

БОРТОВИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКІПАЖА У ПАСАЖИРСЬКОМУ РУСІ

Вступ

Аналіз динамічних характеристик рухомого складу, проведений за результатами комплексного контролю відносних переміщень і віброприскорень окремих складових частин екіпажа, виявляє істотне зниження динамічних характеристик поїзда в перехідних режимах руху, а також при неузгодженім швидкіснім режимі із вертикальним профілем колії [1]. Серед факторів, що знижують динамічні характеристики рухомого складу в режимі гальмування, може бути виділена зміна величини сили тертя в процесі гальмування [2]. В даний час на рухомому складі Укрзалізниці не використовуються автоматичні регулятори сили тертя гальмових колодок об колесо, тому процес тертя є фактично не керованим при гальмуванні поїзда, що виявляється в подовжній динаміці рухомого складу. Процес гальмування поїзда носить хвилеподібний характер, при якому різні рухомі одиниці беруть участь у процесі гальмування з різною ефективністю. У деяких перехідних режимах руху екіпажа може спостерігатися явище відриву колеса від рейки. Це відбувається при визначених швидкостях руху і корелює зі зміною вертикального профілю колії. Виявлення такої кореляції і зміна швидкісних режимів руху дозволять усунути умови для виникнення явища відриву колеса від рейки й у такий спосіб забезпечити сталість сили тяги і поліпшення подовжньої динаміки пасажирського поїзда. Таким чином, створення регулюючих пристроїв для підвищення динамічних характеристик екіпажа в режимі гальмування шляхом регулювання сили тертя колодки об колесо, а також усунення явища відриву колеса від рейки є актуальною науково-технічною задачею.

Метою роботи є створення електронного пристрою для підвищення динамічних характеристик залізничного рухомого складу у перехідних режимах руху.

Основний зміст дослідження

Серед факторів, що впливають на динамічні якості залізничного рухомого складу в режимі гальмування, можна виділити: хвилеподібний характер гальмування складу, що характеризується різним внеском окремих рухомих одиниць у процесі гальмування, характерний для системи з запізнюванням; не залежна від швидкості і

стала при зміні швидкості величина сили тертя в системі «гальмова колодка – колесо». Дія зазначених факторів може бути частково зменшена в процесі гальмування попереднім пригальмовуванням тепловозом з метою стискання складу перед основним гальмуванням і правильним регулюванням повітророзподільників. У призначення повітророзподільників не входить задача регулювання величини сили тертя в системі «гальмова колодка – колесо», яка залежить від величини лінійної швидкості обертання колеса відповідно до відомого вираження

$$F_{TP}(V) = a_0 F(1 + a_1 V) / (1 + a_2 V), \quad (1)$$

де a_0 , a_1 , a_2 – коефіцієнти, що залежать від фрикційного матеріалу гальмової колодки; V – лінійна швидкість точок на поверхні катання бандажа; F – сила притиснення гальмової колодки до колеса. У вираженні (1) $a_2 > a_1$, отже, зі зменшенням лінійної швидкості V в процесі гальмування сила F повинна збільшуватися для забезпечення сталості сили тертя F_{TP} , величина якої повинна відповідати оптимальним умовам гальмування. Вираження (1) дозволяє для кожного значення V розрахувати відповідне значення сили F притиснення колодки до колеса, тому дане вираження може бути покладене в основу алгоритму автоматичного регулювання сили тертя в системі «гальмова колодка – колесо».

Дослідження залежності коефіцієнтів a_0 , a_1 , a_2 від величини зносу бандажа і гальмової колодки, а також погодних умов і стану поверхні бандажа по колу катання дозволили зробити висновок про недостатність інформації про поточні величини зазначених коефіцієнтів у процесі експлуатації. Таким чином, використання залежності (1) з деякими середніми значеннями коефіцієнтів a_0 , a_1 , a_2 може привести до помилок при регулюванні сили притиснення колодок до колеса в залежності від величини лінійної швидкості колеса по колу катання. Дослідження віброприскорень буксового вузла, гальмового башмака і складових частин підйомної передачі пневмогальм дозволили зробити висновок про можливість коректування величини сили притиснення колодки до колеса в залежності від лінійної швидкості колеса по колу катання з урахуванням середнього рівня віброприскорень буксового вузла і гальмового башмака. У випадку якщо розраховане значення сили притиснення колодки до колеса приводить до перевищення величини інтегрального спектра віброприскорень на гальмовому башмаку, у підйомній передачі або на буксовому вузлі в порівнянні з величиною спектра, характерною для оптимального режиму гальмування, величина сили притиснення гальмової колодки до колеса повинна бути зменшена пропорційно величині перевищення спектральною

щільністю заданого значення. Знос гальмових колодок і бандажів не дозволяє регулювати вручну зазначені параметри, тому автоматичний регулятор сили тертя в системі «гальмова колодка – колесо» повинний автоматично в процесі гальмування самонастроюватися за результатами спектрального аналізу віброприскорень, які виникають у процесі взаємодії колодки з колесом. Для розрахунку еталонного спектра для усіх швидкостей руху поїзда використовуються діаграми Боде, що являють собою замкнуті криві, які відображають залежність амплітуд спектральних ліній від швидкості руху поїзда або частоти обертання коліс.

У якості критерію ефективності гальмування може бути використана величина кутового прискорення колеса в процесі гальмування. Тому даний параметр також треба використовувати в процесі автоматичного регулювання сили тертя. Регулятор сили тертя колодки об колесо може бути побудований відповідно до блок-схеми, наведеної на рисунку 1.

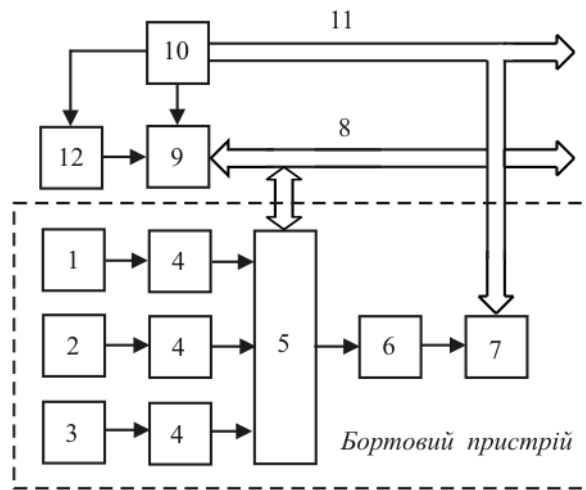


Рисунок 1 – Блок-схема автоматичної системи керування гальмуванням рухомого складу: 1 – акселерометр реєстрації віброприскорень; 2 – магнітний тахометр частоти обертання колеса (датчик Холла); 3 – датчик тиску в гальмовому циліндрі; 4 – нормуючий перетворювач; 5 – мікроконтролер бортового пристрою; 6 – блок керування силою тертя; 7 – електронний регулятор тиску; 8 – оптоволоконна мережа поїзда; 9 – центральний процесор; 10 – гальмовий кран машиніста; 11 – повітропровід; 12 – датчик тиску повітря в магістралі

При встановленні режимів руху рухомого складу враховується в основному технічний стан колії, і на підставі таких даних приймається рішення про необхідність введення обмеження швидкості. На ділянках

без обмеження швидкості швидкісний режим не регламентується і вертикальний профіль колії не враховується. Таким чином, у пасажирському русі при швидкостях більш 80 км/год на деяких ділянках колії можливо короткочасне зниження впливу на колісну пару з боку колії, при цьому може спостерігатися відрив колеса від поверхні рейки. Процес відриву колеса із зменшенням площі контакту і процес відновлення площі контактної плями супроводжується виникненням віброприскорень, спектральний склад яких може бути ідентифікований на фоні віброприскорень, що супроводжують вписування візка в колію. Таким чином, розглянутий бортовий пристрій (рисунок 1) дозволить корегувати швидкісний режим рухомого складу відповідно до вертикального профілю колії. Для цього за результатами вимірювань під час 5–7 проходів поїзда на даному плечі шляхом статистичної обробки даних з 90%-ю вірогідністю визначаються ділянки, вертикальний профіль яких не допускає встановлених швидкостей руху і вимагає зменшення швидкості. Найбільш несприятливими з цієї точки зору є ділянки колії, що знаходяться на пісках, осадових породах і на стиках тектонічних плит.

Висновки:

1. Динамічні якості екіпажа при гальмуванні можуть бути поліпшені шляхом автоматичного регулювання сили тертя в системі «гальмова колодка – колесо» у залежності від частоти обертання колеса і величини спектра віброприскорень на буксовому вузлі і гальмовому башмаку.

2. Застосування запропонованого бортового пристрою для підвищення динамічних якостей екіпажа в режимі гальмування є ефективним при електронному керуванні гальмуванням поїзда, а також як засіб корекції швидкості руху поїзда з метою уникнення явища відриву колеса від рейки як при гальмуванні, так і при русі поїзда.

ЛІТЕРАТУРА

1 Комплекс для зниження аварійності поїзда на основі віброакустоемісійного та ультразвукового контролю технічного стану екіпажної частини / С.О. Сметанін, В.П. Войтенко, Г.О. Войтенко, В.О. Левандовський // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – Луганськ: вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – №11(129). – 2008. – С. 43-45.

2. Войтенко В.П. Підвищення динамічних характеристик екіпажу шляхом автоматичного керування силами тертя / В.П. Войтенко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – Луганськ: вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2008. – №7(125). – Ч.1. – С. 244-248.