

УДК 62-83-52.003(082)

## ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

**О.О.Закладний<sup>1</sup>, В.В.Прокопенко<sup>2</sup>,**

*Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», вул.  
Борщагівська 115, м. Київ, 03056, Україна,  
тел. 096 9848783, [zakladniy@gmail.com](mailto:zakladniy@gmail.com)*

*Доповідь присвячена підвищенню енергоефективності електромеханічних систем з асинхронними двигунами. Запропоноване рішення полягає в контролюванні у реальному часі енергоефективності електромеханічних систем засобами функціонального діагностування, обслуговуванні за фактичним станом та безперервному захисті під час експлуатації.*

**Ключові слова:** енергоефективність, електромеханічна система, асинхронний двигун, енергетичний стан, технічний стан.

## DIAGNOSTIC OF THE ENERGY AND TECHNICAL STATUS OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

**O.Zakladnyi<sup>1</sup>, V.Prokopenko<sup>2</sup>**

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv  
Polytechnic Institute", prosp. Peremohy, Kyiv, Ukraine, 03056*

*The report is dedicated to improving the energy efficiency of electromechanical systems with induction motors. The proposed solution is to control, in real time, the energy efficiency of electromechanical systems by means of*

*functional diagnostics, actual maintenance and continuous protection during operation.*

**Keywords:** *energy efficiency, electromechanical system, asynchronous motor, energy state, technical condition.*

**ORCID:** <sup>1</sup>0000-0003-2813-3692, <sup>2</sup>0000-0002-5518-5802.

Енергозбереження – найважливіше завдання сьогодення. Понад 70% виробленої у світі електричної енергії споживається електромеханічними системами (ЕМС). Частка ЕМС з асинхронними двигунами (АД) становить близько 80%. Переважна більшість з них - ЕМС з нерегульованими двигунами і тут можлива реальна економія електроенергії.

Значна частина промислових установок і механізмів на підприємствах України експлуатуються з перевищенням установленого строку служби, що призводить до їх високої аварійності та виходу з ладу асинхронного електропривода (АЕП). Експлуатація ЕМС з АД, яка супроводжується численними ремонтами, призводить до того, що на підприємствах використовується АЕП, реальні енергетичні показники якого значно нижчі декларованих виробником, а середній строк служби двигунів не перевищує 5-7 років. Тимчасом АД розраховано на термін служби 15 – 20 років без капітального ремонту за умови його експлуатації відповідно до ТУ і виконання.

Тому актуальними є розроблення і широке впровадження моделей, методик, алгоритмів, програмного забезпечення й схемно-технічних рішень діагностування для підвищення надійності та енергоефективності ЕМС з АД, вартість яких нижча від витрат на впровадження традиційних проектів енергозбереження.

Неврахування зв'язків між процесами перетворення енергії та їх наслідками є істотним недоліком існуючих засобів діагностування ЕМС. Це не дозволяє встановити причини, які призводять до погіршення енергоефективності, виникнення і розвитку несправностей та аварій.

Основною причиною низької енергоефективності ЕМС та виникнення аварій є неврахування впливу якості напруги живлення та режиму навантаження, недостатній обсяг інформації про технічний стан, відсутність ефективного безперервного захисту двигунів, несвоєчасне виявлення і усунення дефектів устаткування, недостатній рівень експлуатації, неякісний ремонт тощо.

Енергоефективність ЕМС прямо пов'язана з її технічним станом. Несправність механізму, наприклад, насосної установки та порушення технологічного режиму (заклинювання підшипників, проривання напірного трубопроводу тощо) призводить до зміни навантаження. З іншого боку, двигун може знаходитися у стані прихованої відмови задовго до відпрацювання ним нормативного ресурсу. У цих випадках, а також у разі погіршення якості напруги живлення, знижуються ККД і коефіцієнт потужності.

Авторами 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.

Технічний стан ЕМС з АД визначається за допомогою показника відносної зношеності ізоляції та аналізу складових втрат, за якими діагностується ушкодження у

відповідному вузлі, а механічні дефекти двигуна та пов'язаного з ним механізму (пошкодження та ексцентриситет ротора, підшипників, неспівосність валів двигуна та механічного навантаження тощо) виявляються за допомогою спектрально-струмового аналізу.

Запропоноване авторами рішення полягає в контролюванні у реальному часі енергоефективності ЕМС засобами функціонального діагностування, обслуговуванні за фактичним станом та безперервному захисті під час експлуатації. Математичний апарат діагностування поєднує методи аналізування миттєвих значень струмів і напруг АД, температури довкілля й дозволяє визначити енергетичний і технічний стан ЕМС та прогнозувати залишковий ресурс, з методом спектрально-струмового аналізу, що надає можливість завчасного виявлення механічних ушкоджень двигуна та пов'язаного з ним механізму.

Впровадження результатів роботи 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.

#### **Література:**

1. Прокопенко В.В., Закладний О.О. Кульбачний П.В. *Енергетичний аудит: Навчальний посібник.* – Київ, Вид-во «Політехніка», 2018. – 400 с.