

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИНТЕРВАЛЬНОГО СКАТЫВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С РАЗНОУПРУГОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИМИТАЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

А. К. ГОЛОВНИЧ, С. П. НОВИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сортировочная горка железнодорожной станции обеспечивает расформирование прибывающих составов в соответствии с назначениями отдельных групп вагонов. Благодаря соответствующему профилю путей роспуска вагоны расформировываемого поезда скатываются от горба горки до путей сортировочного парка. Роспуск осуществляется посредством надвига состава маневровым локомотивом, движущимся с некоторой установленной скоростью, обеспечивающей последовательное скатывание отцепов с определенным интервалом между смежными группами вагонов.

При постоянной массе отдельных отцепов задача выбора допустимого интервала становится тривиальной, определяемой из условия минимального времени, необходимого для перевода стрелки между двумя смежными отцепами. В этом случае достигается максимальная перерабатывающая способность горки. Однако в реальных условиях количество вагонов в отцепе и их масса при роспуске одного состава могут существенно различаться (от одного порожнего вагона до десятипятнадцати и более груженых и порожних в различном сочетании).

Кроме того, различия в конструкции подвижного состава, длине вагонов, высоте точки центра тяжести для порожних и груженых вагонов оказывают значительное влияние на ходовые качества, приводя к отличающейся динамике движения после отрыва отцепов от основного состава на начальных участках спускной части горки. Негативное действие этих факторов, оказывающее влияние на величины интервалов между отцепами, погашается их торможением на замедлителях механизированных горок или тормозными башмаками немеханизированных сортировочных горок. Каждый последующий отцеп, скатывающийся с горки, подвергается тормозящей внешней силе на замедлителях в той мере, в какой должно быть обеспечено регулируемое интервальное движение групп вагонов от горба горки до последней разделительной стрелки горочной горловины. Замедлители располагаются на спускной части горки по двум или трем позициям (соответственно на скоростном участке, в средней части горки и на входе в сортировочный парк) (рисунок 1).

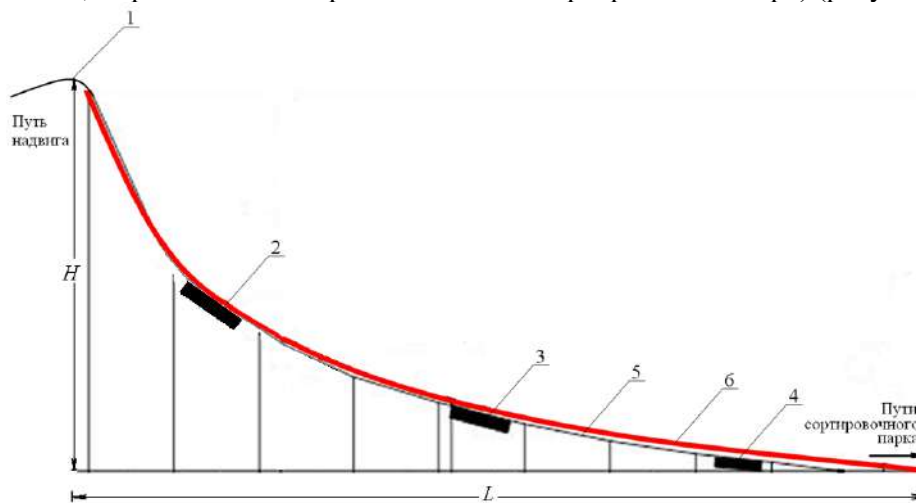


Рисунок 1 – Продольный профиль спускной части сортировочной горки:
1 – горб горки; 2–4 – тормозные позиции замедлителей; 5 – реальный профиль скатывания вагонов;
6 – теоретическая кривая скатывания

Таким образом, оказывается, что реконструкция процесса роспуска вагонов с горки некоторой адекватной математической моделью сопряжена со значительными трудностями. Реальный профиль 5 скатывания вагонов (см. рисунок 1) представляет собой сложный многокомпонентный набор сопрягаемых между собой участков переменной кривизны, уменьшающейся с приближением к сортировочному парку. Поэтому рассматривается задача разработки динамической модели

функционирования сортировочной горки при скатывании некоторого объекта по аппроксимированной кривой b , описываемой уравнением $H = f(L)$ (см. рисунок 1) [1].

Пусть исходной модельной позицией является скатывание металлического шара массой M_0 и радиуса R_0 с равномерной плотностью ρ_0 по металлической поверхности. Так как трение качения зависит от радиуса движущегося шара, то размеры шара всегда постоянны. При различающейся массе шара его радиус всегда равен R_0 благодаря увеличению в нем плотности ρ вещества.

Направленное движение шара обеспечивается благодаря наличию желоба, стенки которого не приводят к дополнительному трению, а лишь определяют вектор скорости, всегда перпендикулярный прямой, соединяющей точки начала и конца движения шара. На пути движения шара формируются участки с повышенным коэффициентом трения, имитирующим действие замедляющей силы, приводящей к торможению движущегося вагона. Эти участки состоят из материала, имеющего низкий модуль упругости. Их вязкость – величина переменная, которой можно управлять, обеспечивая тем самым большее или меньшее погашающее воздействие скорости скатывающегося шара. Место размещения и длины таких участков торможения определяются из условия допустимого интервала $I_{ш} \geq I_0$ между последовательно скатывающимися шарами на всем протяжении длины L .

Принимаем следующие исходные требования по условиям скатывания шара с поверхности $H = f(L)$. Максимальная мощность двух первых тормозных позиций такова, что металлический шар массой $M_{крит} = 80$ т (с радиусом R_0) может быть остановлен до выхода из второй тормозной позиции. Погашающую способность третьей тормозной позиции прицельного торможения можно принять равной 20 % от второй. Она обеспечивает незначительное погашение скорости шара с выходом в конечную точку со скоростью, не более 1,4 м/с. Для управления интервалами движения скатывающихся шаров тормозящая способность участков погашения скорости движения шара должна изменяться от максимальной до нулевой.

Начальная скорость скатывания шаров с верхней точки $v_n = 1,9$ м/с, максимально достигаемая скорость на участке скатывания L равна $v_{max} = 8$ м/с. Величины других исходных параметров модельной системы принимаются следующие: $M_0 = 50$ т, $2R_0 = 2,3$ м, $H = 2,5$ м, $L = 320$ м, $I_0 = 6$ с. Указанные параметры варьируются при проведении последующих модельных реконструкций до формирования адекватной картины физического и технологического соответствия с прототипным образом реальной сортировочной горки. Шар как объект модельной системы также трансформируется в определенный ряд принципиальных изменений формы с постепенным приближением к физически сложной многокомпонентной оболочке железнодорожного подвижного состава с упруго деформируемыми конструкционными элементами кузова, тележки и ударно-тяговых устройств.

Решение данной сложной задачи позволит разработать динамическую компьютерную модель сортировочной горки с широким применением не только при проектировании, но и при моделировании различных опасных состояний, возникающих при роспуске вагонов с сортировочных горок.

Список литературы

1 Головнич, А. К. Моделирование процесса роспуска вагонов на адекватной трехмерной компьютерной реконструкции сортировочной горки» / А. К. Головнич, С. П. Новиков, С. Ю. Чапский // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. В 5 ч. Ч. 3. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 15–16.

УДК 346.2:652.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАРМОНИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С ГОСУДАРСТВАМИ-ПАРТНЕРАМИ

Ю. В. ДУБИНА

Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, г. Минск

В. Г. КУЗНЕЦОВ, И. М. ЛИТВИНОВА, М. А. КИЛОЧИЦКАЯ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Организации железнодорожного транспорта осуществляют свою транспортную деятельность по перевозкам грузов и пассажиров в международном сообщении в согласованном взаимодействии с железнодорожными администрациями-партнерами на основе международных соглашений и дого-