

УДК 625. 031

Г. С. Пугачов

ВПЛИВ ВЗАЄМОДІЇ ЕКІПАЖІВ У КРИВІЙ НА УМОВИ ВПISУВАННЯ ВІЗКІВ

У статті на підставі відношень між геометричними параметрами екіпажів і силами тяги локомотива розглянуто питання про пов'язані з ними сили взаємодії при проходженні кривих, які впливають на умови вписування екіпажа в криву. Найвпливовішими у цьому питанні є візки другої секції локомотива, для якої подана розрахункова схема і приведені необхідні розрахункові співвідношення. У теоретичному плані стаття доповнює традиційну схему динамічного вписування візка в криву.

В статье на основе отношений между геометрическими параметрами экипажей и силами тяги локомотива рассмотрен вопрос о связанных с ними силах взаимодействия при прохождении кривых, которые влияют на условия вписывания экипажа в кривую. Наиболее влиятельными на этот счет являются тележки второй секции локомотива, для которой представлена расчетная схема и приведены необходимые расчетные соотношения. В теоретическом плане статья дополняет традиционную схему динамического вписывания тележки в кривую.

In the article on the basis of consideration of relations between the geometrical parameters of crews and tractive of locomotive forces a question is considered about the forces related to them of cooperation at passing of curves which influence on the terms of inscribing of crew in a curve. Most influential on that score there are light carts of the second section of locomotive, for which a calculation chart is presented and the resulted is needed calculation correlations. In a theoretical plan the article complements the traditional chart of the dynamic inscribing of light cart in a curve.

Ключові слова: екіпаж, секція локомотива, вписування в криву.

Постановка проблеми. Питання про взаємодію колісних пар локомотива з рейками колії в кривих належить до першорядних при визначенні максимальної швидкості рухання, яка, в свою чергу, визначається умовами неповзання колеса на рейку, стійкості рейок проти їх відриву і зсування. Розрахунок сил взаємодії коліс з рейками традиційно виконується на основі методу динамічного вписування візка в криву. Для цього використовується кінетостатична модель ізольованого візка, що знаходиться під дією активної відцентрової сили і реактивних сил з боку рейок, зокрема сил тертя і напрямної сили. Проте, при проходженні екіпажів у складі потяга по кривих дільницях шляху між транспортними одиницями діють сили, напрям яких не співпадає з поздовжньою віссю екіпажа, тобто мають складові, поперечні до їх поздовжньої осі. Наявність таких складових впливає на положення візка в кривій і на розподіл сил взаємодії коліс візка з рейками. Дана стаття присвячена визначенню величини сил

© Пугачов Г. С., 2013

між колесами візка і рейками з урахуванням взаємодії між транспортними одиницями.

Основний матеріал. Розглянемо головну частину потяга з двома секціями локомотива і вагоном (рис.1). Кожна транспортна одиниця на схемі подана відрізком прямої, що являє собою довжину екіпажа по осях зчеплення ($2l_{зч}$). Контакт з кривою дільницею шляху забезпечують візки. На схемі точки контакту належать осі шляху і шкворневному перерізу екіпажа. Відстань між ними дорівнює базовій відстані ($2l_i$). Таким чином, потяг у плані являє собою ламану лінію відрізків, з'єднаних між собою у точках зчеплення, і зафіксованих своїми шкворневими перерізами на осьовій лінії колійного шляху (кривої).

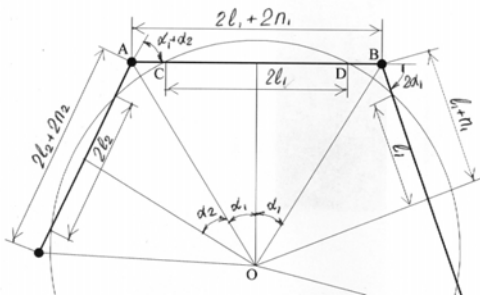


Рис. 1. Геометричні параметри ситуації з положенням екіпажів у кривій

Нескладні геометричні розрахунки дозволяють визначити, що кут між поздовжніми осями секцій локомотива дорівнює $2\alpha_1$, а кут між другою секцією локомотива і вагоном:

$$\alpha_1 + \alpha_2,$$

де α_1 і α_2 – кути між прямими, проведеними з центру кривої до середини осі екіпажа і до точки зчеплення. Відстань між точками перетину прямих з віссю екіпажа дорівнює:

$$l_{зч} = l_i + n_i, \quad \text{де } n_i - \text{довжина консолі екіпажа.}$$

Визначимо геометричні параметри схеми:

$$\alpha_i = \arctg \frac{l_{зчi}}{\rho} \approx \frac{l_{зчi}}{\rho} = \frac{l_i + n_i}{\rho}, \quad (1)$$

де ρ – радіус кривої.

Подальші розрахунки будуть пов'язані з силами, що діють на раму другої секції (рис. 2). На цю секцію припадають найбільші поздовжні і, як наслідок, найбільші поперечні сили, що сприйматимуться візками секції.

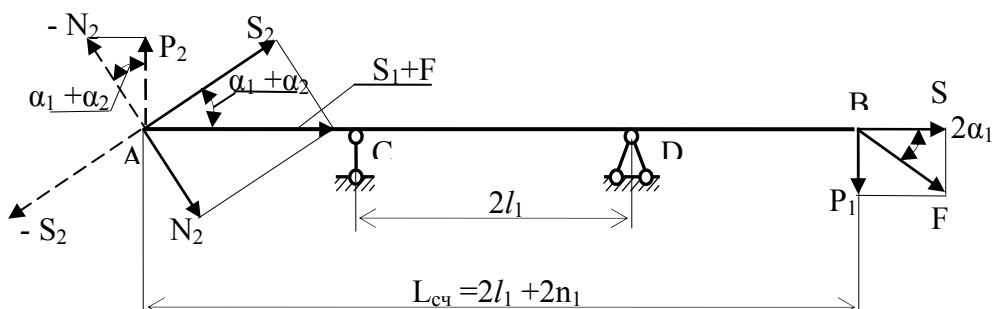


Рис. 2. Розрахункова схема сил для другої секції локомотива

Визначення сили тяги проводиться з використанням тягової характеристики конкретного двигуна. Можна скористатися більш загальним підходом, згідно з яким тягова характеристика двигуна забезпечує максимальне використання сили зчеплення

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

коліс з рейками. У такому разі максимальна сила тяги визначається залежно від швидкості руху і осьового навантаження [3]:

$$F_d = (0.28 + \frac{3}{50 + 20 \cdot V} - 0.0007 \cdot V) \cdot 2\Pi_{cm}, \quad (2)$$

де V – швидкість руху локомотива, км/год; $2\Pi_{cm}$ – осьове навантаження, кН.
Через вузол з'єднання з першою секцією (точка В) передається сила тяги:

$$F = 4F_d, \quad (3)$$

що спрямована вздовж осі першої секції. Складовими цієї сили в напрямку осі другої секції і перпендикулярна до цієї осі будуть сили:

$$S_1 = F \cdot \cos 2\alpha_1 \quad \text{і} \quad P_1 = F \cdot \sin 2\alpha_1 \quad (4,a; 4,b)$$

Через вузол з'єднання з першим вагоном потяга (точка А) передається сумарна сила тяги обох секцій. З урахуванням кута між ними сила становитиме:

$$F_2 = F + F \cdot \cos 2\alpha_1 = F \cdot (1 + \cos 2\alpha_1) \quad (5)$$

Складовими цієї сили в напрямку осі вагона і перпендикулярна до цієї осі будуть сили:

$$S_2 = F_2 \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2) \quad \text{і} \quad N_2 = F_2 \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2). \quad (6)$$

Ці сили є складовими загальної сили, що через вузол зчеплення передається від обох секцій першому вагону потяга.

Переходячи до сил реактивних, зазначимо, що складова сили тяги S_2 при рівномірному руханні компенсується силами опору потяга, проте як поперечна складова N_2 має бути зрівноважена поперечними силами екіпажів (другої секції і вагона). Реактивна поперечна складова сила до N_2 (на рис.2 – сила N_2) є силою, яка прикладена у вузлі зчеплення від потяга до другої секції, а її проекція на перпендикуляр до поздовжньої осі секції становитиме:

$$P_2 = F_2 \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2) \cos(\alpha_1 + \alpha_2) \quad (7)$$

Таким чином, розрахункова схема сил при взаємодії другої секції локомотива з потягом в кривій дільниці шляху при тязі може бути представлена класичною схемою балки на двох опорах з поперечними силами, прикладеними на її кінцях P_1 і P_2 . Точки спирання такої балки є шкворневими вузлами візків, а їх реакції стануть реакціями візків на сили взаємодії з сусідніми екіпажами. Відволікаючись від поздовжніх сил, визначимо вертикальні реакції в опорах (позитивний напрям реакцій – ввверх, від центру кривої):

$$R_c = -\frac{P_1 \cdot n_1 + P_2 \cdot (2l_1 + n_1)}{2l_1}; \quad (8)$$

$$R_D = \frac{P_1 \cdot (2l_1 + n_1) + P_2 \cdot n_1}{2l_1}. \quad (9)$$

Підкреслимо, що знайдені сили реалізуються як реакції з боку шкворневих вузлів і тому дія від сусідніх екіпажів на шкворневий вузол візків матиме таку ж величину, але протилежний напрям, тобто сила R_c буде спрямована від центру кривої, і сила R_D – в протилежному напрямку.

Висновки. Розрахунки показують суттєвість розглянутого чинника при визначенні допустимої швидкості руху в кривих і важливість розглянутої теми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / И. В. Бирюков, А. Н. Савоськин, Г. П. Бурчак и др.; Под ред. И. В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.
2. Медель В. Б. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика. – М.: Транспорт, 1974. – 423 с.
3. Механічна частина локомотивів. Методичні вказівки для курсового проекту із дисципліни «Конструкція і динаміка електрорухомого складу залізниць»: Ч. 1, 2. – К.: КУЕТТ, 2004. – 30 с.