здійснювати попереджувальне обслуговування ЕМС у реальному часі та управління їх енергетичним і технічним станом з ефективним безперервним захистом від аварійних режимів роботи; виявляти неефективні режими роботи ЕМС та приймати обґрунтовані рішення щодо подальшої їх експлуатації; мінімізувати збитки від пошкодження устаткування за рахунок вчасного виявлення несправностей, а також вирішити завдання автоматизації таких систем.

Список посилань.

1. Закладний О.О. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем: Монографія / О.О. Закладний – К.: Видавництво «Лібра», 2013. – 195 с.
2. Закладний О.О. Методика функціонального діагностування енергоефективності асинхронного електропривода/ О.О. Закладний // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2013. – №1. – С. 79-84.