

ОБРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 620.179.14

Г. Р. Трохим, В. О. Нічога, П. Б. Дуб

АНАЛІЗ МАГНІТОДИНАМІЧНОГО ДЕФЕКТОСКОПА ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК ТА ШЛЯХИ ЙОГО МОДЕРНІЗАЦІЇ

An overview of the system structure of high-speed rail flaw magnetic inspection is presented. The structural changes for the multicomponent diagnostics are proposed.

Keywords: *high-speed rail flaw magnetic inspection, multicomponent diagnostics, system structure.*

Подано огляд системної структури швидкісного дефектоскопа залізничних рейок магнітодинамічного методу. Запропоновано структурні зміни для забезпечення багатокompонентного діагностування.

Ключові слова: *швидкісний магнітодинамічний дефектоскоп залізничних рейок, багатокompонентне діагностування, структура системи.*

Проблема дефектоскопії часто зводиться до спостереження за рівномірністю розподілу деякого сигнального параметру (чи множини параметрів) на заданій множині просторових координат, що асоціюється з фізичним об'єктом, завдяки обраній моделі впливу та відгуку. Найчастіше це реалізують скануванням (механічним переміщенням сенсора) відносно об'єкта для реєстрації прояву його відгуку на здійснюваний дозований фізичний вплив. Відібраний у такий спосіб сигнал пов'язує контрольоване механічне переміщення сенсора зі структурою просторового розподілу фізичного параметра відгуку об'єкта. За виявленими при цьому локальними неоднорідностями його розподілу роблять висновок про можливість наявності у цих точках дефектів. Властиво на цьому дефектоскопія закінчується, бо для неї достатньо якісних оцінок поведінки сигнального параметра [1, 5, 7]. Для оцінки придатності об'єкта до використання (експлуатації) потрібне вимірювання, тобто порівняння з еталонним значенням параметра. Крім кількісної оцінки, потрібне ще й експертне судження про відповідність отриманих значень параметрів бездефектному стану об'єкта [6].

Проблемою швидкісної магнітної діагностики залізничних рейок (ЗР) є те, що в розвинутих країнах світу весь дефектоскоп розробляється повністю, і тому відображає якусь хоча й досить вузьку, але персоніфіковано оптимальну концепцію розробника. А в умовах, наприклад, України в дефектоскопах модернізують тільки засоби реєстрації та відображення. Зміни при цьому не стосуються засобів намагнічування рейок та систем їх енергозабезпечення [2]. Для їх використання і обслуговування як несучий засіб вибирається переобладнаний пасажирський вагон [1]. Спробуємо з'ясувати, які можливості модернізації існуючого магнітного вагона-дефектоскопа без втрати старих функцій і з можливістю забезпечення виконання нових.

Загальна структура системи діагностування. Існуючі залізничні вагони-дефектоскопи можна називати дефектоскопами, тільки вважаючи їх інструментом. Враховуючи обов'язкову наявність в них керування операторами та оцінку ними дефектів в реальному часі, на системному рівні їх слід відносити до засобів діагностування. До основних функцій такої системи повинні належати:

- формування керованого магнітного впливу на рейки;
- забезпечення контрольованого механічного переміщення вимірювальних перетворювачів;

© Г. Р. Трохим, В. О. Нічога, П. Б. Дуб, 2010

- якісний відбір та формування сигналів;
- реєстрація та відображення дефектограм;
- протоколювання діагностичних оцінок операторів.

Відповідно до перелічених функцій розбудовують структуру подібних систем. Для прикладу розглянемо структуру магнітного вагона-дефектоскопа, модернізованого заміною стрічкових реєстраторів комп'ютерами. Після переходу на нову елементну базу каналу формування аналогового сигналу, на аналого-цифрове перетворення сигналів від індукційних перетворювачів, на програмне забезпечення для керування підсиленням, відображенням, реєстрацією та архівуванням решту його устаткування залишили практично без змін [1, 2, 6].

Аналіз реалізації системи відбору та реєстрації діагностичної інформації.

Систему відбору було зібрано на окремій платі, що вставлялася в гніздо стандарту ISA на материнській платі персонального комп'ютера класу IBM PC. Дослідження принципової схеми системи відбору дало змогу зобразити її будову як на рис. 1.

За такої реалізації системи функції реєстрації та відображення покладені на персональний комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням. Зручність виконання у вигляді стандартної плати розширення полягає в можливості використання напруг живлення, шини управління (ШУ), шини адрес (ША) та шини даних (ШД). Через великий динамічний діапазон амплітуд корисного сигналу, крім 10-розрядного аналого-цифрового перетворювача (АЦП), довелося використати ще 8-розрядне регулювання коефіцієнта підсилення в аналоговому тракту, яке здійснюється програмно оператором під час вибору зручного відображення сигналу. Для усунення шуму молодшого розряду слово даних знімається тільки з 9 старших розрядів виходу АЦП. При швидкості руху вагона 70 км/год швидкодія застосованого АЦП достатня для послідовного обслуговування двох каналів, що перемикаються тригером комутації, який керується сигналом готовності даних з АЦП. Перед комутатором у кожному з двох каналів для уникнення накладання частот використано низькочастотні фільтри (фільтр НЧ). Частота дискретизації постійна і задається зовнішнім тактовим генератором. Дані з виходу АЦП надходять у два послідовні буфери даних. Для зручності сигнали відображення наповненості буферів, імпульси одометра, сигнали готовності даних, вибору каналу та натискання кнопки проходження кілометрових стовпчиків відображаються в регістрі стану.

Система має також режим навчання [6], при якому сигнал від шпальних підкладок імітується аналоговим генератором синусоїди (генератор “шпал”), а сигнал з колісного давача руху – імпульсним релаксаційним генератором (генератор “обертів”).

Пропонована стратегія модернізації. Від часткового оновлення існуючих системних елементів слід перейти до модернізації системи в цілому. Перебудову системи слід вести в напрямку усунення недоліків існуючої системи відбору (рис. 1) та модернізації решти складових обладнання для отримання найповнішого контролю над процесом, який названий магнітодинамічним (МД) методом дефектоскопії. В науковій літературі дослідження цього методу представлені циклом публікацій В.В. Власова [4] та підручниками за редакцією А. К. Гурвіча [5, 7].

Для існуючої системи відбору (рис.1) одним з суттєвих недоліків є використання шини ISA, яка в сучасних конфігураціях комп'ютерів вже відсутня. Через це ускладнюється як технічна підтримка системи, так і розвиток її програмного забезпечення. Іншим суттєвим недоліком системи є жорстка прив'язка до конкретного вагона-дефектоскопа та підтримка тільки доступних у ньому функцій. Це стримує модернізацію вагона як носія і гальмує вдосконалення практичної реалізації використаного методу діагностування. Крім зазначених недоліків, у цій системі слід звернути увагу на значну довжину лінії передачі сигналу від індукційного перетворювача до входу підсилювача, на невизначеність режиму навантаження індукційних перетворювачів, на відсутність охоплення програмними засо-

бами керування системи живлення електромагнітів та контролю за переміщенням вимірювальної ліжі з індукційними датчиками магнітного поля (МП1, МП2 на рис. 1) та на можливість застосування USB-інтерфейсу.

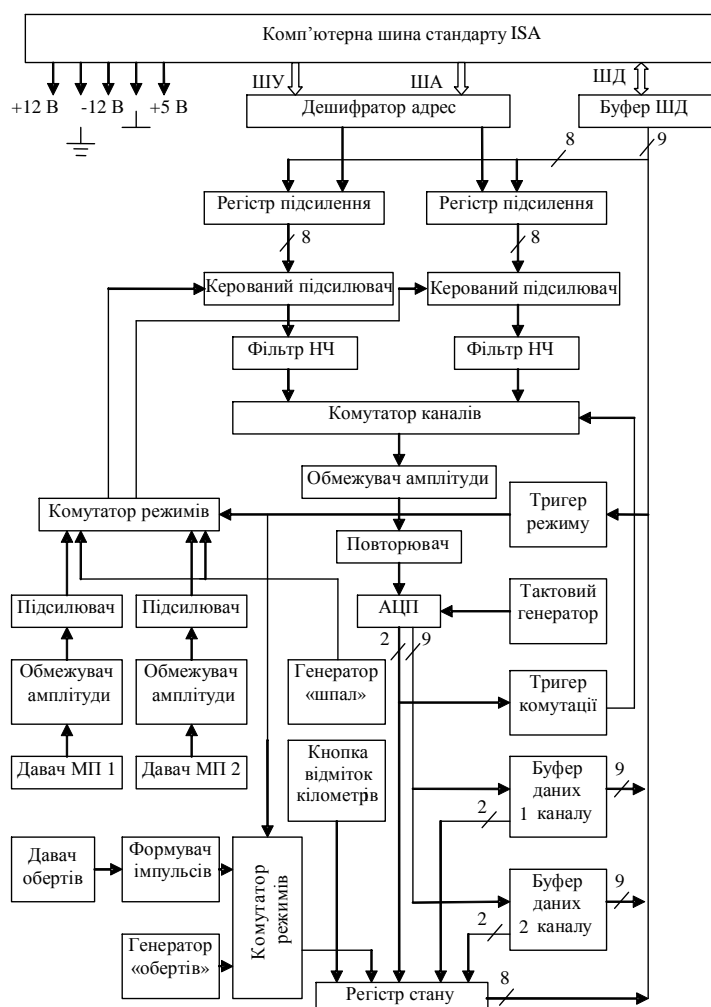


Рис. 1. Структурна схема системи відбору на платі розширення ISA типу.

Основні функціональні блоки системи діагностування ЗР на основі модернізованого дефектоскопу, де штрихуванням виділені модернізовані блоки, подано на рис. 2. Суцільними лініями зображено вже існуючі зв'язки, а пунктиром – планований розвиток системи.

Система живлення і електромагніти не зазнали жодних змін і керуються оператором вручну. Система кріплення і переміщення індукційних перетворювачів по поверхні рейок теж залишилася старою. Змін зазнали лише датчі МП1 та МП2, системи відбору сигналів та введення їх у комп'ютер. Датчі МП1 та МП2 було виконано двокомпонентними, з можливістю фіксації поздовжньої та нормальній до робочій поверхні головки ЗР компонент МП.

Зрозуміло, що реєстрація більшого числа компонент МП вимагатиме відповідного розростання числа повноцінних каналів вхідної аналогової частини або ефективних комутаційних рішень. Необхідність відведення комутаційних чи цифрових пристроїв від датчів МП на допустиму з боку заводстійкості аналогових ліній відстань, зумовлює виконання системи відбору та попередньої оброб-

ки сигналів у вигляді окремого компактного модуля з передачею сигналів до оператора цифровою лінією. Це ж стосується керування потужними системами живлення електромагнітів та реєстрації шляхової координати вагона. Програмні засоби попередньої обробки інформації для покращення виділення інформативних складових дефектів доцільно наділити можливістю фільтрування сигналів від шпальних підкладок методом ПКВП, який поданий в [3, 9].

Беручи до уваги те, що сигнали від дефектів рейок є нестационарними, для автоматизації розпізнавання виділених сигналів дефектів, доцільно використовувати методи вейвлет-перетворень, які дають змогу аналізувати переривчасті сигнали або сигнали з гострими сплесками, що характерно для дуже небезпечних дефектів залізничної колії. Можливості використання вейвлет-перетворень для аналізу сигналів дефектоскопії рейок подано в [8, 10].

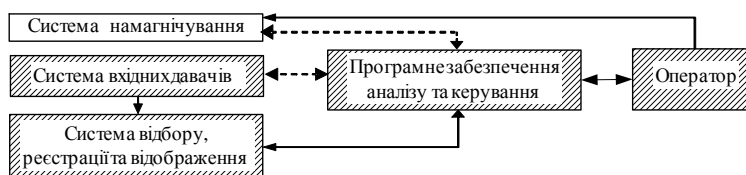


Рис. 2. Пропонована модернізація структури системи діагностування ЗР.

ВИСНОВКИ

Існуюча система магнітодинамічного діагностування рейок, незважаючи на довготривалу модернізацію, зберегла чимало недоліків і тому ще не реалізувала діагностичного потенціалу вибраного методу. Незважаючи на “давність” самого методу, її технічне вдосконалення є перспективним, особливо з використанням багатокомпонентного діагностування.

1. *Вагон-дефектоскоп* магнитный. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Проектно-технологическо-конструкторское бюро Главного управления пути Министерства путей сообщения, 1979. – 109 с.
2. *Вагон-дефектоскоп* с компьютерной системой регистрации сигналов контроля состояния рельсов. Рекламный проспект – К.: ПКФ “Логи+ка”, 1997. – 5 с.
3. *Використання методів теорії періодично корельованих процесів для виявлення дефектів залізничної колії на ранній стадії їх зародження* / І. Ю. Ісаєв, В. О. Нічога, Г. Р. Трохим, І. М. Яворський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 4, 5(37). – С. 110–113.
4. *Власов В. В.* Исследования по дефектоскопии железнодорожных рельсов в движущихся магнитных полях. 1. О некоторых вопросах электромагнитной дефектоскопии рельсов // Физика металлов и металловедение. – 1957. – 5, Вып. 3. – С. 442–451.
5. *Дефектоскопия* рельсов / А. К. Гурвич, Б. П. Довнар, В. Б. Козлов и др. – М.: Транспорт, 1978. – 440 с.
6. *Инструкция* по использованию комплекса “Дефектоскоп”. Версия 2.1 – К.: ПКФ “Логи+ка”, 1997. – 15 с.
7. *Неразрушающий* контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте / А. К. Гурвич, Б. П. Довнар, В. Б. Козлов и др. – М.: Транспорт, 1983. – 318 с.
8. *Нічога В. О., Іванчук В. М., Романишин Ю. М.* Попередня обробка експериментальних сигналів при діагностиці стану рейок // Відбір і обробка інформації. – 2009. – Вип. 30 (106). – С. 119–124.
9. *Трохим Г. Р.* Статистичний аналіз вимірювальних сигналів при магнітодинамічній дефектоскопії залізничних рейок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.10 // Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка. – Львів, 2009. – 20 с.
10. *Nichoga V., Pavlysh V., Romanyshyn Yu.* Features of Use Wavelet Transforms for Processing and Analysis of Rail Fault Detection Signals // Proc. Xth Int. Conf. on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2010). – February 23–27, 2010. – Lviv-Slavske, Ukraine. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2010. – P. 295.