

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МАГНІТОПРОВОДУ І МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Мамонтов Р.В., студент 11МБЕЕ групи

Науковий керівник

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент,

Oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua

Анотація: робота присвячена обґрунтуванню параметрів функціонального стану магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна при періодичному контролі.

Постановка проблеми. У процесі експлуатації асинхронних електродвигунів, встановлених у господарствах агропромислового комплексу, відмови відбуваються головним чином внаслідок ушкодження обмотки статора (приблизно 80 % відмов); ушкодження підшипників (приблизно 15 % відмов); ушкодження інших елементів (приблизно 5 %) [1]. У той же час асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, що відмовили, мають ослаблення перетину стрижнів обмотки ротора (6,8 % – одного стрижня, 10,5 % – двох стрижнів і 26,3 % – трьох і більше стрижнів) і повітряний зазор, що перевищує своє номінальне значення (68 % двигунів, що відмовили) [2]. Це свідчить про те, що найбільш вразливим елементом конструкції електродвигуна є обмотка статора, але до її пошкодження, окрім зовнішніх експлуатаційних впливів, може призвести і пошкодження магнітопроводу або механічної частини. Тому що пошкодження вказаних елементів призводять до збільшення споживаного електродвигуном струму і, як наслідок, до перегрівання обмотки статора та до виникнення внаслідок цього у ній пошкоджень.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі методи діагностування магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна детально розглянуто у [3, 4]. Аналіз цих методів показав, що кожен з них має як переваги, так і недоліки. Неefективними 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.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Тому у роботі поставлене завдання проаналізувати причини виникнення несправностей магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна та обґрунтувати діагностичні параметри вказаних елементів і значення цих параметрів.

Основна частина. Згідно [5] більшість несправностей магнітопровода асинхронного електродвигуна супроводжуються підвищеним виділенням тепла; наприклад, руйнування міжлистової ізоляції осердя статора призводить до його підвищеного нагрівання. Тому зміна втрат активної потужності в магнітопроводі електродвигуна є діагностичним параметром функціонального стану його магнітопроводу. Але контролювати втрати в магнітопроводі необхідно в однакових умовах на початку експлуатації (базові втрати) і через певний проміжок часу (поточні втрати). Назвемо ці умови контрольним режимом роботи, тоді можемо записати:

$$\delta_{\text{мг}} = \frac{P_{\text{мг}}}{P_{\text{мг.б}}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{мг}}$ – поточні втрати в магнітопроводі у контрольному режимі роботи, Вт;
 $P_{\text{мг.б}}$ – базові втрати в магнітопроводі у контрольному режимі роботи, Вт.

Для обґрунтування значення відхилення втрат в магнітопроводі $\delta_{\text{мг}}$ розглянемо причини, які призводять до несправностей магнітопроводу. При виробничій експлуатації початкові дефекти в магнітопроводі (технологічного походження) прогресують: збільшується площа контактних з'єднань, що виникли між окремими листами магнітопроводу при запресуван-

ні; під впливом вологи відбувається корозія активної сталі електродвигуна; а пил, пісок і інші абразивні частинки в повітряному зазорі прискорюють зношення ізоляції магнітопроводу.

На зношення магнітопроводу впливають несправності інших вузлів асинхронного електродвигуна:

- замикання в обмотці статора, обрив стрижня обмотки ротора або інші несправності даних вузлів призводять до збільшення вібрації електродвигуна, а також обумовлюють підвищене нагрівання магнітопроводу, в результаті чого його ізоляція руйнується і утворюються додаткові короткозамкнені контури для вихрових струмів;

- зношення підшипників або вигин вала призводять до появи контакту між активною сталлю ротора і статора, в цьому місці ізоляція магнітопроводу руйнується і вихрові струми збільшуються.

Отже, якщо в магнітопроводі виникла несправність, то $P_{мг} > P_{мг.б}$, тому в данному випадку $\delta_{мг} > 1$. Якщо несправність виникає в іншому вузлі асинхронного електродвигуна (обмотці статора, обмотці ротора, підшипниках), то це означає, що електродвигун в контрольному режимі роботи буде споживати більший струм. Внаслідок цього зменшиться основний магнітний потік, що призведе до зниження в контрольному режимі роботи поточних втрат в магнітопроводі у порівнянні з базовими. Тому $\delta_{мг} < 1$ означає виникнення несправностей в інших вузлах асинхронного електродвигуна. Таким чином, на протязі експлуатації відхилення втрат в магнітопроводі може мати наступні значення:

- номінальний функціональний стан магнітопроводу: $\delta_{мг} \leq 1$ (при $\delta_{мг} < 1$ несправними є інші вузли електродвигуна);

- неномінальний функціональний стан магнітопроводу: $\delta_{мг} > 1$.

Згідно [5] більшість несправностей механічної частини (підшипників) асинхронного електродвигуна супроводжуються підвищеним виділенням тепла; наприклад, руйнування сепаратора, кульок або роликів у підшипниках кочення призводить до збільшення сили тертя й, як наслідок, до зростання нагрівання підшипників. Тому зміна механічних втрат потужності в електродвигуні є діагностичним параметром функціонального стану цієї частини. Але контролювати механічні втрати необхідно в однакових умовах на початку експлуатації (базові втрати) і через певний проміжок часу (поточні втрати). Вище ці умови названо контрольним режимом роботи, тоді запишемо:

$$\delta_{мх} = \frac{P_{мх}}{P_{мх.б}}, \quad (2)$$

де $P_{мх}$ – поточні механічні втрати у контрольному режимі роботи, *Вт*;

$P_{мх.б}$ – базові механічні втрати у контрольному режимі роботи, *Вт*.

Для обґрунтування значення відхилення механічних втрат $\delta_{мх}$ розглянемо причини, які призводять до несправностей механічної частини (підшипників). При виробничій експлуатації початкові дефекти підшипників (технологічного походження) прогресують: неправильна посадка на вал призводить до затискання тіл кочення, підвищеного нагрівання і вигорання мастила, а вплив навколишнього середовища (пил, абразивні частинки) прискорюють зношення підшипника.

Внаслідок втомного руйнування, яке відбувається під дією значних місцевих змінних напруг, що виникають при роботі електродвигуна, виходить з ладу близько 80% підшипників кочення [6]. Фактором, що прискорює цей процес, є вібрація, яка може виникнути в результаті пошкодження обмоток електродвигуна (замикання, обрив).

Отже, якщо в механічній системі виникла несправність, то $P_{мх} > P_{мх.б}$, тому в данному випадку $\delta_{мх} > 1$. Якщо несправність виникає в іншому вузлі асинхронного електродвигуна (обмотці статора, обмотці ротора), то це означає, що електродвигун в контрольному режимі роботи буде споживати більший струм. Внаслідок цього збільшиться ковзання електродвигуна, а швидкість обертання ротора зменшиться, що призведе до зниження в контрольному режимі роботи поточних механічних втрат у порівнянні з базовими. Тому $\delta_{мх} < 1$ означає ви-

никнення несправностей в інших вузлах асинхронного електродвигуна. Таким чином, на протязі експлуатації відхилення механічних втрат може мати наступні значення:

– номінальний функціональний стан механічної частини: $\delta_{mx} \leq 1$ (при $\delta_{mx} < 1$ несправними є інші вузли електродвигуна);

– неномінальний функціональний стан механічної частини: $\delta_{mx} > 1$.

Висновки. Таким чином, обґрунтовано параметри, які характеризують функціональний стан магнітопроводу і механічної частини (підшипників) асинхронного електродвигуна та можуть бути використані при періодичному контролі його функціонального стану. Отже, при виникненні несправності у вказаних вузлах в них збільшуються втрати потужності. Відхилення втрат потужності у вказаних вузлах в контрольному режимі роботи є діагностичними параметрами функціонального стану означених вузлів електродвигуна: якщо $\delta_{me} \leq 1$, $\delta_{mx} \leq 1$, то функціональний стан номінальний (при $\delta_{me} < 1$, $\delta_{mx} < 1$ несправними є інші вузли електродвигуна); якщо $\delta_{me} > 1$, $\delta_{mx} > 1$, то функціональний стан неномінальний.

Список використаних джерел.

1. Русан В.И. Диагностика электрооборудования / В.И. Русан. – Минск: БГАТУ, 2010. – 220 с.
2. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования / Таран В.П.. – К. : Техніка, 1983. – 200 с.
3. Сидельников Л.Г. Обзор методов контроля технического состояния асинхронных двигателей в процессе эксплуатации / Л.Г. Сидельников, Д.О. Афанасьев // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 7. – С.127–137.
4. Вахромеев О.С. Современные методы диагностики электромеханических систем / О.С. Вахромеев, Р.Т. Каримов, А.И. Надеев // Вестник АГТУ. – 2006. – № 2(31). – С.51–55.
5. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин / Р.Г.Гемке // Под ред. Р. Б. Уманцева. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.
6. Кузнецов Н.Л. Надёжность электрических машин. – М. : Изд. дом МЭИ, 2006. – 432 с.