

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ BOND GRAPH ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАСОСНИХ АГРЕГАТИВ.

Курляк П.О., Костишин В.С.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Несвоєчасне виявлення пошкоджень в окремих структурних елементах електроприводних насосних агрегатів(НА) в свою чергу призводить до передчасного та аварійного виходу з ладу всього агрегату і є причиною незапланованих фінансових витрат. Тому раннє виявлення несправностей в двигунах НА безумовно призведе до підвищення рівня ефективності та надійності їх функціонування.

Питанням діагностики несправностей стрижнів короткозамкненого ротора асинхронного двигуна присвячено велику кількість робіт[1-4]. Однак запропоновані в роботах способи діагностування відзначаються складністю застосувань, а в деяких випадках передбачають використання спеціального вимірювального обладнання і програмного забезпечення.

Авторами запропоновано для вирішення задач діагностування несправностей електродвигунів НА використати метод аналізу амплітудно-частотного спектру струму статора двигуна[5], одержаного із розробленої BondGraph моделі НА.

Обрив або пошкодження стрижня в обмотці ротора двигуна спричинює порушення симетрії розподілу струмів в інших стрижнях клітки і, як наслідок, призводить до несиметрії магнітного поля в повітряному зазорі. Виникає результуюче зворотне магнітне поле, яке індукує ЕРС і струми в обмотці статора з певною частотою. Наглядне відображення даних частот представлено в спектрі струму статора, одержаного за рахунок швидкого перетворення Фур'є, у вигляді бічних смуг по обидві сторони від основної частоти напруги мережі живлення. Для розрахунку даних сплесків частот в [5] запропоновано наступне співвідношення

$$f_{sb} = f_1(1 \pm 2 \cdot s), \quad (1)$$

де f_{sb} – частота струму статора двигуна, індукованого зворотнім обертовим магнітним полем ротора; f_1 – частота напруги живлення мережі; s – ковзання двигуна.

Метод швидкого перетворення Фур'є (*FFT* аналіз) входить в стандартний набір функцій програмного продукту 20-sim, в середовищі якого автором розроблена комплексна BondGraph модель НА[6].

Число стрижнів короткозамкненої обмотки ротора залежить в основному від потужності та розмірів асинхронного двигуна. Для відображення конструкції короткозамкненого ротора двигуна в BondGraph моделі НА струми по ортогональних осях α, β розщеплені на окремі струми кожного із стрижнів. В BondGraph моделі НА обмотка ротора представлена активними опорами $Rr_1 - Rr_n$, кожен з яких містить один стрижень і дві частини короткозамкненого кільця[6].

За допомогою комплексної BondGraph моделі НА розроблено спосіб діагностики пошкоджень стрижнів короткозамкненого ротора, шляхом застосування

спектрального FFT аналізу струму статора двигуна. Одержано діагностичні криві та проведено порівняння сумарних амплітудних значень основної та бічних смуг частот спектру струмів статора для непошкодженої і з різними ступенями пошкодження обмотокротора двигуна НА.

Контроль робочих параметрів асинхронних двигунів НА зазвичай проводиться за допомогою сучасних цифрових осцилографів, які оснащені функцією швидкого перетворення Фур'є. Тому, на виробництві, порівнюючи спектральні FFT аналізи струмів статора, одержані відповідно за допомогою цифрового осцилографа і BondGraph моделі електроприводного НА, можна робити висновки про ступінь пошкодження обмотки ротора в двигуні, відстежувати динаміку розвитку несправностей та планувати раціональний термін проведення ремонтів.

Перелік використаних джерел:

1. Сивокобыленко В.Ф. Математическое моделирование асинхронных двигателей при повреждениях стержней короткозамкнутого ротора / В. Ф. Сивокобыленко, В. А. Павлюков, Р. П. Сердюков, В. И. Бондаренко, С. П. Яременко // *Наукові праці Донецького національного технічного університету.* – 2009. – №9(158). – с. 222–226. – ISSN 2074–2630.
2. Сивокобыленко В.Ф. Диагностика стержней двухклеточных и глубоководных короткозамкнутых роторов асинхронных двигателей / В.Ф. Сивокобыленко, Д. И. Кузьменко, С. П. Яременко // *Наукові праці Донецького національного технічного університету.* – 2011. – №10(180). – с. 148–152. – ISSN 2074–2630.
3. Васьковський Ю.В. Математическое моделирование электромагнитных полей в короткозамкнутом асинхронном двигателе с поврежденной обмоткой ротора / Ю.В. Васьковський, А.А. Гераскин // *Технічна електродинаміка.* – 2010. – №2. – с.56-61. – ISSN 0204–3599.
4. Русов В. А. Спектральная вибродиагностика [Электронный ресурс]: / В.А. Русов, 1996 // www.vibroctnter.ru/book8.htm.
5. Kumar K. Vinoth A Review of Voltage and Current Signature Diagnosis in Industrial Drives / K. Vinoth Kumar, S. Suresh Kumar, A. Immanuel Selvakumar // *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS).* – 2011. – Vol.1, No.1. – p. 75–82. – ISSN: 2088–8694.
6. Курляк П.О. Моделювання динамічних режимів роботи електроприводних відцентрових насосних агрегатів магістральних нафтопроводів на основі методу BondGraph: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.03 “Електротехнічні комплекси та системи” / П.О. Курляк. – Вінниця, 2012. — 209 с.