

УДК 62-83-52.003(082)

**А.В. Праховник**, д-р техн. наук,  
**О.М. Закладний**, канд. техн. наук,  
**О.О. Закладний**

### ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

*Анотація.* Присвячено питанню підвищення рівня енергоефективності електромеханічних систем з асинхронними двигунами. Розглянуто сучасний стан проблеми. Запропоноване рішення полягає в контролюванні у реальному часі енергоефективності електромеханічних систем засобами функціонального діагностування, обслуговуванні за фактичним станом та безперервному захисті під час експлуатації.

**А.В. Праховник**, д-р техн. наук

**А.Н. Закладной**, **О.А. Закладной**, кандидаты технических наук

### ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

*Аннотация* Посвящена вопросу повышения энергоэффективности электромеханических систем с асинхронными двигателями. Рассмотрено современное состояние проблемы. Предложенное решение заключается в контроле в реальном времени энергоэффективности электромеханических систем средствами функциональной диагностики, обслуживании по фактическому состоянию и непрерывной защите во время эксплуатации.

**A. V Prahovnik**, ScD

**O. A Zakladnij**, **A. N Zakladnoj**, PhD

### FUNCTIONAL DIAHNUSTUVANNYA ENERHOEFEKTYVNOSTI ELECTROMECHANICAL SYSTEMS WITH INDUCTION MOTORS

*Abstract.* The article is devoted to the question of energy efficiency exploitation of electromechanical systems with asynchronous motors increasing. Considered the current state of the problem. The offered solution is to monitor real-time energy efficiency of electromechanical systems with facilities of functional diagnostic, servicing actual state and continuous protection during exploitation.

Понад 60 % виробленої у світі електричної енергії споживається електромеханічними системами (ЕМС). Частка ЕМС з асинхронними двигунами (АД) становить близько 80 %. Вартість електроенергії, яку споживає ЕМС протягом строку експлуатації (життєвого циклу), значно перевищує вартість устаткування і витрати на обслуговування. В літературі з питань енергоефективності ЕМС пропонуються проекти з енергозбереження, але їх реалізація потребує значних коштів. На сьогодні виникла необхідність застосування нових технічних рішень і наукових підходів до вирішення проблеми підвищення рівня енергоефективності ЕМС з АД.

Основним інструментом енергозбереження на підприємстві є енергоменеджмент. Однією з перешкод широкому впровадженню енергозбереження в життя є те, що управління раціональним використанням енергії не поширюється на конкретного технологічного споживача – ЕМС. Енергоефективність її оцінюється аперіодично, наприклад, під час проведення енергетичного аудиту. Перспективним підходом методології енергоменеджменту є впровадження постійно діючого діагностування енергоефективності ЕМС для оперативного реагування на погіршення її стану і порушення технологічного режиму. Діагностування енергоефективності ЕМС поєднує завдання технічного діагностування з завданнями енергетичного менеджменту, основною функцією

© Праховник А.В., Закладний О.М.,  
Закладний О.О., 2011

яких є управління енергоспоживанням та технічним станом.

Сьогоднішній стан розвитку технічних засобів дозволяє вирішити ці завдання на апаратному рівні за допомогою мікроконтролерів та ПК. Основні витрати при розробці таких систем приходяться не на створення апаратної частини контролера, а на розробку алгоритмічного й програмного забезпечення. Окремо слід відмітити, що за основу економічних розрахунків встановлення такої системи слід приймати економічну вигоду на протязі всього життєвого циклу функціонування системи.

Засоби функціонального діагностування енергоефективності ЕМС фактично є інструментом енергетичного менеджера в його діяльності з ефективного і цілеспрямованого використання енергоресурсів. Такий підхід дозволяє оцінювати стан ЕМС на всіх етапах її життєвого циклу – від введення в експлуатацію до списання.

Мета діагностування енергоефективності ЕМС – шляхом контролювання у реальному часі енергетичного і технічного стану – забезпечити найефективніше використання фактичного ресурсу з мінімальним споживанням електроенергії та запобігти аварійним режимам.

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. Для деталізації визначення технічного стану АД пропонується використовувати показник відносного зношування ізоляції та аналіз значень втрат у його окремих вузлах.

В інституті енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» створено мобільний програмно-

апаратний комплекс, який дозволяє автоматизувати процес функціонального діагностування енергоефективності ЕМС (рис. 1). Комплекс може встановлюватися безпосередньо на клемній коробці двигуна, який діагностується, без будь-якого порушення режиму його роботи або на електрощитку живлення.

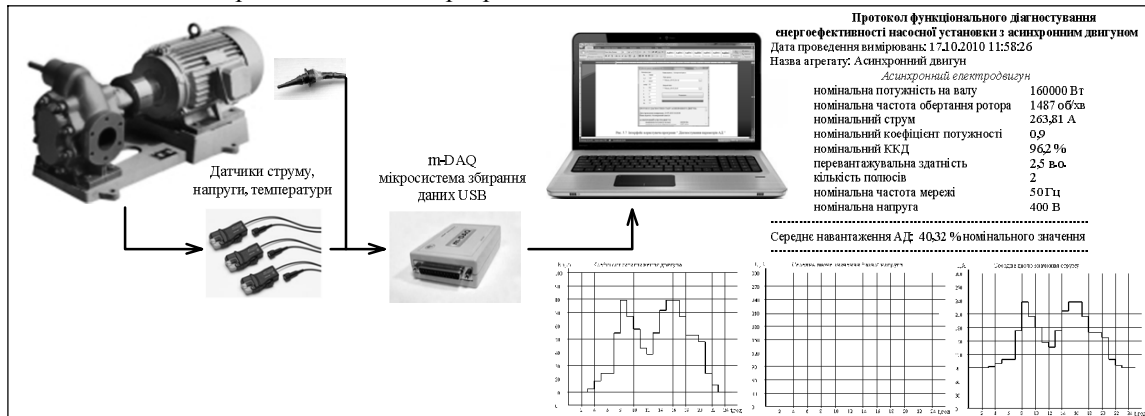
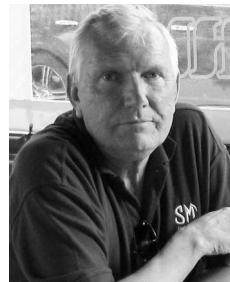


Рис. 1. Мобільний програмно-апаратний комплекс для функціонального діагностування

Комплекс реалізовано на основі датчиків струму, напруги, температури, комутаційного пристрою з аналого-цифровим перетворювачем, персонального комп'ютера та розроблених алгоритмів і програмного забезпечення. У результаті формуються протоколи діагностування та визначаються енергетичний, технічний стан і залишковий ресурс ЕМС у відповідності до розроблених моделей і методик. Комплекс може використовуватись для експериментальних досліджень і для роботи в режимі комп'ютерного експерименту.

Використання комплексу дозволить: зменшити витрати електроенергії ЕМС; здійснювати попереджувальне обслуговування ЕМС у реальному часі та керування 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.



Закладний Олександр Миколайович, к.т.н., доц. каф. АУ-ЕК НТУУ «КПІ», м. Київ-56, вул. Борщагівська, 115/3, тел. 044 454-96-89, zak@iee.kpi.ua



Закладний Олег Олександрович, асистент каф. електропостачання НТУУ «КПІ», м. Київ-56, вул. Борщагівська, 115/3, тел. 044 563-81-46, 096 984-87-83, zakladniy@gmail.com

Отримано 15.07.2011



Праховник Артур Веніамінович, д.т.н., директор Ін-ту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ», зав. каф. електропостачання, м. Київ-56, вул. Борщагівська, 115/3, тел. 044 406-86-07, avr@iee.kpi.ua