

ДІАГНОСТИЧНИЙ АУДИТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

О. О. Закладний, к. т. н., доц., М. Ф. Куць, студ.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

вул. Борщагівська, 115/3, корп. 22, 03056, м. Київ, Україна, e-mail: zakladniy@gmail.com

Вступ. Після фінансової кризи в світовій економіці відбулися кардинальні зміни – замість володіння енергоресурсами домінуюче місце займають технології ефективного використання енергоресурсів та альтернативних джерел енергії. Змінилась парадигма конкурентного світу: від суспільства споживання – до сталого розвитку. В цих умовах зростає роль енергетичного менеджменту як інструменту досягнення високого рівня енергетичної ефективності на підприємстві.

У 2011 році запроваджено міжнародний стандарт ISO 50001 “Energy management systems – Requirements with guidance for use”, який встановлює вимоги до розроблення, впровадження, підтримання та покращення системи енергетичного менеджменту для досягнення постійного поліпшення ситуації у галузі енергозбереження.

Найбільший вплив на раціональне використання електроенергії підприємством спричиняє енергоефективність електромеханічної системи (ЕМС) як основного споживача. У проектуванні технологічного процесу, під час вибору ЕМС зазвичай не приділяється уваги її енергоефективності протягом усього строку служби. Але повинні розглядатися не просто режим завантаження ЕМС і не лише його робочі характеристики та енергоефективність на даний момент – слід здійснювати оцінювання економічності за весь строк служби. Енергоефективність ЕМС на сьогодні оцінюють аперіодично, наприклад, під час проведення енергетичного аудиту. Тому актуальним завданням є безперервний постійний контроль споживання електроенергії ЕМС [1, 2].

Мета роботи. Розроблення принципів діагностичного аудиту енергетичної ефективності ЕМС, які базуються на глобальному стандарті ISO 50001:2011 та дозволять сформувати якісну систему енергетичного менеджменту.

Матеріал і результати дослідження. Дотепер в енергетичному менеджменті деталізоване управління раціональним використанням енергії не поширювалося на конкретного технологічного споживача, його режими роботи. В першу чергу розглядалось підприємство в цілому або окрема технологічна лінія. Контроль конкретного обладнання, наприклад, ЕМС, не був постійним і безперервним та відбувався за фактом, а не в реальному часі, коли неефективне споживання електроенергії мало місце значний проміжок часу.

Останнім часом енергетичний менеджмент набув нових рис, а саме, – він став поширюватися на кінцевого споживача. Це є новим стандартом у методології енергетичного менеджменту – запроваджується високий ступінь деталізації, діагностичний аудит енергетичної ефективності ЕМС і, відповідно, – оперативне реагування на погіршення енергоефективності. Ці зміни пов’язані з постійним здорожчанням електричної енергії, коли основна складова вартості життєвого циклу ЕМС – витрати на електричну енергію – становлять в середньому 85 % від усіх витрат за термін експлуатації [3].

В результаті багатьох чинників, зокрема таких, як робота ЕМС з недовантаженням, неякісна мережа живлення, недостатнє технічне обслуговування, нераціональне керування технологічним процесом, впливу випадкових факторів – реальне споживання енергії завжди відрізняється від ідеального. Контроль та оцінка вказаних розходжень між розрахунковим (планованим) та фактичним споживанням енергії і є головним завданням діагностичного аудиту енергоефективності ЕМС. Сам собою діагностичний аудит не економить енергію, але з його допомогою енергетичний менеджер може визначити, де і коли слід вжити коригуючих дій для усунення неефективного її використання. Такий підхід дозволяє оцінювати стан ЕМС на всіх етапах її життєвого циклу – від введення в експлуатацію до списання.

Використання засобів діагностики енергоефективності ЕМС як технічного інструменту стандарту ISO 50001:2011 спрощує включення енергоменеджменту до інтегрованої системи менеджменту з підвищення якості та безпеки продукції, екологічного менеджменту та менеджменту професійної безпеки і здоров'я персоналу.

Для діагностики енергетичного стану ЕМС застосовують енергетичні критерії – енергію, яка споживається з мережі за цикл роботи, питомі витрати енергії на одиницю продукції та сумарні втрати енергії. В деяких випадках застосовують критерій максимального ККД, оптимального імпедансу тощо. Однак не існує загальноприйнятого критерію енергоефективної роботи ЕМС [2].

Діагностика енергетичного стану ЕМС є комплексним завданням з великою кількістю характеристик і факторів, які на неї впливають (навантаження, якість живильної напруги, технічний стан тощо). Основним показником ефективності роботи в енергетичному аспекті вважають ККД системи в цілому. Однак для комплексної оцінки енергоефективності важливі також коефіцієнт потужності, споживана потужність і значення складових витрат.

Процес ефективного використання енергії ЕМС визначається двома основними складниками: енергоспоживання та енерговикористання (перетворення) спожитої енергії, що відповідає концептуальному представленню терміну «рівень енергоефективності» у стандарті ISO 50001:2011.

Запропоновано використовувати показники енергоефективності – ККД та коефіцієнт потужності для визначення енергетичного і технічного стану ЕМС з урахуванням режиму навантаження та якості напруги живлення. Визначення стану ЕМС здійснюється порівнянням фактичних параметрів з їх еталонними значеннями (рис. 1), тобто, шляхом аналізування та порівняння індикаторів енергоефективності з енергетичною базовою лінією [4]. Відповідно до ISO 50001:2011 вказана процедура є складовою енергоаналізу – визначення рівня енергоефективності на основі вимірюваних даних та довідкової (паспортної) інформації, що дозволить визначати можливості його підвищення. Алгоритм діагностичного аудиту енергоефективності повністю відповідає процедурі енергоаналізу, яка записана у стандарті ISO 50001:2001.

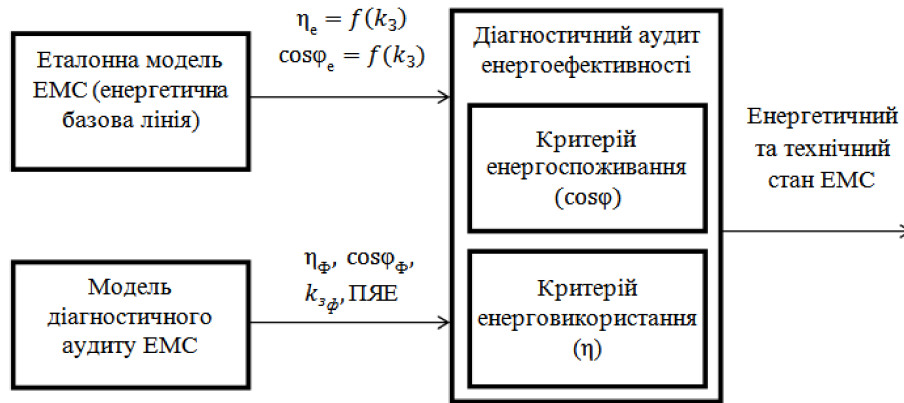


Рисунок 1 Процедура діагностичного аудиту енергоефективності ЕМС

Перспективним підходом методології енергоменеджменту є впровадження постійно діючого діагностування ЕМС на основі бенчмаркінгу енергоефективності для оперативного реагування на збільшення їх електроспоживання, погіршення технічного стану і порушення технологічного режиму. Оптимізація електроспоживання ЕМС, прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої їх експлуатації шляхом виявлення неекономічних, неефективних, аварійних режимів роботи, прихованих дефектів засобами діагностування технічного та енергетичного станів передбачає: наявність інформації про струми й напруги електропривода ЕМС, температуру доквілля; 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.

За допомогою комп'ютерного моделювання виконано дослідження роботи насосної установки з АД [5]. Номінальні дані АД насосної установки: $P_H=7,5$ кВт, $n_H=1450$ об/хв, $I_H=15,3$ А, $\eta_H=87,5\%$, $\cos\phi=0,85$, термін служби – 20 000 год, усталене відхилення напруги – 5%, коефіцієнт несиметрії зворотної послідовності – 1%, зношення – 11 240 год. Результати математичного моделювання [5] показують, що застосування діагностичного аудиту енергоефективності ЕМС дозволить знизити споживання активної енергії на 10%, реактивної – на 30%, підвищити в 1,5 рази залишковий ресурс до паспортного його значення, ККД – на 8%, коефіцієнт потужності – на 9%, знизити втрати на 33%.

Висновки. Використання засобів діагностичного аудиту енергоефективності дозволить впровадити сучасні інформаційні smart-технології у систему енергетичного менеджменту підприємства та автоматизувати виконання таких складових стандарту ISO 50001:2011, як встановлення енергетичної базової лінії, індикаторів енергоефективності, здійснення моніторингу та необхідних вимірювань для визначення рівня енергоефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закладний О.О. Методика функціонального діагностування енергоефективності асинхронного електропривода // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2013. №1. С. 77-82.
2. Закладний О.О. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем: Монографія. – К.: Видавництво «Лібра», 2013. – 195 с.
3. Праховник А.В., Закладний О.М., Закладний О.О. Діагностування енергоефективності електромеханічних систем як інструмент енергоменеджменту // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – 2011, № 21. С. 121-128.
4. Закладний О.О., Закладний О.М., Притискач І.В. Енергетична модель формування і збереження еталонів для систем функціонального моніторингу асинхронного електропривода // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – 2011, № 20. С. 159-166.
5. Закладний О.О., Праховник А.В., Закладний О.М. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем з асинхронними двигунами // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2011. №1. С. 66-72.

Рекомендовано до друку доц. Ромашихінім Ю. В.