

МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Вступ. Останнім часом у світі відбувається посилення вимог щодо рівня енергоспоживання електромеханічних систем (ЕМС). В ЄС розроблено проект стандарту EN 16231 «Energy efficiency benchmarking methodology» (Методологія бенчмаркінгу енергоефективності). Рішенням СЕМЕР встановлено нові рівні показників енергоефективності електрообладнання, які діють з 2011р. У США прийнято «Акт енергетичної політики» [Energy Politics Act (ЕРАСТ)], яким також означено вимоги до енергоефективності електропривода.

Аналіз попередніх досліджень. Механізмом втілення енергозбереження в життя є енергетичний менеджмент, який останнім часом став поширюватися на кінцевого споживача. Запроваджується високий ступінь деталізації – діагностування енергоефективності ЕМС в режимі реального часу і, відповідно, – оперативне реагування на її погіршення. Також простежується тенденція заміни окремих приладів моніторингу та діагностики комп'ютеризованими комплексами, що дозволяє отримати повну якісну і кількісну інформацію щодо процесів, які відбуваються в ЕМС, та їх параметри [1].

Найближчими за функціональною побудовою до систем діагностування енергоефективності ЕМС є електронні системи обліку електричної енергії та системи вимірювання якості електроенергії на основі промислових засобів автоматизації. Отримали розвиток системи контролю та керування, спрямовані на підтримання ефективного функціонування ЕМС. Зарубіжні фірми Nippon Steel, Siemens, АВВ мають стенди для випробувань електропривода. Однак, володіючи розвиненими функціями вимірювання та оброблення даних, вони, з одного боку, не забезпечують аналізування отриманої інформації про енергетичні процеси, а з іншого – зовсім не призначені для діагностування енергоефективності ЕМС, оскільки не мають функції математичного моделювання.

Завданнями роботи є:

- розроблення моделі функціонального діагностування енергоефективності АЕП, яка контролює первинні діагностичні параметри (миттєві значення струму й напруги двигуна), режим навантаження та якість напруги живлення;

- діагностування й оцінювання (виявлення величини, причини, місця і часу відхилення параметрів від номінальних або регламентованих значень) механічних, електромагнітних і теплових параметрів за математичними моделями, параметрів енергоефективності.

- аналітична перевірка моделі для асинхронних двигунів (АД) нової промислової серії 5А.

Метою роботи є розроблення моделі функціонального діагностування енергоефективності АЕП, яка за рахунок контролювання у реальному часі його поточних експлуатаційних параметрів дозволяє визначити неефективні режими роботи та надає можливість завчасного виявлення механічних ушкоджень двигуна і пов'язаного з ним механізму.

Матеріали і результати досліджень. Перспективним підходом методології енергоменеджменту є впровадження постійно діючого діагностування АЕП на основі бенчмаркінгу енергоефективності для оперативного реагування на збільшення їх електроспоживання, погіршення технічного стану і порушення технологічного режиму. Оптимізація електроспоживання АЕП, прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої його експлуатації, шляхом виявлення неекономічних, неефективних, аварійних режимів роботи, прихованих дефектів засобами діагностування енергоефективності передбачає: наявність інформації про струми й напруги електропривода ЕМС, температуру довкілля; розрахунок параметрів за діагностичними й еталонними моделями в режимі реального часу; виявлення відхилень діагностичних параметрів від встановлених; визначення технічного, енергетичного й теплового стану; прогнозування передаварійних ситуацій.

Розроблена модель функціонального діагностування енергоефективності АЕП в середовищі MATLAB Simulink має ієрархічну структуру і складається з моделей більш низького рівня: моделі АД; ЕЕМ - моделі формування і збереження еталонів [2]; ЕДМ - моделі діагностування параметрів процесів перетворення електроенергії (рис. 1). ЕДМ складається з ЕДМ1 - моделі визначення параметрів процесу енергоспоживання, ЕДМ2 - моделі визначення параметрів схеми заміщення та ЕДМ3 - моделі визначення параметрів процесу використання енергії, що споживається.

Експериментальний метод перевірки розробленої моделі функціонального діагностування АД трудомісткий і потребує проведення стендових випробувань короткого замикання, холостого ходу тощо для визначення параметрів схеми заміщення, а також великої кількості додаткових розрахунків. До того ж він не гарантує необхідної достовірності результатів і має значну похибку (10-15%).

Аналітична перевірка моделі функціонального діагностування АЕП ставить за мету встановлення її адекватності паспортним даним двигуна (експериментальним даним виробника), які характеризують його номінальний режим. Перевірку моделі здійснено для АД серії 5А основного виконання, типу 5АМХ132S4 [3]. Ця серія характеризується стабільними параметрами двигунів. У розрахунках прийнято, що двигун живиться номінальною

напругою стандартної частоти.

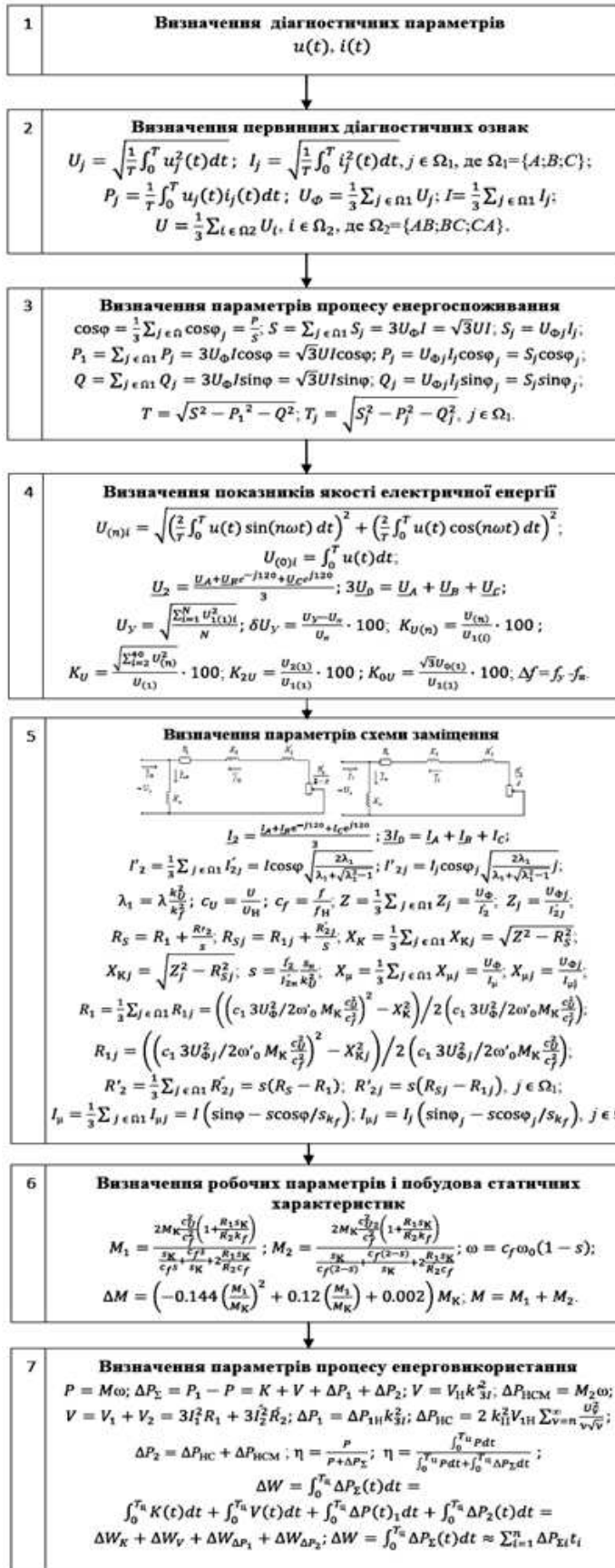


Рис. 1 Блок-схема моделі діагностування параметрів процесу перетворення електроенергії АЕП

Аналітична перевірка моделі функціонального діагностування АЕП ставить за мету встановлення її адекватності паспортним даним двигуна (експериментальним даним виробника), які характеризують його номінальний режим. Перевірку моделі здійснено для АД серії 5А основного виконання, типу 5АМХ132S4 [3]. Ця серія характеризується стабільними параметрами двигунів. У розрахунках прийнято, що двигун живиться номінальною напругою стандартної частоти.

З результатів перевірки моделі функціонального діагностування АД видно, що відносна похибка визначення номінальних даних АД не перевищує 0,4% (I_H), робочих параметрів - 0,1% (M_H) і параметрів схеми заміщення - 4% (R_2) відносно паспортних даних, а параметрів енергоспоживання - 0,4% (Q_H) і енерговикористання - 6% (K) відносно розрахункових даних моделі ЕЕМ.

Порівняння даних показує, що моделі дозволяють з достатньою для практики точністю розрахувати узагальнені діагностичні параметри – ККД та коефіцієнт потужності АД в залежності від завантаження. Максимальне значення відносної похибки визначення ККД – 1% для ЕЕМ і 3% для ЕДМ, а коефіцієнта потужності – 4% та 6% відповідно. Таким чином, відносна похибка розрахунку параметрів і характеристик АД за моделлю функціонального діагностування не перевищує 7%, що цілком задовільно для інженерної практики.

Література

1. Закладний О.О. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем: Монографія / О.О. Закладний. – К.: Видавництво «Лібра», 2013. – 195 с.
2. Закладний О.О. Енергетична модель формування і збереження еталонів для систем функціонального моніторингу асинхронного електропривода / О.О. Закладний, О.М. Закладний, І.В. Притискач // ВІСНИК Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновібух», 2011, - Вип. 20. С. 159-166
3. Технический каталог. Асинхронные электродвигатели. - М.: РУСЭЛПРОМ, 2008. – 116 с.