

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОРТИРОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА

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

Повышение экономической эффективности функционирования железнодорожного транспорта может быть достигнуто путем совершенствования технических средств и технологии работы железнодорожных станций. Одним из наиболее продолжительных элементов процесса обработки вагонов на станции является формирование составов; особенно актуальной указанная проблема является при формировании многогруппных составов на современных железнодорожных станциях.

Данной проблеме посвящено достаточно большое число научных работ, в которых были предложены рекомендации по совершенствованию конструкции устройств, предназначенных для повышения эффективности формирования многогруппных составов [1–3]. При этом в указанных публикациях не всегда учитывается экономическая целесообразность увеличения мощности технического оснащения станций, а также возможность эффективного использования специальных методов формирования многогруппных составов, позволяющих существенно ускорить данный процесс. Кроме того, следует отметить, что в указанных работах недостаточно внимания уделяется оптимизации параметров конструкции сортировочных устройств, предлагаемых для формирования многогруппных составов, в связи с чем эффективность их применения может быть недостаточно высокой.

Таким образом, как было установлено в результате анализа научных работ, исследование и совершенствование технических средств и технологии формирования многогруппных составов является актуальной научно-прикладной проблемой, для решения которой необходимо выполнить ее всесторонний анализ. Такой подход даст возможность улучшить качество процесса формирования многогруппных составов на станциях.

Известно что формирование многогруппных составов на станциях нередко выполняется на ограниченном числе путей путем многократной сортировки вагонов, что связано со значительными затратами времени и энергоресурсов. Следует отметить, что в процессе анализа данной проблемы была установлена экспоненциальная зависимость между временем формирования и количеством групп вагонов в составе. В этой связи многогруппные составы со значительным количеством групп вагонов (более 10) целесообразно формировать на предлагаемом специализированном сортировочном устройстве (ССУ) [4], представляющем собой двустороннюю горку малой мощности (ГММ), расположенную

между двумя группировочными парками ГрП1 и ГрП2. Двусторонняя сортировка вагонов на данном устройстве позволяет исключить операции сборки и вытягивания вагонов из группировочных парков на всех этапах формирования многогруппного состава и за счет этого сократить его продолжительность, а также уменьшить эксплуатационные расходы.

Как известно конструкция продольного профиля сортировочной горки оказывает существенное влияние на качество сортировочного процесса. Определение рациональных величин уклонов элементов спускной части горки представляет собой сложную задачу, при решении которой необходимо учитывать множество требований к ее конструкции. Кроме того, следует отметить характерную особенность двусторонней горки, которой являются различные значения ее высоты $H_p^{ГПП}$ для двух группировочных парков ГрП1 и ГрП2.

Для обеспечения максимальной эффективности процесса формирования многогруппных составов необходимо прежде всего установить параметры продольного профиля ГММ. В этой связи в процессе исследований была поставлена задача оптимизации параметров продольного профиля ССУ, схема которого приведена на рис. 1.

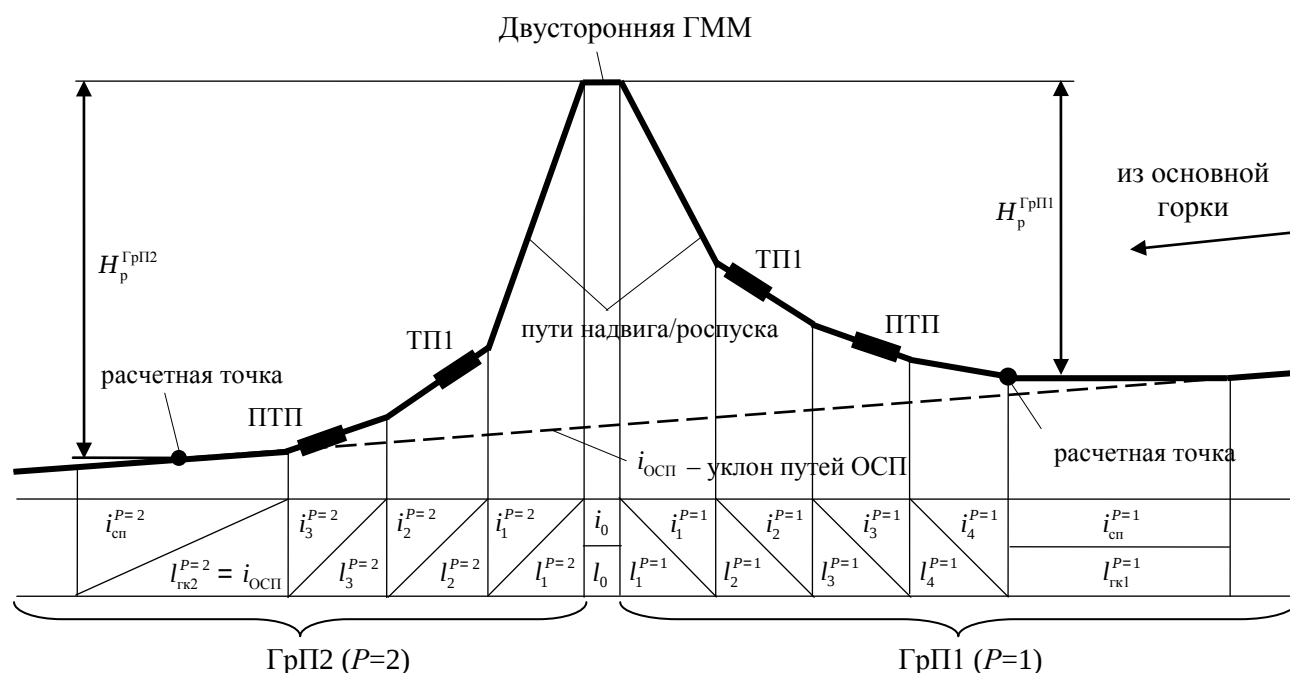


Рис. 1 – Продольный профиль специализированного сортировочного устройства

Как известно, продольный профиль горки должен обеспечить расчетную высоту горки $H_p^{ГрПП}$, при которой отцепы в неблагоприятных условиях докачиваются до расчетной точки. При этом параметры профиля выбираются таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия разделения отцепов, которые можно охарактеризовать величиной интервала δt на разделительных элементах [5, 6]. Задача решалась на основе анализа процесса скатывания расчетной неблагоприятной группы из 3-х отцепов П-Х-П; при этом для других групп отце-

пов условия разделения будут лучше. Для указанной группы на каждом разделительном элементе получены два значения интервала: интервал δt_1 в паре отцепов П-Х и интервал δt_2 в паре отцепов Х-П.

В процессе оптимизации необходимо найти профиль горки, обеспечивающий максимум минимального интервала между отцепами группы П-Х-П на разделительных элементах

$$\min \{ \delta t_1, \delta t_2 \} \rightarrow \max$$

Решение задачи выполнено с использованием метода Бокса-Уилсона; при этом использовалась линейная зависимость функции отклика (y) от влияющих факторов (X_1, X_2):

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 \quad (1)$$

Функцией отклика является минимальный интервал ($d_{\min}$) между отцепами расчетной группы П-Х-П на разделительных элементах; в качестве влияющих факторов приняты уклоны 4-х элементов продольного профиля горки ССУ (см. рис. 1) i_1, i_2, i_3, i_4 . При этом на основе анализа конструкции профиля были выбраны в качестве независимых факторов уклон скоростного участка i_1 (фактор X_1) и уклон стрелочной зоны i_3 (фактор X_2); уклон сортировочных путей i_4 является нормативным ($i_4 = 0,6\%$), а уклон i_2 определяется из условия обеспечения расчетной высоты горки.

Для определения оптимальных значений уклонов элементов продольного профиля двусторонней горки были выполнены исследования влияния высоты ГММ и параметров ее продольного профиля на величину интервалов между отцепами на разделительных элементах. С этой целью был использован план полного факторного эксперимента ПФЭ $N=2^2$, в соответствии с которым были выполнены необходимые вычислительные эксперименты. Для проведения указанных экспериментов была разработана имитационная модель процесса расформирования составов на ГММ.

Анализ результатов экспериментов позволил для каждой точки плана ПФЭ получить величины интервалов между отцепами на разделительных стрелках, которые характеризуют качество процесса скатывания отцепов.

В результате проведенного ПФЭ была получена модель (1)

$$y = 2,554 + 0,276 X_1 - 0,161 X_2$$

с помощью которой с использованием метода Бокса-Уилсона [7] были определены оптимальные значения уклонов продольного профиля горки парка ГрП1 ССУ ($i_1 = 28,0 \%$, $i_2 = 8,2 \%$, $i_3 = 1,5 \%$, $i_4 = 0,6 \%$); при этом обеспечивается расчетное значение высоты горки $H_p^{\text{ГП}} = 1,22 \text{ м}$. Данный профиль позволяет максимизировать минимальный интервал δt между отцепами на разделительных стрелках, величина которого для указанных параметров горки составляет 3,1 с.

В завершение исследований было выполнено имитационное моделирование процесса расформирования потока составов при установленных рациональных параметрах горки, анализ результатов которого подтвердил эффективность методики оптимизации конструкции ее профиля.

Таким образом, использование специализированного сортировочного устройства с оптимальным профилем позволит улучшить качественные показатели процесса формирования многогруппных составов, снизить затраты времени на его реализацию и, тем самым, значительно повысить его эффективность.

Список литературы

1. Сухопяткин, А. Н. Проектирование устройств для формирования многогруппных поездов на сортировочных станциях: Сб. науч. Тр. ВЗРШТа. М., 1975. Вып. 80. С. 24–33.
2. Бакумов, Э. В. Проектирование вспомогательных сортировочных устройств // Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. Киев, 1988. № 113. – С. 4–13.
3. Григорьев В. В. К вопросу применения вспомогательных сортировочных устройств в железнодорожных узлах. Свердловск, 1983. – С. 19–24.
4. Бобровский, В. И. Двустороннее сортировочное устройство для интенсификации процесса формирования многогруппных составов [Текст] / В. И. Бобровский, И. Я. Сковрон // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2013. – Вып. 2(23) – С. 7–12.
5. Бобровський, В. І. Дослідження впливу параметрів керування уповільнювачами на точність гальмування відцепів / В. І Бобровський, А. С. Дорош // Транспортні системи та технології перевезень: Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 6 – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2013. – С. 10–14.
6. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках: монография / В. И Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. П. Божко, Н. В. Рогов, Н. И Березовый, А. В. Кудряшов. – Д. : Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.
7. Монтгомери, Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных: Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1980. –384 с.