

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ ШАХТНОГО ПОЕЗДА ДВУХСЕКЦИОННЫМ ЛОКОМОТИВОМ С УЧЕТОМ ЗАЗОРОВ В СЦЕПКАХ

Фурман С.А., студент, Хиценко Н.В., канд. техн. наук, доц  
Белицкий П.В., ассистент

Донецкий национальный технический университет

*Розроблена та реалізована в системі Mathcad математична модель процесу гальмування потягу двосекційним локомотивом з урахуванням зазорів у зчепленнях*

Торможение шахтного поезда «спаренным» локомотивом 2АМ8Д рационально осуществлять двумя секциями одновременно. Однако, в силу конструктивных особенностей и требований к тормозной системе локомотива-спарки, торможение осуществляется лишь передней секцией [1].

На рис. 1 приведена расчетная схема состава, на которой приняты следующие обозначения:  $X_1, X_2$  – перемещения секций локомотива,  $x_i$  – перемещения вагонеток,  $i \in [1, n]$ ,  $\Delta$  – зазор в сцепке локомотива,  $\Delta_1$  – зазор в сцепке вагонеток,  $M$  – массы секций локомотива,  $m$  – массы вагонеток,  $S_c$  – усилие в сцепке секций локомотива,  $S_i$  – усилия в сцепках вагонеток,  $F$  – тормозное усилие секции локомотива,  $w, w_1$  – удельное сопротивление движению секции локомотива и вагонетки.

Для определения усилий в сцепках локомотива используем систему дифференциальных уравнений движения системы [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ddot{X}_1 = M_{np}^{-1} [S_c - (F - Mgw) \text{sign} \dot{X}_1]; \quad \ddot{X}_2 = M_{np}^{-1} [S_0 + Mgw \text{sign} \dot{X}_2 - S_c]; \\ \ddot{x}_i = m_{np}^{-1} (S_i - mgw_1 \cdot \text{sign} \dot{x}_i - S_{i-1}), \quad i = 1..n; \\ S_c = \begin{cases} 0 & \text{при } |X_2 - X_1| \leq 0,5\Delta; \\ 0,5c(|X_2 - X_1| - 0,5\Delta) \text{sign}(X_2 - X_1) & \text{при } |X_2 - X_1| > 0,5\Delta; \end{cases} \\ S_0 = \begin{cases} 0 & \text{при } |x_1 - X_2| \leq 0,5\Delta_1; \\ c_0(|x_1 - X_2| - 0,5\Delta_1) \text{sign}(x_1 - X_2) & \text{при } |x_1 - X_2| > 0,5\Delta_1; \end{cases} \\ S_j = \begin{cases} 0 & \text{при } |x_{j+1} - x_j| \leq 0,5\Delta_1; \\ c_1(|x_{j+1} - x_j| - 0,5\Delta_1) \text{sign}(x_{j+1} - x_j) & \text{при } |x_{j+1} - x_j| > 0,5\Delta_1; \end{cases} \\ j = 1..n - 1; \\ S_n = 0. \end{array} \right.$$

где  $c$ ,  $c_0$ ,  $c_1$  – жесткости сцепок секций локомотива, локомотива и первой вагонетки, и вагонеток соответственно;

$M_{np}=1,1M$ ,  $m_{np}=1,1m$  – приведенные массы, учитывающие инерцию вращающихся частей локомотива и вагонеток соответственно.

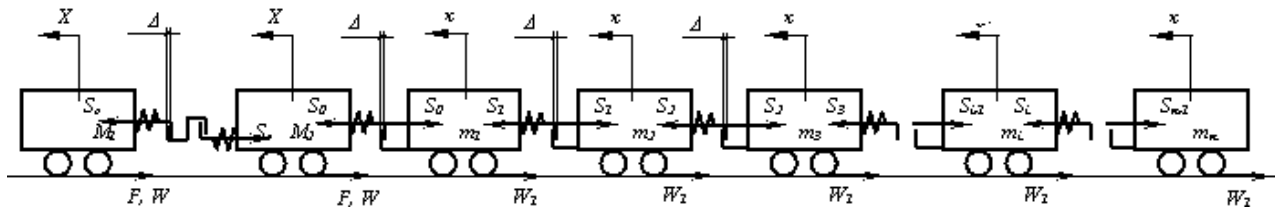


Рисунок 1 – Расчетная схема поезда при торможении

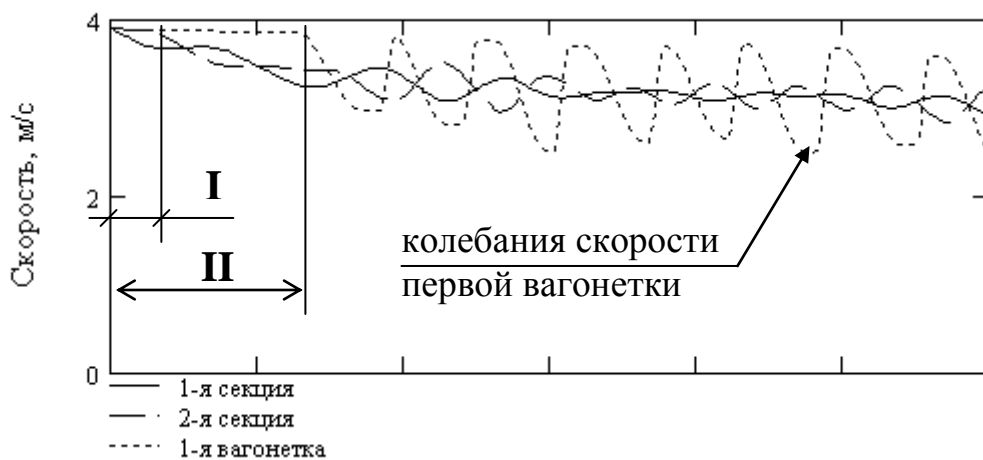


Рисунок 2 – Результаты моделирования процесса торможения

На рисунке 2 показан график изменения скорости секций локомотива 2АМ8Д и первой вагонетки ВГ3,3 от времени при торможении передней секцией состава из 20 вагонеток. Приняты следующие значения жесткостей сцепок в составе:  $c=0,8 \cdot 10^6$  Н/м;  $c_0=7,3 \cdot 10^5$  Н/м;  $c_1=7,8 \cdot 10^6$  Н/м. Зазоры:  $\Delta=5$  мм,  $\Delta_1=150$  мм [3]. Участки: I – выборка зазора в сцепке секций локомотива, II – выборка зазора в сцепке локомотива с вагонеткой.

**Вывод.** Разработана математическая модель торможения поезда двухсекционным локомотивом с учетом зазоров в сцепках секций локомотива и вагонеток. Модель может быть использована при обосновании параметров тормозных систем и режимов торможения.

Список источников.

1. Волотковский С.А. Рудничная электровозная тяга. М.: Недра, 1981. – 389 с.
2. Поляков Н.С., Новиков Е.Е. Динамика шахтного рельсового транспорта. К.: Наукова думка, 1973. – 199 с.
3. Быля А.К. Исследование продольных усилий при соударении вагонеток. В сб. «Транспорт шахт и карьеров», с. 205-212.