

УЗАГАЛЬНЕНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА В ПРОЦЕСІ ЙОГО РОБОТИ

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Запропоновано узагальнений підхід до аналізу рівня ефективності роботи електричного двигуна, який дозволить оцінити числове значення його ефективної роботи і зробити висновок про наявність несправності в електроприводі загалом. Це підвищить надійність роботи електропривода і опосередковано дозволить зменшити споживання електроенергії за рахунок вчасної заміни обладнання, коли ефективність його роботи стає неприпустимою.

Ключові слова: електрична машина, електропривод, ефективність роботи, випробування, коефіцієнт корисної дії.

Abstract

A generalized approach to the analysis of the level of efficiency of an electric motor is proposed, which will allow to estimate the numerical value of its effective operation and to conclude about the presence of a malfunction in the electric drive as a whole. This will increase the reliability of the electric drive and indirectly allow to reduce electricity consumption due to timely replacement of equipment when its efficiency becomes unacceptable.

Keywords: electric machine, electric drive, efficiency, testing, efficiency coefficient.

Вступ

Відомі підходи до діагностування електричних машин, але переважна більшість досліджень спрямована на виявлення механічних дефектів (биття підшипників), електричних (пробій ізоляції) та теплових (коротке замикання обмоток). Переважна кількість цих досліджень передбачає повне виведення двигуна з експлуатації, розбирання його і випробування на спеціальних лабораторних стендах.

Існує багато винаходів та теоретичних ідей для покращення процедури випробування електричної машини, але всі вони подібно до представленої лабораторії передбачають зупинку та виведення з експлуатації двигуна. Великий інтерес викликає ідея проведення аналізу відомих способів діагностування електричної машини з метою систематизації цих досліджень для використання їх на робочій електричній машині без зупинки технологічного процесу.

Всі відомі способи діагностування електричних машин в процесі роботи зводяться до визначення параметрів биття валу та температури перегріву частин статора і підшипників двигуна. Методи вібродіагностування та термодіагностування електричних машин достатньо добре вивчені і описані в джерелах [], але вони не дозволяють оцінити рівень ефективності роботи двигуна. Тому **метою роботи** є підвищення рівня ефективності роботи електропривода за рахунок розробки узагальненого підходу до оцінки ефективності роботи двигуна.

Основна частина

Приклад лабораторії для випробування електричних машин малої потужності зображено на рисунку 1.

На рисунку 1 позначено 1 – місце для встановлення досліджуваного двигуна; 2 – навантажувальний генератор (двигун); 3 – стенд для вимірювання механічних параметрів машини; 4 – стіл для розбирання машини і вимірювання параметрів ізоляції обмоток; 5 – пристрої регулювання параметрів живлення та навантаження; 6 – лабораторна установка для реєстрації результатів випробувань та регулювання параметрів живлення.



Рисунок. 1 – Лабораторія для випробування електричних машин малої потужності

У лабораторних умовах виконують наступні випробування електричних двигунів:

- 1) попередні випробування на предмет механічних пошкоджень шляхом зовнішнього огляду;
- 2) дослід холостого ходу з визначенням характеристики холостого ходу та втрат;
- 3) випробування підвищеною напругою;
- 4) перевірка симетрії напруги живлення;
- 5) дослід короткого замикання зі зняттям характеристики;
- 6) визначення пускового струму та моменту;
- 7) теплове випробування;
- 8) зняття характеристик ККД, коефіцієнта потужності та струму;
- 9) визначення моменту перевантаження.

Всі перелічені випробування виконуються на окремому двигуні шляхом його підключення до мережі живлення через регульовальний пристрій або шляхом приєднання до іншої машини.

У процесі роботи електричної машини її характеристики змінюються, і через деякий час необхідно передбачати ревізію та ремонт. Це і забезпечується графіками планово-попереджувальних ремонтів. Але дуже часто після ремонту машини, заміни підшипників, вимірювання опору ізоляції чи поновлення рівня мастила, ніхто не перевіряє її характеристики знову. Внаслідок цього часто виникає ситуація, коли один і той самий електричний двигун після ремонту стає працювати менш ефективно. З кожним роком такої роботи його ефективність може досягти значень, які будуть не рентабельними за кількістю спожитої електричної енергії чи кількістю затрачених матеріальних ресурсів на ремонт машини. Але, оскільки, ніхто не випробовує двигун на ефективність, то такий режим неефективної роботи може тривати довго. З кожним роком такої експлуатації підприємство буде втрачати додаткові кошти на неефективну роботу.

Для вирішення цієї проблеми необхідно забезпечити оцінку рівня ефективності роботи електричної машини. Для цього пропонується на кожен електричний двигун, який працює або в повторно-короткочасному або у тривалому режимах роботи встановити окремий лічильник електричної енергії і забезпечити облік часу роботи та кількості виконаної ним корисної роботи.

Найбільшу складність у такому разі буде мати розрахунок чи вимірювання кількості корисної роботи. Опосередковано її можна визначити за кількістю виробленої продукції, маючи середні значення питомого енергоспоживання.

Кількість спожитої енергії буде мірою витраченої роботи A_v . Маючи корисну роботу A_k можна розрахувати коефіцієнт корисної дії двигуна за певний час роботи:

$$\eta = (A_k / A_v) \times 100\%.$$

За рівнем коефіцієнта корисної дії можна робити висновок про ефективність роботи електричної машини протягом певного часу.

Шляхом комп'ютерного моделювання можна отримати миттєве значення коефіцієнта корисної дії у будь який момент часу і зробити висновок про наявність проблем у роботі двигуна.

Висновки

Таким чином, застосування узагальненого підходу до аналізу рівня ефективності роботи електричного двигуна дозволить оцінити числове значення його ефективної роботи і зробити висновок про наявність несправності в електроприводі загалом. Це підвищить надійність роботи електропривода і опосередковано дозволить зменшити споживання електроенергії за рахунок вчасної заміни обладнання, коли ефективність його роботи стає неприпустимою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Прус В. В.** Старіння електричних машин у ході тривалої експлуатації та ремонтів. Теорія і практика: дис. ... д-ра техн. наук. Київ, 2021. 398 с.
2. **Яцун М. А., Яцун А. М.** Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 312 с.
3. **Шаповалов О. С.** Модель системи для випробування допоміжних електромашин тягового рухомого складу // Транспортні системи і технології. 2023. № 1 (12). С. 85–97.
4. **Boldea I., Nasar S. A.** Electric Drives. Boca Raton: CRC Press, 2016. 550 с. DOI: 10.1201/b19479.
5. **Pyrhonen J., Jokinen T., Hrabovcova V.** Design of Rotating Electrical Machines. Chichester: Wiley, 2014. 612 с. DOI: 10.1002/9781118701652.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, завідувач кафедри, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.