

## УДК 681.5.08

С. О. ЗМІЙ – ст.викл. каф. АТ, Український державний університет залізничного транспорту, onilsergey@yandex.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7974-5181>

І. Г. ВОЛІЧЕНКО – ст.викл. каф. АТ, Український державний університет залізничного транспорту, vigkob@yandex.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2712-5156>

Р. В. ТУРЧИНОВ – ст.викл. каф. АТ, Український державний університет залізничного транспорту, roman.kym@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6312-4102>

# РОЗРОБЛЕННЯ ТОЧКОВОГО КОЛІЙНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ

## Вступ

Сучасні системи керування рухом та діагностування стану рухомого складу потребують отримання достовірної інформації про швидкість, прискорення та місцезнаходження рухомих одиниць. Вирішення цієї задачі сприятиме підвищенню ефективності роботи систем керування й діагностики та рівня безпеки руху не тільки поїздів, а й інших видів транспорту, пов'язаних з залізничним.

## Постановка проблеми

В існуючих системах керування та діагностування використовуються різноманітні точкові колійні датчики (ТКД), що мають деякі функціональні обмеження. У зв'язку з цим, на теперішній час, одним з основних методів отримання координатної інформації є метод заснований на проведенні вимірювань часових інтервалів між відліками ТКД [1]. Недоліком такого методу є необхідність дотримання параметрів встановлення декількох датчиків. Крім того у більшості публікацій не висвітлене питання щодо точності та якості отриманих даних.

Тому, для вирішення поставленої проблеми пропонується розробити точковий колійний датчик, що визначає комплекс параметрів руху: напрям руху, швидкість, прискорення, тощо.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемам розроблення та удосконалення ТКД присвячено значну кількість ро-

біт. У роботах [2, 3] приведено кілька різновидів ТКД, що мають значні обмеження у визначенні параметрів рухомих одиниць. У роботі [4] надано опис використання ТКД, що використовує кілька взаємно розташованих датчиків, але не визначають швидкість та прискорення рухомих одиниць. Загальним недоліком [2–4] є чутливість датчиків до будь-якої феромагнітної маси: лом та лопата працівників колії, дефектоскопічні візки, тощо. Прототипом створюваного ТКД є патент [5], що містить принципи виявлення колеса рухомого складу, але не має технічного рішення.

## Виклад основного матеріалу

Для рішення задачі визначення параметрів рухомих одиниць (напряму руху, швидкості, тощо) розроблено точковий колійний датчик, що містить чотири чутливих елементи (рис. 1). Кожний з чутливих елементів складається з постійного неодимового магніту та котушки на ньому.

Постійні магніти встановлені на кронштейні таким чином, що їх потік замкнутий через кронштейн, рейку і повітряний зазор між головкою рейки і одним з полюсів магніту (рис. 2).

У момент наближення колеса рухомого складу до зони дії датчика магнітний потік першої за напрямом руху обмотки збільшується і досягає свого максимального значення, коли колісна пара знаходиться над датчиком. При цьому в котушці індуктивності наводиться імпульс напруги. Коли гребінь колеса віддаляється від зони дії, ма-

гнітний потік в колі зменшується, і датчик виробляє імпульс напруги зворотної полярності. Аналогічно працюють й інші чутливі елементи при проїзді колеса рухомого складу.

Для зменшення зовнішніх впливів на сигнали з чутливих елементів у корпусі ТКД розміщено цифровий сигнальний процесор [6, 7]. Аналоговий сигнал з чутливих елементів перетворюється до рівнів 0...5 В за допомогою операційних підсилювачів та передається для перетворення у цифровий вигляд та подальшого аналізу до цифрового сигнального процесора. За допомогою гальванічно відокремленого вбудованого передавача цифровий сигнальний процесор передає інформацію до системи керування та діагностики за стандартними промисловими протоколами CAN, RS485, тощо.

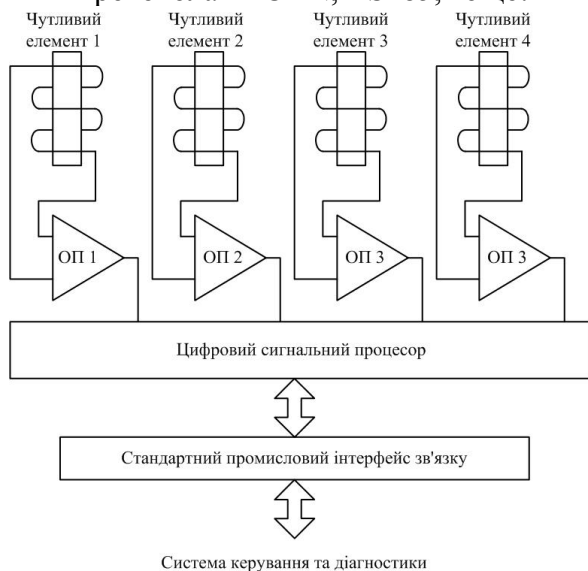


Рис. 1. Структурна схема ТКД

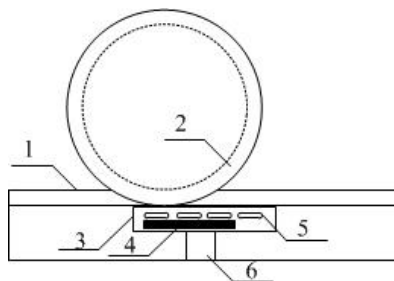


Рис. 2. Розміщення ТКД:  
 1 – рейка; 2 – колесо рухомого складу; 3 – ТКД;  
 4 – мікропроцесорна частина; 5 – чутливі елементи, 6 – кронштейн кріплення

Для визначення факту прослідування саме колеса рухомого складу над ТКД необхідно визначити діаметр або радіус феромагнітної маси. Згідно з [5] у момент часу, коли колесо знаходиться над першим чутливим елементом, то на його виході спостерігається екстремальний рівень вихідного сигналу (рис. 3). Цей сигнал буде визначатися рівнянням [5]

$$U = f \left[ R + \sqrt{R^2 + 4 \cdot l} \right], \quad (1)$$

де  $R$  – радіус колеса,  $l$  – відстань між чутливими елементами. Якщо в цей момент часу провести вимірювання вихідної напруги другого чутливого елемента, то відповідно до виразу (1) його величина буде визначатися радіусом колеса. Отже, аналіз оцифрованих мікроконтролером даних сигналу кожного чутливого елемента надає змогу розрізняти появу над рейковими датчиками колеса рухомого складу від інших металевих мас.

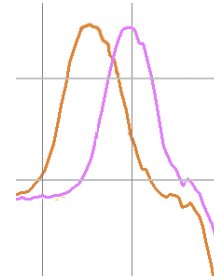


Рис. 3. Сигнали на виході чутливих елементів

Використання чотирьох чутливих елементів викликано необхідністю підвищення достовірності даних через наявності нерівностей на колесі, що виникають під час його експлуатації.

Розміщення чутливих елементів дозволяє визначити напрям руху: достатньо зафіксувати номер обмотки, яка перша зафіксує факт проїзду колеса рухомого складу.

Крім того амплітуда і тривалість вихідних сигналів чутливого елемента визначається швидкістю зміни магнітного потоку (тобто швидкістю руху колеса): амплітуда імпульсу прямопропорційна, а тривалість імпульсу обернено пропорційна швидкості руху колеса або похідною магнітного потоку з переміщення, що надає змогу визначити швидкість

кожного окремого колеса за допомогою одного ТКД.

Визначення миттєвого прискорення руху колеса відбувається наступним чином. Розглянемо вираз

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (2)$$

де  $a$  – миттєве прискорення;  $\Delta V$  – різниця швидкості колеса на виході першого та останнього чутливого елемента;  $\Delta t$  – інтервал часу між моментом фіксації швидкості колеса на виході першого та останнього чутливого елемента. За допомогою мікроконтролера визначаються величини  $\Delta V$ ,  $\Delta t$ , а потім за формулою (2) розраховується миттєве прискорення колеса.

### Висновки

Запропонований ТКД дозволяє значно розширити функціональні можливості систем керування рухом та діагностування за рахунок визначення комплексу параметрів кожної рухомої одиниці: напрям руху, факту проїзду саме колісної пари, швидкості, прискорення. Крім того зникає необхідність у використанні декількох датчиків, що підвищує надійність систем.

### Бібліографічний список

1. Соболев, Ю. В. Путевые преобразователи автоматизированных систем управления железнодорожного транспорта [Текст] / Ю. В. Соболев. – Харків: ХФИ Транспорт Украины, 1999. – 200 с.
2. Сагайтис, В. С. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок [Текст]. Справочник / В. С. Сагайтис, В. Н. Соколов. – М.: Транспорт, – 1988. – 208 с.
3. Шелухин, В. И. Автоматизация и механизация сортировочных горок [Текст]. Учебник для техникумов и колледжей

ж.-д. транспорта / В.И. Шелухин. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.

4. Прохоренко, А. Г. Устройства контроля состояния участков пути в системах железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. пособие / А.Г. Прохоренко, А.Г. Кириленко. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015. – 79 с.: ил.
5. Пат. RU №2323120, МПК В61L25 В61L1/16. Способ фиксации проследования колеса подвижного состава по участку пути и устройство для его осуществления [Текст] / И.Г. Тильк, В.В. Ляной, М.А. Кривда, Б.С. Сергеев; заявник і патентовласник ЗАО "Научно-производственный центр "Промэлектроника"; заявл. 11.08.2006; опубл. 27.04.2008. – 4 с.
6. Сперанский, В. С. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники [Текст] / В. С. Сперанский. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2008. – 170 с.
7. Корнеев, В. В. Современные микропроцессоры [Текст] / В. В. Корнеев, А. В. Киселев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.

**Ключові слова:** точковий колійний датчик, фіксація колеса, швидкість руху, прискорення руху.

**Ключевые слова:** точечный путевой датчик, фиксация колеса, скорость движения, ускорение движения.

**Keywords:** point-track sensor, fixed wheel, speed, acceleration motion.

### Рецензенти:

д.ф.-м.н., проф. В. І. Гаврилюк,  
д.т.н., проф. А. Б. Бойнік.

Надійшла до редколегії 15.03.2016.

Прийнята до друку 31.03.2016.