

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ОБМОТОК СТАТОРА ТА РОТОРА АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Кравчук В.А., Макєйкін І.С., магістранти
НТУУ «КПІ», кафедра електромеханіки

Вступ. На сьогоднішній день більшість електроприводів (ЕП) робочих механізмів базуються на використанні асинхронних двигунів (АД) з короткозамкненим ротором (КЗР), що обумовлено рядом переваг, властивих даному виду електродвигунів. Умови технологічних процесів часто передбачають роботу АД при підвищеній температурі, вологості, загазованості робочого середовища, комутаційних перенапруженнях, технологічних перевантаженнях тощо. Перераховані чинники зумовлюють передчасне старіння обладнання та знижують ресурс його роботи. У переважній більшості випадків (85-95%) відмови асинхронних двигунів потужністю понад 5 кВт відбуваються через пошкодження обмоток статора і ротора. Тому своєчасне виявлення місця та ступеню пошкоджень дозволить уникнути їх розвитку, зменшити час відновлення, скоротити витрати на обслуговування, уникнути простоїв обладнання, підвищити ефективність роботи двигунів та виробничих механізмів.

Мета роботи. Аналіз та класифікація найбільш поширених методів діагностування пошкоджень обмоток статора та ротора асинхронних двигунів.

Матеріали дослідження. Метод 1. Метод безперервного контролю стану обмоток статора і ротора АД з КЗР за даними вимірювань фазних струмів і напруги. Для оцінки технічного стану АД використовуються симетричні складові струмів і напруги статора, а також споживана активна потужність і кут нахилу механічної характеристики електродвигуна в області робочих ковзань. Метод дозволяє уникнути похибки діагностування за наявності пульсацій та гармонійних складових в нарузі живлення. Недолік: результати вимірювання оцінюються за комплексним критерієм діагностування, що не дозволяє проводити локалізацію пошкодження.

Метод 2. Метод передбачає вимірювання фазних значень струму і напруги обмоток статора, і за величиною пульсацій третьої гармоніки робиться висновок про ступінь пошкодження обмоток. Для реалізації методу необхідне вимірювання значень струмів і напруги нульової послідовності, що можливо лише при підключенні обмоток у схему "зірка", яка не використовується у потужних АД.

Метод 3. Метод заснований на аналізі пускового струму в статорі в одній з фаз двигуна. В процесі діагностики відбувається порівняння кожного попереднього амплітудного значення струму фази з подальшим, і за отриманою різницею можна судити про наявність дефектів обмотки. Недоліки: реалізується лише в пусковому режимі.

Метод 4. Метод з вимірюванням миттєвих значень двох фазних струмів в сталому режимі роботи під навантаженням. Наявність пошкодження визначається за виглядом фазних миттєвих значень, що визначає залежність

між миттєвими значеннями фазних струмів АД. Недолік: діагностика проводиться під навантаженням, не вказані чіткі критерії визначення пошкодження обмоток ротора.

Метод 5. Метод на основі аналізу зовнішнього магнітного поля (ЗМП) полягає у аналізі зміни магнітної індукції ЗМП АД, яке представляє собою сумарне магнітне поле, що створюється різними частотами магнітного поля двигуна та екрану. Наявність пошкоджень обмотки ротора викликає появу у ЗМП просторових гармонік, порядок яких нижче порядку основної просторової гармоніки, та які значною мірою визначають рівень ЗМП АД. Недолік: складність дослідження та низька точність результатів дослідження.

Метод 6. Згідно методу, до випробовуваного стрижня підводиться електромагніт змінного струму, що має обмотку намагнічування і вимірювальну обмотку. Діагностичною ознакою стану стрижня виступає величина магніторушійної сили при постійній напрузі живлення. Недолік: необхідність виводу АД з технологічного процесу і його розбирання для встановлення вимірювальної апаратури.

Метод 7. Метод, заснований на тепловій дії електричного струму та підводі до кілець ротора напруги, при якій значення струму в стрижнях перевищує номінальне. В якості спостерігача за тепловим станом стрижнів ротора використовується тепловізор. Про стан стрижнів ротора судять по температурі нагріву під час протікання по ним струму: неушкоджені стрижні нагріваються сильніше обірваних. Недоліки: необхідність підведення струмів великих значень, необхідність розбирання двигуна.

Метод 8. Метод на основі аналізу спектру електромагнітного моменту. Метод передбачає вимірювання фазних струмів статора в режимі неробочого ходу АД, визначення електромагнітного обертового моменту та порівняння значного числа гармонік спектру, які змінюються для певного діапазону частот. Недолік: необхідність врахування втрат у сталі двигуна для обчислень, що обумовлює складність розрахунку електромагнітного моменту.

Висновки. Проведений аналіз методів діагностики пошкоджень обмоток статора та ротора АД показав, що кожен з методів має як переваги, так і недоліки. Неефективними можна вважати методи, які потребують встановлення спеціального обладнання, виведення об'єкту діагностики з технологічного процесу, розбирання двигуна та неодноразової перевірки результатів діагностики кількома методами обробки діагностичних сигналів.

Перелік посилань

1. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общей ред. И.П. Копылова и Б.К. Копылова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1. – 456 с.
2. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин: Учеб. пособие для ВУЗов по спец. "Электромеханика". - М.: Высш. шк., 1988. – 232 с.
3. Кучерук В.Ю. Элементы теории построения систем технического диагностирования электромоторів. Монографія. – Вінниця: Універсам-Вінниця, 2003. – 195 с.
4. Полковниченко Д.В. Совершенствование диагностирования обмоток короткозамкнутых асинхронных двигателей на основе контроля параметров рабочего режима: автореф. дис. канд. техн. наук. – Донецк, 2003. – 20 с.