

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕВАЛЬНОЙ ЧАСТИ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Анализируются основные факторы, влияющие на проектирование перевальной части сортировочной горки и степень их влияния на положение точки отрыва отцепы от состава при его расформировании. Даны рекомендации по определению основных параметров горки.

Ключевые слова: перевальная часть сортировочной горки, радиусы вертикальных кривых надвигной и спускной частей горки

EDN: JBLBVG



Л.Н. Иванкова



А.В. Подорожника

Перерабатывающая способность сортировочных устройств зависит не только от реализуемой средней скорости роспуска, но и от ходовых свойств отцепов. «Отрыв» отцепы от состава происходит в тот момент, когда суммарное сопротивление движению становится равным приведенному уклону, на котором располагается вагон. Положение точек отрыва зависит от большого количества факторов:

- ходовых свойств отцепов;
- конструкции перевальной части горки (разности сопрягаемых уклонов, соотношения радиусов вертикальных кривых);
- погодных и климатических факторов;
- начальной скорости роспуска.

Данной проблеме посвящен ряд исследований [1–3]. Однако некоторые аспекты требуют уточнения и разъяснения.

Для определения проектной мощности горки обычно устанавливают расчетные интервалы на вершине горки. При этом в качестве расчетных бегунов принимают вагоны легкой категории (порожние крытые или полувагоны) и тяжелой или очень тяжелой категории (груженные полувагоны). Скорости скатывания и основные удельные сопротивления определены эмпирическим путем и указаны в нормативных документах.

В соответствии с [4] нормы основного удельного сопротивления движению могут изменяться в зави-

Иванкова Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортными процессами» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: вопросы совершенствования технологии и технического оснащения железнодорожных станций, проектирование сортировочных устройств. Автор 102 научных работ.

Подорожника Алла Валентиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортными процессами» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: вопросы совершенствования технологии работы железнодорожных станций и участков, организации движения поездов и пассажирских перевозок, информационные технологии в процессе управления перевозками. Автор 35 научных работ.

Буракова Анжелика Васильевна, старший преподаватель кафедры «Социально-гуманитарные, естественно-научные и общепрофессиональные дисциплины» филиала Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС) в г. Воронеж. Область научных интересов: совершенствование технологии перевозочного процесса, современные технологии работы станций и узлов, математическое моделирование транспортных процессов. Автор 21 научной работы.

симости от состояния ходовых частей вагонов на 2,5–3,0 кгс/тс.

В момент разъединения автосцепок на горбе горки возникает большое удельное сопротивление, которое достигает 20 кгс/тс [5]. Эта величина также существенно влияет на момент начала разделения вагонов.

В качестве точек отрыва вагонов от состава зачастую принимают условную вершину горки — точку пересечения горизонтальной разделительной площадки и скоростного уклона. Однако в этом случае при определении времени движения вагона появляется погрешность, которая может оказать влияние на расчет расстояния до первой разделительной стрелки, весомерного и других участков. Все это вовсе не учитывают при расчетах интервала на вершине горки и скорости роспуска. В результате на практике интервал образуется произвольно, а скорость роспуска снижают против расчетной. Иногда для исключения вагонов отцепов на спускной части горки приходится даже останавливать роспуск состава. В связи с этим величина начального интервала между вагонами может быть уточнена, если учесть точки отрыва каждого из двух отцепов, следующих друг за другом. Для этого воспользуемся формулой

$$t_0 = \frac{l_1 + l_2 \pm 2\Delta l}{2v_0}, \quad (1)$$

где l_1, l_2 — длины вагонов (по осям автосцепок);

Δl — разность координат положений отцепов в тот момент, когда последующий отцеп отрывается от состава;

v_0 — скорость роспуска.

Положение точки отрыва одиночного вагона от состава (рисунок) можно определить из соотношения

$$\frac{x^2}{2R_c} - \left(b - x - \frac{i_n R_n}{2000} \right) i_n 10^{-3} = b \Sigma \omega 10^{-3}, \quad (2)$$

где x — положение первой оси следующего отцепа в момент отсоединения от расформируемого состава;

b — колесная база вагона;

i_n — уклон элемента надвигной части сортировочной горки, ‰;

R_n — радиус вертикальной кривой надвигной части горки, м;

R_c — радиус вертикальной кривой спускной части горки, м;

$\Sigma \omega$ — суммарное удельное сопротивление движению отцепа при отсоединении от расформируемого состава, кгс/тс.

После преобразований получим следующее выражение:

$$x = R_c i_n 10^{-3} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2000b \left(1 + \frac{\Sigma \omega}{i_n} \right) - R_n}{R_c i_n}} \right]. \quad (3)$$

Координата положения центра тяжести отцепа определяется по формуле

$$P = x - \frac{b}{2}. \quad (4)$$

С помощью рисунка можно проиллюстрировать приведенные теоретические выкладки. Из этой схемы можно видеть, что фактическая точка отрыва отцепа

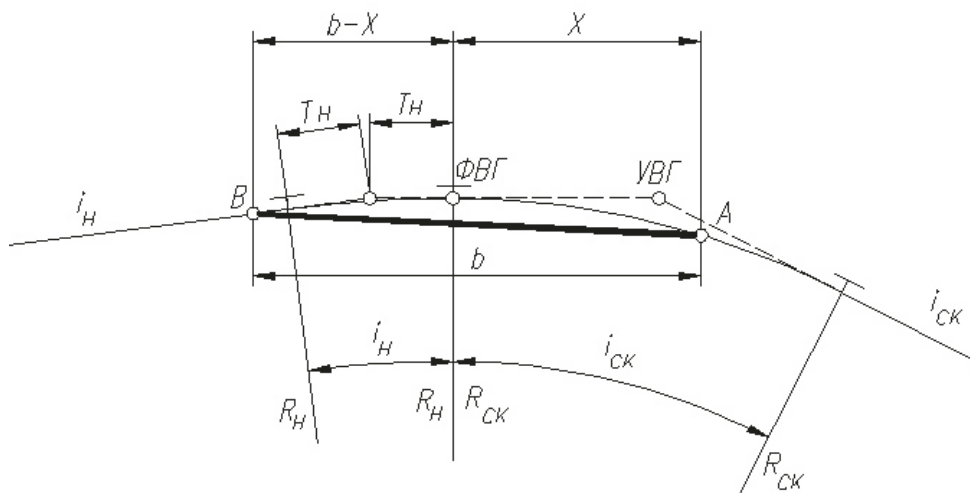


Рисунок. Определение положения центра тяжести отцепа при отсоединении от расформируемого состава

от состава находится несколько дальше условной вершины горки. Однако для отцепов с небольшим суммарным удельным сопротивлением она может смещаться и даже располагаться до фактической вершины горки.

По вышеприведенным формулам были произведены расчеты, в которых варьировались значения удельных сопротивлений движению. При этом радиусы надвигной части варьировались от 300 до 400 м, а радиусы спускной части — от 250 до 350 м. Менялась также крутизна уклона надвигной части [1;6].

Анализ результатов расчета показывает.

1. Точка отрыва отцепа может иметь различное положение. Это зависит от суммарного удельного сопротивления движению. В том числе, для отцепов с небольшим удельным сопротивлением точка отрыва может находиться и перед фактической вершиной горки.

2. Уклон надвигной части должен быть таким, чтобы в пределах существующих нормативов [4] обеспечивал надежное сжатие автосцепок вагонов, т.е. как можно более крутым.

3. Если одновременно с увеличением крутизны уклона надвигной части уменьшать радиус вертикальной кривой спускной части, то разность координат отцепов, которые отсоединяются от формируемого состава, также уменьшается. Это

сглаживает неравномерность интервалов между скатывающимися отцепами. Тем самым увеличиваются возможности по повышению скорости роспуска, а, следовательно и перерабатывающей способности горки.

4. Менее существенное влияние на интервалы между скатывающимися отцепами оказывает радиус вертикальной кривой надвигной части горки.

Выводы

Проектирование перевальной части горки является сложной инженерной задачей, эффективность которой зависит от большого числа факторов, поэтому решать ее надо в комплексе. Авторы считают, что при разработке таких проектов следует выдерживать следующие параметры:

- наиболее крутые уклоны надвигной части (при безусловном соблюдении допускаемой разницы сопрягаемых уклонов надвигной и спускной частей);

- наиболее крутые уклоны скоростного участка при его наименьшей допускаемой длине;

- наименьшие допустимые радиусы вертикальной кривой на спускной части горки.

Моделирование процесса скатывания одновагонных отцепов подтвердило справедливость изложенных выше рекомендаций [7]. 

Литература

1. Иванкова, Л.Н. Влияние основных параметров профиля надвигной и спускной частей сортировочной горки на перерабатывающую способность / Л.Н. Иванкова, И.С. Бондаренко. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2012. — №4. — С.42—46.
2. Осипов, Д.В. Влияние продольного профиля перевальной части сортировочной горки на перерабатывающую способность / Д.В. Осипов, А.А. Климов. — Текст: непосредственный // Транспорт Урала. — 2016. — №4(51). — С. 71—76.
3. Осипов, Д.В. Определение условия отрыва одновагонных отцепов от состава на перевальной части сортировочной горки / Д.В. Осипов. — Текст: непосредственный // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. — 2019. — Т.1. — С. 76—81.
4. СП 225.1326000.2014. Свод правил. Станционные здания, сооружения и устройства: издание официальное: утверждены Приказом Минтранса России от 02.12.2014. №331. — Москва: Минтранс, 2014. — 133 с. — Текст: непосредственный.
5. Пособие по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств / Ю.А. Муха, Л.Б. Тишков, В.П. Шейкин и [др.]. — Текст: непосредственный. — Москва: Транспорт, 1994. — 220 с. — Текст: непосредственный.
6. Иванкова, Л.Н. Проектирование сортировочных устройств в современных условиях / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванов, А.Н. Кузнецова. — Текст: непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2021. — №1(69). — С. 121—126.
7. Буракова, А.В. Исследование скорости выхода отцепов из тормозных позиций на основе моделирования процесса роспуска составов / А.В. Буракова, Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванов. — Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТРАНСПРОМЭК — 2021). Труды научно-практической конференции. — Воронеж, 2021. — С. 146—150.