

ДОСЛІДЖЕННЯ БІЧНИХ КОЛИВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ

А.О. ХАРЧЕНКО^{1*}, О.Ю. ЗАКОВОРOTНИЙ²

¹ студент кафедри обчислювальної техніки та програмування, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

² доцент кафедри обчислювальної техніки та програмування, канд. техн. наук, докторант, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

*email: kharchenko.artiom@gmail.com

На сьогоднішній день, досить актуальною є проблема дослідження бокових коливань, які дають змогу оцінити в першу чергу стійкість рухомого складу. За визначенням, стійкість – здатність системи зберігати поточний стан при впливі зовнішніх впливів, або властивість системи залишатися біля даного стану. При набіганні гребня колеса на рейку, можуть бути перевищені значення величини поперечного зміщення колісної пари, та різко збільшуються сили взаємодії колеса та рейки. В даному випадку можуть бути порушені допустимі значення показників безпеки руху, які призводять до порушення стійкості. Часте порушення стійкості призводить до швидкого зносу в системі «колесо-рейка».

За рахунок пружності та свободи в зв'язках, кузов на візках може здійснювати вертикальні та горизонтальні лінійні та кутові переміщення, а рами візків – лінійні та кутові переміщення відносно колісних пар. Колісні пари за рахунок нерівностей шляху або деформації власних поверхонь, а також за рахунок наявності зазорів між гребнями коліс та рейками можуть виконувати різні кутові та лінійні переміщення у просторі. Таким чином, вагон представляє собою єдину механічну систему з багатьма ступенями свободи.

Зв'язки здійснюють передачу вертикальних, горизонтальних поперечних та поздовжніх статичних та динамічних сил, що виникають між кузовом та візками, візками та колісними парами. Конструкція зв'язків забезпечує необхідні лінійні та кутові переміщення одних елементів конструкції вагона відносно інших. Джерелом всіх динамічних збурень на шляху та в рухомому складі є колісна пара, яка рухається на нерівних ділянках, або має власні нерівності на поверхні катання. Конструкція колісної пари та розміщених на ній пристроїв, впливають на хід всіх динамічних процесів.

Відомо, що поверхні катання бандажів створюють конусними. В результаті цього, процес кочення колісної пари по рейкам при зміщенні відносно вісі шляху, супроводжується звивистим рухом, який складається з коливань відносу u та виляння φ_z . Даний процес кінематично може бути здійснений двома способами – чистим коченням та коченням з ковзанням вздовж та поперек шляху. Умови, при яких виникає один з даних видів руху, залежать від сил, прикладених до колісної пари, її інерційних характеристик та фізичних явищ в точці контакту в системі «колесо-рейка» згідно теорії Калкера.

Особливість руху колісної пари в режимі кочення без проковзування полягає в тому, що її звивистий рух виникає не під дією відновлювальних сил, а внаслідок властивостей накладених кінематичних зв'язків. При заданій швидкості v та кутовій швидкості ω , ми можемо задати мале збурення, зберігаючи умову кочення без проковзування. При цьому, колісна пара буде котитися по рейкам, одночасно створюючи звивистий рух, внаслідок чого, при відхиленні поперек вісі шляху радіуси коліс стануть різними:

$$r_{A,B} = r \pm \Delta r,$$

де Δr – величина зміни радіусу за рахунок конусності, та визначається:

$$\Delta r = y \operatorname{tg} \beta = yi,$$

де y – величина поперечного зміщення колісної пари, i – конусність бандажу.

На основі системи диференціальних рівнянь Картера була створена модель, яка дозволяє досліджувати бічні коливання рухомого складу, на прикладі дизель-потяга ДЕЛ-02. В результаті проведення експериментів досліджено, які параметри та яким чином впливають на характер коливань (рис. 1).

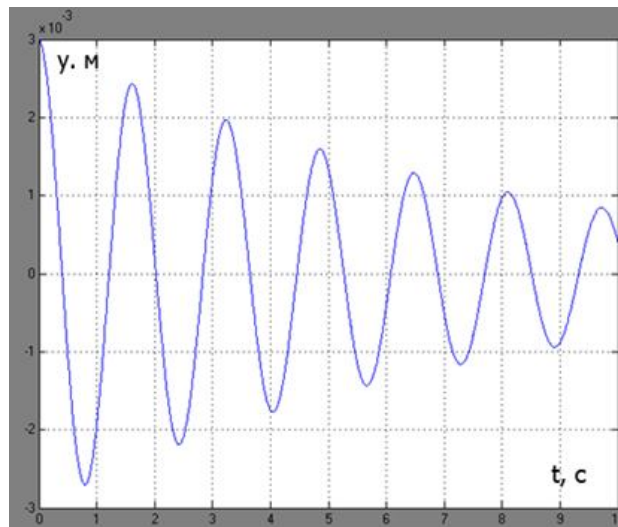


Рис. 1 – Коливання бокового відносу при локальній нерівності 3 мм

Як показують випробування рухомого складу, характер бічних коливань залежить від маси візка, його бази, характеристик буксових зв'язків, степені зносу бандажа та рейки, а також поперечного зазору в колії.

Список літератури:

1. Дмитриенко В.Д. Моделирование и оптимизация процессов управления движением дизель-поездов / В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный. – Х.: Изд. центр «НТМТ», 2013. – 248 с.
2. João Pombo, Jorge A.C. Ambrósio, Miguel T. Silva. A new wheel-rail contact model for railway dynamic. Vehicle systems dynamics. – 2007. – P. 31-49.