УДК 656.212.5

DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.143.2014.78902

РОЗРАХУНОК КООРДИНАТ ОСЕЙ ВАГОНА ПРИ СКОЧУВАННІ ВІДЧЕПІВ З ГІРКИ

Д-р техн. наук О.М. Огар

РАСЧЕТ КООРДИНАТ ОСЕЙ ВАГОНА ПРИ СКАТЫВАНИИ ОТЦЕПОВ С ГОРКИ

Д-р техн. наук А.Н. Огарь

COORDINATE CALCULATION OF CAR AXES AT THE CUT MOTION FROM HUMP

Doct. of techn. sciences O. Ogar

Проаналізовано наукові підходи до форми подання маршруту скочування відчепів і розрахунку координат осей вагонів при їх скочуванні з гірки. Розроблено процедуру розрахунку вказаних координат для випадку, коли маршрут скочування зображується на координатній площині.

Ключові слова: *сортувальна гірка, скочування відчепів, вісь вагона, імітаційне моделювання, розрахунок координат.*

Проанализированы научные подходы к форме представления маршрута скатывания отцепов и расчета координат осей вагонов при их скатывании с горки. Разработана процедура расчета указанных координат для случая, когда маршрут скатывания представляется на координатной плоскости.

Ключевые слова: *сортировочная горка, скатывание отцепов, ось вагона, имитационное моделирование, расчет координат.*

Scientific approaches to presentation of rout form of cut motion and coordinate calculation of car axes at their motion from a hump are analysed. Calculation procedure of the indicated coordinates for a case is developed, when the route of motion appears on a coordinate plane. For the decision of this task separate calculation schemes which reflect characteristic situations on a ground are considered, and the methods of analytical geometry are used.

Key words: *sorting hump, cut motion, car axis, imitation modeling, coordinate calculation.*

Вступ. Одним із ефективних способів оцінки якості конструкцій сортувальних пристроїв і управління процесами в сортувальному комплексі є спосіб, що базується на результатах моделювання скочування відчепів з гірки. Формалізація цього скочування передбачає урахування великої кількості параметрів, що мають стохастичну, а іноді не до кінця вивчену природу. Не меншу роль в отриманні достовірних результатів моделювання відіграють також форма подання маршруту скочування відчепа і підходи щодо розрахунку координат осей вагонів на вказаному маршруті.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Отримання достовірних результатів моделювання процесу розформування составів є однією з головних проблем при розробленні процедур розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок. В умовах автоматизації сортувального процесу ця проблема набуває особливої актуальності, що в першу чергу пов’язано з необхідністю виконання вимог безпеки при формуванні керуючих дій. Рух відчепів, як відомо, здійснюється у тримірному просторі. Це суттєво ускладнює процедуру розрахунку координат осей вагонів на маршруті скочування відчепа. Виходять з цього положення, як правило, шляхом зображення вказаного маршруту розгорнутим, тобто переходять від тримірного простору до двомірного. У результаті окремі види опору руху відчепів розраховуються з певною похибкою. При цьому слід зазначити, що удосконалення процедур розрахунку параметрів скочування відчепів є одним із основних завдань Укрзалізниці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний момент існує велика кількість імітаційних моделей процесу розформування составів. Розробниками цих моделей є Бобровський В.І., Іванченко В.М., Лебединська О.М., Муха Ю.А., Смирнов В.І., Шабельніков О.М., Шепілова О.Г. та інші [1-6]. Як зазначалося вище, загальним недоліком відомих імітаційних моделей є недосконала форма подання маршруту скочування відчепа. При цьому застосовувались спрощені процедури розрахунку координат осей вагонів на маршруті скочування відчепів. В окремих імітаційних моделях осьова модель вагона взагалі не застосовувалась (вагон було зображено у вигляді матеріальної точки).

Визначення мети і завдання дослідження. Метою даної роботи є підвищення достовірності результатів імітаційного моделювання скочування відчепів з гірки шляхом застосування нового підходу до розрахунку додаткового питомого опору від середовища і вітру [7], який вимагає зображення маршруту скочування відчепів не розгорнутим, а на площині, і, відповідно, розроблення процедури розрахунку координат осей вагонів при скочуванні їх з гірки, що є основним завданням дослідження.

Основна частина дослідження. Для вирішення завдання розрахунку координат осей вагона при скочуванні відчепів з гірки слід розглянути окремі розрахункові схеми, що відображають характерні ситуації на полігоні.

Перший випадок. Від точки з координатами (x_0, y_0) здійснюється крок ΔS до точки з координатами (x_1, y_1) (рис. 1).

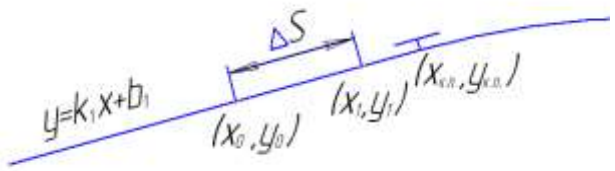

Рис. 1. Переміщення осі вагона (розрахункова схема № 1)

Припустимо, що точка (x_1, y_1) знаходиться на прямій, тоді

$$x_1 = x_0 + \Delta S \cdot \cos(arctgk_1).$$

Якщо $x_1 \le x_{к.п.}$, то припущення є правильним і обчислюємо y_1:

$$y_1 = y_0 + \Delta S \cdot \sin(arctgk_1).$$

Якщо $x_1 > x_{к.п.}$, то обчислюємо пройдений шлях по кривій S_{k_1} (рис. 2):

$$S_{K_1} = \Delta S - S_{n_1},$$

де $S_{n_1} = \sqrt{(x_{К.П.} - x_0)^2 + (y_{К.П.} - y_1)^2}$.

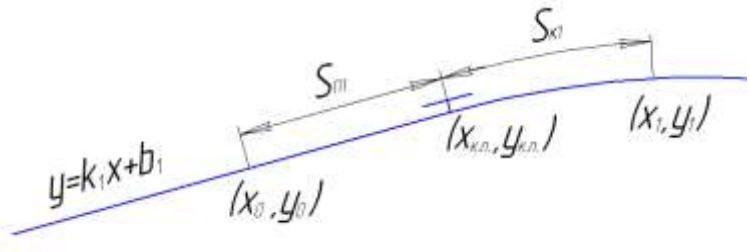

Рис. 2. Переміщення осі вагона (розрахункова схема № 2)

При русі за годинниковою стрілцкою

$$x_1 = x_{К.П.} + \Delta x' = x_{К.П.} + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk_1 - \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})};$$

$$y_1 = y_{К.П.} + \Delta y' = y_{К.П.} + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \sin\left(arctgk_1 - \frac{\alpha}{2}\right)}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})},$$

де $\alpha = \frac{180 \cdot S_{K_1}}{\pi R}$.

При русі проти годинникової стрілки

$$x_1 = x_{К.П.} + \Delta x' = x_{К.П.} + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk_1 + \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})};$$

$$y_1 = y_{К.П.} + \Delta y' = y_{К.П.} + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \sin\left(arctgk_1 + \frac{\alpha}{2}\right)}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})}.$$

Другий випадок. Від точки (x_1, y_1) здійснюємо крок ΔS до точки (x_2, y_2), яка може знаходитися або в межах цієї кривої, або на прямій $y = k_2 x + b_2$ (рис. 3).

Обчислюємо x_2 при припущенні, що точка (x_2, y_2) знаходиться у кривій:

– при русі за годинниковою стрілкою

$$x_2 = x_1 + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk - \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})},$$

де $\alpha = \frac{180 \cdot \Delta S}{\pi R}$;

– при русі проти годинникової стрілки

$$x_2 = x_1 + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk + \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})}.$$

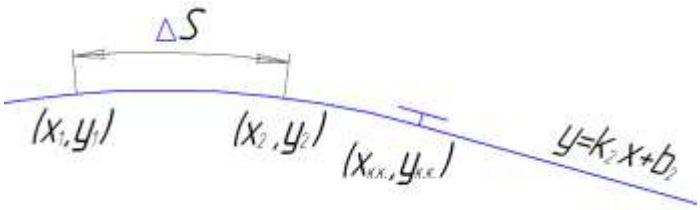

Рис. 3. Переміщення осі вагона (розрахункова схема № 3)

Якщо $x_2 \le x_{к.к.}$, то обчислюємо y_2 (точка (x_2, y_2) у кривій):

– при русі за годинниковою стрілкою

$$y_2 = y_1 + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk - \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})};$$

– при русі проти годинникової стрілки

$$y_2 = y_1 + \frac{R \cdot \sin\alpha \cdot \cos(arctgk + \frac{\alpha}{2})}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})}.$$

Якщо $x_2 > x_{к.к.}$, то обчислюємо пройдений шлях по кривій S_{k_2} (рис. 4):

$$S_{k_2} = \frac{\pi \cdot R \cdot \arcsin\left(\frac{\sqrt{(x_{к.к_1} - x_1)^2 + (y_{к.к_1} - y_1)^2}}{2 \cdot R}\right)}{90};$$

$$S_{n_2} = \Delta S - S_{K_2};$$

$$x_2 = x_{к.к_1} + S_{n_2} \cdot \cos(arctgk_2);$$

$$y_2 = y_{к.к_1} + S_{n_2} \cdot \sin(arctgk_2).$$

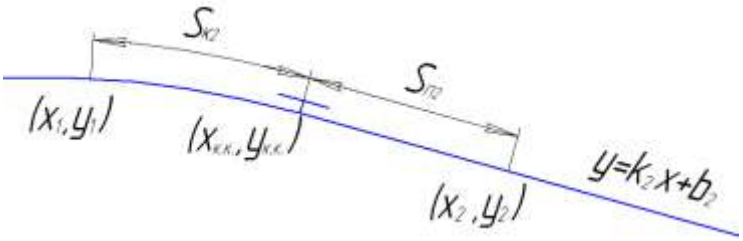

Рис. 4. Переміщення осі вагона (розрахункова схема № 4)

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Запропонована процедура розрахунку координат осей вагона при скочуванні відчепів з гірки дозволить підвищити достовірність результатів імітаційного моделювання за рахунок можливості урахування у будь-якій точці маршруту скочування кута між напрямком вітру і напрямком руху вагона, який у відомих моделях приймається постійним, і реального неупорядкованого хаотичного характеру пульсацій швидкості і напрямку вітру**.**

Даний науковий підхід може бути використаний у сучасних автоматизованих комплексах гіркових технологічних процесів з метою забезпечення безпеки і економічної ефективності насуву та розпуску составів з гірки.

Список використаних джерел

1. Бобровский, В.И. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст]: монография / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Н.П. Божко [и др.]. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.

2. Муха, Ю.А. Имитационное моделирование процесса скатывания отцепов при выполнении горочных расчетов [Текст] / Ю.А. Муха, А.А. Муратов // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск, 1990. – С. 11-20.

3. Иванченко, В.Н. Новый подход к управлению процессом роспуска составов на сортировочной горке [Текст] / В.Н. Иванченко, Н.Н. Лябах, А.А. Сепетый // Труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 34-41.

4. Шабельников, А.Н. Системы автоматизированных сортировочных горок на базе промышленных компьютеров [Текст] / А.Н. Шабельников // Автоматика, связь, информатика. – 2001. – № 11. – С. 13–16.

5. Лебединская, Е.Н. Математическая модель программы роспуска составов с сортировочной горки [Текст] / Е.Н. Лебединская, Е.Г. Шепилова // Междунар. сб. науч. трудов. – Ростов-на-Дону, 1998. – С. 31-37.

6. Смирнов, В.И. Динамика скатывания одновагонных отцепов с сортировочной горки [Текст] / В.И. Смирнов // Транспорт: наука, техника, управление. – 1993. – № 10. – С. 29–34.

7. Огар, О.М. Розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст]: дис. … д-ра техн. наук: 05.22.20 / О.М. Огар. – Харків, 2011. – 368 с.

Огар Олександр Миколайович, д-р техн. наук, професор кафедри залізничних станцій та вузлів Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Ogar Alexander, doct. of techn. sciences, professor of Ukrainian state academy of railway transport chair “Railway stations and junctions“. Tel.: (057) 730-10-42.
E-mail: ogar-07@yandex.ru.