

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ТОРМОЖЕНИЯ ОТЦЕПОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ ПРИ УЧЕТЕ ДЕЙСТВИЯ СЛУЧАЙНЫХ ФАКТОРОВ

Д. Н. КОЗАЧЕНКО

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В. Лазаряна (ДИИТ), Украина*

Основным средством, обеспечивающим повышение безопасности расформирования поездов, улучшение условий труда и уменьшение эксплуатационных расходов на переработку вагонопотоков на сортировочных станциях является автоматизация расформирования составов на сортировочных горках. При этом главным направлением повышения качества сортировочного процесса является разработка новых алгоритмов для автоматизации управления роспуском составов. Решение этой задачи дает возможность улучшить качество сортировочного процесса за счет совершенствования программного обеспечения, а не за счет усложнения технических средств, что позволяет сократить стоимость систем управления роспуском.

При расформировании составов в условиях действия случайных факторов имеют место неразделения отцепов на стрелках, что связано с возможностью нарушения безопасности движения из-за удара вагонов на повышенных скоростях и дополнительной маневровой работой по перестановке вагонов на пути назначения. То есть принятие решения по выбору режима торможения связано с риском неразделения отцепов. Полная ликвидация указанных рисков теоретически возможна, однако связана либо со значительным падением перерабатывающей способности горки, либо с неоправданным удорожанием систем управления роспуском. В этой связи риски допускаются уже на стадии проектирования сортировочных горок. С другой стороны, для создания эффективных систем управления роспуском составов риски неразделения отцепов должны быть оценены с помощью количественных характеристик и ограничены на допустимом уровне. Оценка риска неразделения отцепов может быть выполнена по его среднему значению с помощью критерия Байеса-Лапласа:

$$r = \sum_{i=1}^k p_{c,i} a_{c,i} \rightarrow \min, \quad \sum_{i=1}^k p_{c,i} = 1,$$

где p_c – вероятность нахождения системы в некотором состоянии; a_c – количественная оценка нахождения системы в некотором состоянии.

Выполненные исследования показали, что продолжительность скатывания отцепа от тормозной позиции до точек занятия и освобождения разделительных элементов является случайной величиной, распределенной по логнормальному закону; связь между интервалами на разделительных элементах текущего отцепа с предыдущим и последующим является слабой. Если принять, что расходы, связанные с неразделением отцепов, пропорциональны числу вагонов m , проследовавших в результате роспуска на пути, не соответствующие их назначению, то риск неразделения отцепов при расформировании состава из n отцепов может быть оценен с помощью аддитивного выражения

$$r(q) = \sum_{i=1}^{n-1} \Phi \left(\frac{t_{i,i+1} - t_{p0} - M_{\tau,i}(q_i) + M_{\tau,i+1}(q_{i+1})}{\sqrt{D_{\tau,i}(q_i) + D_{\tau,i+1}(q_{i+1})}} \right) m_{i+1},$$

где $t_{i,i+1}$ – интервал на разделительном элементе между текущим отцепом и следующим; t_{p0} – минимальное время, необходимое на изменение состояния разделительного элемента; M_{τ} , M_t – математическое ожидание времени движения отцепов до момента освобождения и занятия разделительных элементов; D_{τ} , D_t – дисперсия времени движения отцепов до момента освобождения и занятия разделительных элементов; q – режим торможения отцепа.

В зависимости от условий задачи полученное выражение может рассматриваться и как целевая функция, и как ограничение.

В качестве примера выполнен поиск оптимального режима торможения среднего отцепа в расчетной группе из трех одновагонных отцепов. Разделительным элементом в первой паре является 5-я

стрелка, а во второй – 4-я. Средним (управляемым) отцепом в группе является отцеп тяжелой весовой категории. Крайними отцепами в группе являются отцепы легкой весовой категории, которые скатываются без торможения на первой тормозной позиции, а на второй тормозной позиции тормозятся из условия выхода первого отцепа со скоростью 5 м/с и третьего – со скоростью 6 м/с. Среднее квадратическое отклонение скорости выхода отцепов из тормозных позиций принято равным 0,3 м/с. Зависимости между скоростью выхода среднего отцепа из СТП и риском их неразделения на стрелках представлена на рисунке 1.

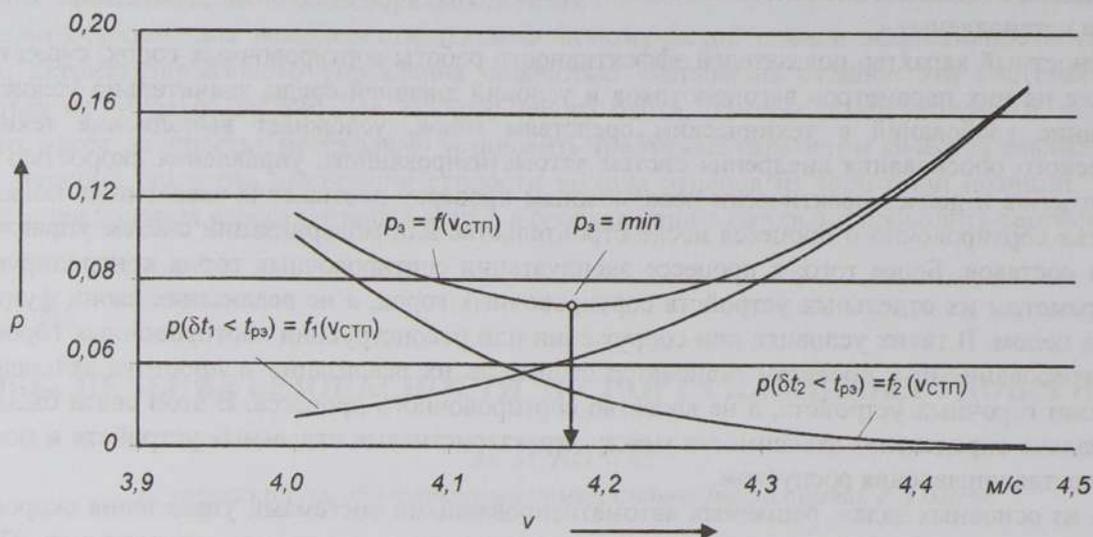


Рисунок 1 – Оптимизация режима торможения в расчетной группе из трех отцепов

Минимальное значение вероятности неразделения отцепов расчетной группы определено методами прямого поиска и составляет $\rho_c = 0,069935$. Указанное значение достигается при задаваемой скорости выхода отцепов из СТП 4,18 м/с. Дальнейшее уменьшение вероятности неразделения отцепов требует изменения режимов торможения крайних отцепов расчетной группы.

Таким образом, процесс разделения отцепов на разделительных элементах во время расформирования составов является вероятностным. При этом величина среднего квадратического отклонения и соответственно дисперсии времени движения отцепов по спускной части горки существенно зависит от расстояния их неуправляемого скатывания, режимов торможения и ходовых характеристик отцепов. В этой связи, при анализе условий разделения отцепов необходимо учитывать не только математическое ожидание, но и дисперсию случайных величин времени движения отцепов до момента освобождения и занятия разделительных элементов. В качестве критерия для оценки режимов интервального торможения отцепов предложено использовать оценку риска их неразделения на разделительных элементах. Использование результатов исследования позволит повысить качество алгоритмов по управлению тормозными позициями автоматизированных горок.

УДК 656.212

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ПРИЦЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, Р. Г. КОРОБЬЕВА

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна (ДИИТ), Украина

Количественным выражением основных свойств сортировочной горки является комплекс ее технических параметров. В качестве этих параметров выступают длины и уклоны элементов профиля, радиусы и углы поворота кривых, геометрические размеры стрелочных переводов, размеры и мощность тормозных замедлителей, скорость перевода стрелок, затормаживания и растормажива-