

**АВТОМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
РУХОМ ПОЇЗДІВ**

УДК 681.5.015.23

*Д-р техн. наук В.І. Мойсеєнко
В.О. Гришко*

**КОМПЛЕКСУВАННЯ ВИМІРНИКІВ У СИСТЕМАХ
ГІРКОВОЇ АВТОМАТИКИ**

Постановка завдання. Більшість систем керування рухом поїздів, особливо гіркової централізації, базується на широкому використанні колійних пристроїв контролю рухомих одиниць: рейкові кола, датчики, індуктивні шлейфи. Це пояснюється достатньо високими вимогами до показників їх функціонування та широким спектром негативних зовнішніх впливів. Крім того, додатково ставиться умова щодо інформаційних можливостей колійного датчика, особливо якщо стоїть завдання виміру швидкості та прискорення руху відчепа.

Аналіз досліджень та публікацій. Відомі роботи авторів, у яких проведено теоретичне обґрунтування принципів побудови та функціонування колійних датчиків, визначені значення для обрахування похибки у вихідному сигналі. Зокрема у роботах [1,2] пропонується здійснювати комплексування датчиків різних типів для вирішення конкретного завдання. Такий підхід забезпечує розширення функціональних можливостей системи в частині отримання первинної інформації й зменшує вплив зовнішніх чинників.

Мета роботи. Теоретичне обґрунтування побудови комплексного колійного датчика для систем гіркової автоматики.

Основна частина. На сортувальних гірках в різних поєднаннях експлуатується чимала кількість пристроїв виявлення

рухомих одиниць. Серед них: рейкове коло, колійні безконтактні датчики ДМ-80 та ДЕ-96, які застосовуються взамін педалей магнітних типу ПБМ-56. Також використовуються датчики контролю проходження вагона в межах чутливої зони. Принцип дії цих датчиків базується на екрануванні корпусом вагона сигналу, що надходить від передавача до приймача. Застосовуються радіотехнічні, інфрачервоні та фотоелектричні перетворювачі. На теперішній час фотоелектричні датчики зняті з виробництва. Гіркове рейкове коло (ГРК) продовжує бути головним елементом отримання інформації про рух відчепа. Використовуються нормально розімкнені та нормально замкнуті типи ГРК. Основними недоліками їх роботи є низька надійність та необхідність періодичного технічного обслуговування. Основними чинниками негативного впливу є незадовільний стан баласту, його забруднення, підвищений опір шунта. Крім того ГРК, маючи коротку довжину, створюють умови для пропуску довгобазних відчепів. У зв'язку з цим на сортувальних гірках застосовується метод комплексування технічних засобів. Він ґрунтується на певних передумовах (критеріях). Як комплектуючі пристрої можуть використовуватися одночасно два і більше технічних засобів, що працюють паралельно і вирішують одне і те саме

завдання. Підбір датчиків повинен спиратися на нижчеперераховані критерії:

- один і той же зовнішній фактор повинен здійснювати різний вплив у комплексуючих датчиках, бажано протилежний;

- датчики повинні доповнювати інформаційні сигнали один одного (наприклад: широкий діапазон виміру з невисокою достовірністю та вузький діапазон з високою достовірністю);

- один датчик здійснює безперервний вимір або виявлення, інші - точні виміри (або виявляють об'єкт з високою достовірністю в дискретні моменти часу);

- використання виміру статичних та динамічних параметрів.

Структурні зв'язки між датчиками встановлюються так, щоб позитивні якості доповнювали одна одну, а негативні компенсувалися. Таким чином, комплексування передбачає структурну надмірність пристрою, що вирішує поставлену задачу.

Ефективність комплексування пристроїв виявлення рухомих одиниць полягає в оптимізації таких рішень: мінімізація кількості інформаційно-вимірвальних датчиків, максимізація вірогідності ідентифікації, мінімізація пропуску рухомої одиниці та появи нештатного стану. Крім того, необхідно забезпечити максимальний рівень функціональних можливостей комплексуючих датчиків для автоматизації керування розпуском відцепів.

Таким чином, ідея комплексування полягає у використанні датчиків виміру з різними принципами дії. Наприклад, якщо випадкова помилка радіотехнічних датчиків характеризується широкосмуговим спектром, а в індуктивних – низькочастотним, то при їх об'єднанні можна використовувати різницю у властивостях помилок. Розглянемо більш докладно побудову подібних пристроїв на прикладі вимірника швидкості руху відчепа. Відповідно до [2] датчик здійснює

спостереження за швидкістю вагона відповідно до рівняння

$$y_{1k} = v_k + n_{1k}, \quad (1)$$

де y_{1k} – функція рівняння спостереження за швидкістю відчепа;

v_k – сигнал на виході вимірника пропорційний швидкості;

n_{1k} – помилка спостереження.

Якщо в ролі додаткового датчика, що видає інформацію про прискорення відчепа, використовується педаль, то відповідне рівняння спостереження матиме вигляд

$$y_{2k} = a_k + x_{ak}, \quad (2)$$

де y_{2k} – функція рівняння спостереження за прискоренням відчепа;

a_k – сигнал на виході вимірника пропорційний прискоренню;

x_{ak} – помилка спостереження.

Зважаючи на випадковий характер помилки [2,3] та цифрову обробку сигналів у процесі вимірювання, можна сформулювати рівняння помилки

$$x_{a,h+1} = (1 - \Omega_x T_0)x_{ah} + \Omega_x T_0 n_{xh}, \quad (3)$$

де $x_{a,h+1}$ – функція описання помилок;

Ω_x – постійна величина, що описує інерційні властивості процесу вимірювання;

T_0 – постійна дискретизації.

Причому

$$m(n_{xh}) = 0, \quad m(n_{xh}n_{xk}) = \sigma_x^2 \delta_{hk},$$

де k – число вибірок вимірювання.

В результаті об'єднання система рівнянь, що описує динаміку руху відчепа, матиме такий вигляд:

$$\begin{aligned} v_{k+1} &= v_k + T_0 a_k; \\ a_{k+1} &= (1 - \Omega_a T_0) a_k + \Omega_a T_0 n_{ak}; \end{aligned}$$

$$x_{a,h+1} = (1 - \Omega_x T_0)x_{ah} + \Omega_x T_0 n_{xh}, \quad (4)$$

а рівняння спостереження

$$\begin{aligned} y_{1h} &= v_h + n_{1h}; \\ y_{2h} &= a_h + x_{ah}. \end{aligned} \quad (5)$$

Застосовуючи стандартні рівняння теорії нелінійної фільтрації [4], знайдемо структуру комплексованого вимірника. Знижуючи розмірність вектора оцінюваних параметрів, спростимо синтезований вимірник. В цьому випадку рівняння, еквівалентні (4), можна записати у вигляді

$$v_{h+1} = v_h + T_0 y_{2h} - T_0 x_{ah};$$

$$x_{a,h+1} = (1 - \Omega_x T_0)x_{ah} + \Omega_x T_0 n_{xh}, \quad (6)$$

при цьому

$$\begin{aligned} y_{1h} &= v_h + n_{1h}, \\ \widehat{a}_h &= y_{2h} - x_{ah}. \end{aligned} \quad (7)$$

В результаті перетворень алгоритм обробки значно спрощується:

$$\begin{aligned} \widehat{v}_{h+1} &= \widehat{v}_h - T_0 \widehat{x}_{ah} + T_0 y_{2h} + \widehat{K}_1 (y_{1h} - \widehat{v}_h); \\ \widehat{x}_{a,h+1} &= (1 - \Omega_x T_0)\widehat{x}_{ah} + \widehat{K}_2 (y_{1h} - \widehat{v}_h); \\ \widehat{a}_{h+1} &= y_{2h} - x_{ah}. \end{aligned} \quad (8)$$

Структура двоканального вимірника, що відповідає останньому алгоритму, подана на рис. 1. Найбільший інтерес являє

канал формування прискорення, що дозволяє зв'язати між собою два різні типи вимірники.

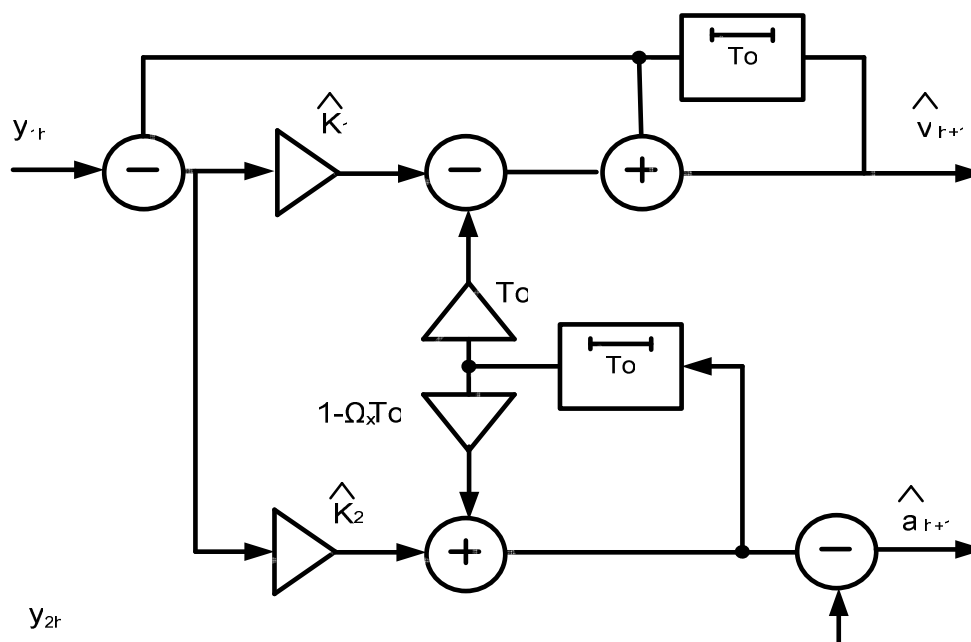


Рис. 1. Структура двоканального вимірника

Матриці дисперсій через їх громіздкість не наводяться. Вимірники швидкості v_h та прискорення a_h є двоканальними, рекурентними з перехресними зворотними зв'язками.

Висновки. Таким чином, на базі радіотехнічних датчиків швидкості можна створювати оптимальні або квазіоптимальні вимірники параметрів руху відчепів. Найбільший інтерес являє можливість оцінки прискорення відчепів на

базі виміру швидкості, а також можливість створення комплексованих вимірників, що об'єднують в одну вимірювальну систему датчики, які реалізують різні принципи.

Створення датчиків або вимірників, що здійснюють оцінку прискорення руху відчепів, дозволяє реалізувати уточнену модель скочування вагонів у межах вимірювальної ділянки з врахуванням динаміки прискорення.

Список літератури

1. Шелухин, В.И. Датчики защиты от перевода стрелок под вагонами [Текст] / В.И. Шелухин, Е.В. Щербаков // Автоматика, телемеханика и связь. – 1985. – № 7. – С. 34-36.
2. Шелухин, В.И. Датчики измерения и контроля устройств железнодорожного транспорта [Текст] / В.И. Шелухин. – М.: Транспорт, 1990. – 119 с.
3. Опыт эксплуатации путевых датчиков на механизированных сортировочных горках [Текст] / Е.В. Щербаков [и др.]. – М., 1982. – С. 15-47.
4. Ярлыков, М.С. Применение марковской теории нелинейной фильтрации в радиотехнике [Текст] / М.С. Ярлыков. – М.: Сов. радио, 1980. – 360 с.

Ключові слова: комплексування датчиків, пристрої гіркової автоматики, вимірник швидкості руху відчепа, прискорення відчепа.

Анотації

У роботі проведено теоретичне обґрунтування методу комплексування пристроїв гіркової автоматики для створення оптимальних вимірників параметрів руху на сортувальних гірках. Такий підхід забезпечує зменшення впливу зовнішніх чинників на результат вимірювання.

В работе теоретически обосновывается необходимость комплексирования устройств горочной автоматики для создания оптимальных измерителей параметров движения на сортировочных горках. Такой подход уменьшает влияние внешних факторов на результаты измерения.

Theoretically grounded in the need for interconnecting devices hump automation to create the best meters of motion parameters for marshaling hump, this approach reduces the influence of external factors on the measurement results.