

УДК 629.4.014

**ДИАГНОСТИКА ПОРУШЕНЬ У РОБОТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

Канд. техн. наук С.І. Яцько, аспірант Я.В. Ващенко

**ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ В РАБОТЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Канд. техн. наук С.И. Яцько, аспирант Я.В. Ващенко

**DIAGNOSTICS OF VIOLATIONS IN OPERATION OF THE TRACTION ELECTRIC DRIVE**

PhD in Technical Science S.I. Yatsko, Y.V. Vashchenko

*Наведено результати досліджень з розроблення методу безперервного контролю технічного стану тягового асинхронного електропривода. Запропонована система безперервного контролю і діагностування технічного стану основана на аналізі спектрального складу вхідного струму автономного інвертора тягового електропривода.*

**Ключові слова:** тяговий електропривод, спектральний аналіз, безперервна діагностика, інвертор.

*Представлены результаты исследований по разработке метода непрерывного контроля технического состояния тягового асинхронного электропривода. Предложенная система непрерывного контроля и диагностирования технического состояния основана на анализе спектрального состава входного тока автономного инвертора тягового электропривода.*

**Ключевые слова:** тяговый электропривод, спектральный анализ, непрерывная диагностика, инвертор.

*In the paper is considered results researches of method continuous condition monitoring for the traction asynchronous electric drive. The offered system of continuous control and diagnosing of the technical condition is based on the analysis of spectral composition of an entrance current of the inverter current traction electric drive.*

**Keywords:** the traction electric drive, spectral analysis, continuous diagnostic, the inverter.

**Вступ.** При експлуатації рухомого складу будь-які виходи з ладу обладнання в тій чи іншій мірі призводять до витрат та порушень нормального функціонування процесу перевезень. Рішенням щодо мінімізації втрат може бути організація неперервного моніторингу та виявлення несправностей обладнання на ранніх стадіях розвитку дефектів.

**Аналіз існуючих рішень та постановка задачі.** Аналіз публікацій, що з'являються в останні роки [1-4], свідчить про зростаючий інтерес дослідників та проектувальників до проблем діагностування обладнання рухомого складу.

На сьогоднішній день переважного поширення набули методи розпізнавання технічного стану шляхом статистичних, стендових та автоматизованих випробувань. Однак очевидним є факт, що найбільш

достовірну й оперативну інформацію про технічний стан можна отримати за допомогою безперервних бортових технічних систем. Їх функціонування може бути побудоване на певних способах ідентифікації стану за діагностичними параметрами шляхом оцінки відхилень за контрольними рівнями, розкладенням функцій у ряд Фур'є, розпізнаванням за комплексом ознак та інших. Завершальною стадією обробки вхідної інформації є методика прийняття рішення про справний технічний стан, існування несправності або її прогнозуючі ознаки.

Як правило, проведення діагностики стану об'єкта потребує наявності діагностичних моделей, до яких висувається ряд вимог. Однією з таких вимог є вимога щодо їх технічної та практичної реалізації.

**Мета роботи.** Розроблення методу неперервного контролю та діагностування

технічного стану тягового асинхронного електропривода.

**Результати досліджень.** Останніми роками як тягові електродвигуни (і не тільки) на рухомому складі все ширше використовуються економічні і надійні асинхронні електродвигуни, а для регулювання швидкості їх обертання – статичний перетворювач частоти живильної напруги [5]. Ураховуючи взаємний вплив елементів системи тягового електропривода, викликає інтерес розроблення методу неперервного контролю та діагностування технічного стану тягового асинхронного електропривода, що включає сам асинхронний двигун, автономний інвертор напруги, ланку постійного струму та систему управління електроприводом.

Запропонована система неперервного контролю та діагностування технічного стану тягового асинхронного електропривода побудована на базі діагностичних моделей. При цьому слід зазначити, що при розробленні діагностичних моделей, як правило, математичний опис процесів у тяговому

електроприводі не може бути безпосередньо використаний як діагностична модель, так як зазвичай він адекватний штатним режимам і не працює в нештатних ситуаціях. Тому розв'язання цієї задачі було знайдено шляхом використання як діагностичної моделі для випадку нормального функціонування об'єкта, так і моделей, які описують конкретну нештатну ситуацію.

Один з варіантів структурної схеми такого модуля моніторингу та діагностики показано на рис. 1 [6]. Згідно з структурною схемою, відхилення процесів від діагностичної моделі виявляє факт виникнення нештатної ситуації. Тобто, якщо невідповідності виходів об'єкта  $y$  та моделі  $\hat{y}$ , яка відповідає нормальній роботі об'єкта, перевищують деякий поріг, то порушення в роботі об'єкта вважаються виявленими. Це викликає активізацію моделей, що описують порушення в об'єкті. При цьому ті порушення, що описуються найбільшою невідповідністю  $\hat{e}_{Fi}$  вважаються найбільш імовірними.

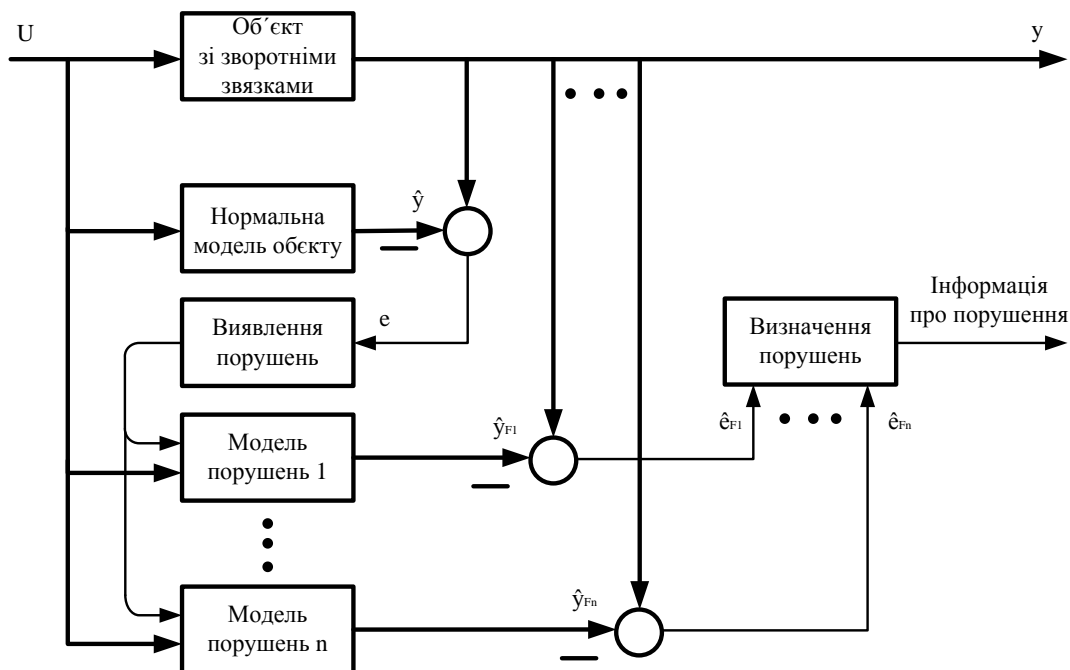


Рис.1. Структурна схема модуля моніторингу та діагностики

Ураховуючи специфіку побудови та роботи системи асинхронного електропривода, було запропоновано проводити оцінку

технічного стану системи шляхом аналізу спектрального складу струму на вході інвертора. На основі зазначеного шляхом

моделювання були розроблені діагностичні моделі як для випадку нормального функціонування об'єкта, так і моделі, які описують конкретну нештатну ситуацію.

Для ілюстрації сказаного наведено осцилограми для штатного режиму (рис. 2, а) та при наявності несправності (рис. 2, б). У цьому випадку – пропуск управляючого імпульсу одного з ключів автономного інвертора напруги.

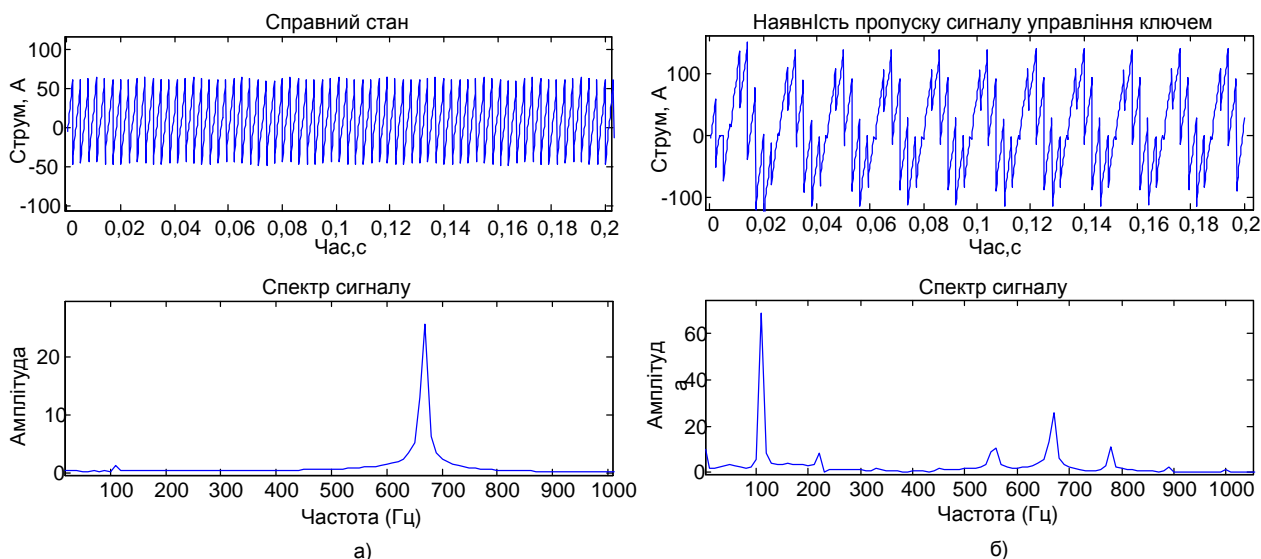


Рис. 2. Осцилограми в штатному режимі (а) та при наявності несправності в роботі системи тягового асинхронного електропривода (б)

Алгоритм виявлення несправностей у роботі системи тягового електропривода на основі аналізу спектра вхідного струму інвертора може бути таким. При відомій частоті живлення асинхронного двигуна та його навантаженні в квазістаціонарному режимі спектр частот реальної системи електропривода порівнюється зі спектрами частот відповідних діагностичних моделей несправностей, вибраних з бази моделей для заданих вхідних параметрів. При збігу спектрів формується інформаційний сигнал щодо наявності виявленої несправності. У разі відсутності в базі моделі відповідного спектра, але наявності невідповідності спектра реального об'єкта та моделі справного стану

фіксується факт наявності неідентифікованої несправності.

**Висновки.** Організація неперервного моніторингу та виявлення несправностей обладнання тягового електропривода на ранніх стадіях розвитку дефектів сприяє мінімізації витрат та порушень процесу перевезень.

Запропонована система неперервного контролю та діагностування технічного стану тягового асинхронного електропривода, що базується на порівнянні спектрального складу вхідного струму автономного інвертора тягового електропривода з базою даних його спектрів при несправностях, проста в реалізації, але, слід зазначити, її ефективність знижується при виникненні несправностей, інформації про які немає в базі.

### Список використаних джерел

1. Синчук, О.Н. Структура комплексной системы защиты тягового электропривода контактного двухосного электровоза от псевдоаварийных и аварийных режимов работы [Текст] / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, О.А. Коваль // Вісник Кременчуцького держав. політехн. універ. – Кременчук: КДПУ. – 2009. – Вип. 4 (57). - С. 91-94.
2. Сизов, С.В. Безопасная ресурсосберегающая эксплуатация МВПС на основе мониторинга в реальном времени [Текст] / С.В. Сизов, В.П. Аристов // Наука и транспорт. – 2008. – № 2. - С.8-13.

3. Зубенко, Д.Ю. Обоснование диагностических признаков дисбаланса роторов тяговых электродвигателей подвижного состава [Текст] / Д.Ю. Зубенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вып. 3/8 (51). - С.16-18.
4. Коньков, А.Ю. Основы технической диагностики локомотивов [Текст]: учеб.пособие / А.Ю. Коньков. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2007. – 98 с.
5. Басов, Г.Г. Розвиток електричного мотовагонного рухомого складу [Текст] / Г.Г. Басов, С.І. Яцько. – Харків: Апекс+, 2005. - Ч.2. – 248 с.
6. Диагностика нарушений в объектах, охваченных обратными связями [Текст] / Л.А. Русинов, Е.В. Якимова, Н.В. Воробьев, И.В. Рудакова // Вестник СПбГТУ. – СПб.: Изд. СПбГТУ. – 2011. – №3. – С.69-74.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.Б. Бабанін

---

Яцько Сергій Іванович канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизованих систем електричного транспорту Української державної академії залізничного транспорту, тел. (057) 730-10-75, E-mail: si\_yatsko@mail.ru.  
Ващенко Ярослав Васильович, аспірант кафедри автоматизованих систем електричного транспорту Української державної академії залізничного транспорту, тел. (057) 730-10-75, E-mail: yaroslav\_vashchenko@mail.ru.

Jatsko Sergey Ivanovich candidate. Sc. Sciences, the senior lecturer of chair "Automated systems of electric transport" of the Ukrainian state academy of a railway transportation, tel. (057) 730-10-75, E-mail: si\_yatsko@mail.ru.  
Vashchenko Yaroslav Vasilevich, the post-graduate student of chair "Automated systems of electric transport" of the Ukrainian state academy of a railway transportation, tel. (057) 730-10-75, E-mail: yaroslav\_vashchenko@mail.ru.