

В. А. ШИШ (ДП ДНДЦУЗ), А. В. КУДРЯШОВ (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

АНАЛИЗ ВЫСОТЫ И ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЯДА ДЕЙСТВУЮЩИХ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК

Виконано аналіз висоти та поздовжнього профілю ряду діючих сортувальних гірок. Отримано значення величини інтервалів на розділових елементах і максимальної швидкості розпуску за умовою забезпечення інтервального регулювання швидкості відцепів, що скочуються.

Ключові слова: режими гальмування, відцеп, сортувальна гірка.

Выполнен анализ высоты и продольного профиля ряда действующих сортировочных горок. Получены значения величины интервалов на разделительных элементах и максимальной скорости роспуска по условию обеспечения интервального регулирования скорости скатывающихся отцепов.

Ключевые слова: режимы торможения, отцеп, сортировочная горка.

There has been completed analysis of height and the longitudinal profile of a number of acting sorting humps. The values of the quantities in intervals of dividing elements and the maximum speed of the condition to ensure control of the speed interval rolling cuts are obtained.

Key words: retarding regimes, cut, sorting hump.

Железнодорожный транспорт является одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов Украины, причем значительная часть расходов приходится на перевозочный процесс. Для обеспечения конкурентоспособности железных дорог в условиях рынка транспортных услуг, а также для повышения эффективности перевозочного процесса необходимо внедрять прогрессивные энергосберегающие технологии. Концепция и программа реструктуризации на железнодорожном транспорте Украины [1] определил приоритетные направления развития отрасли и первоочередные меры, направленные на снижение эксплуатационных расходов как связанных с размерами движения, так и не зависящих от них.

Значительные затраты энергоресурсов в хозяйстве перевозок приходится на крупные сортировочные станции, выполняющие операции по массовому расформированию и формированию поездов и, в частности, на сортировочные горки. Сортировочные горки являются основными устройствами для расформирования составов грузовых поездов на железнодорожных станциях и играют важную роль в ускорении доставки грузов и сокращении простоев вагонов. Конструкция, техническое оснащение и технология работы сортировочных горок существенно влияют на эксплуатационные расходы по расформированию поездов, и в первую очередь на расходы по управлению маршрутами и

скоростью скатывания вагонов с горки.

Большинство действующих на Украине сортировочных горок было запроектировано и сооружено в соответствии с «Техническими указаниями по проектированию станций и узлов на железных дорогах общей сети СССР». Лучшее из намеченных решений выбиралось на стадии проектирования; при этом степень его рациональности во многом определялась уровнем компетенции и инженерной интуиции руководителя проекта.

За время своей эксплуатации на сортировочных горках неоднократно выполнялся капитальный ремонт, а на некоторых существенно изменялась конструкция плана и профиля в связи с механизацией этих горок (часть горок было полностью механизировано, а на некоторых было механизировано только спускную часть сортировочной горки).

В этой связи в работе, на основе имитационного моделирования скатывания, как отдельных отцепов, так и их групп в различных сочетаниях, был выполнен анализ высоты и продольного профиля ряда сортировочных горок Украины (Дарница (нечетная система), Знаменка, Клепаров, Красный Лиман (нечетная система), Купянск Сортировочный (нечетная система), Нижнеднепровск-Узел (нечетная система), Нижнеднепровск-Узел (четная система), Одесса Сортировочная). Проведены исследования условий разделения отцепов на стрелочных

переводах данных горок и сделаны выводы о соответствии существующего профиля требованиям Правил и норм проектирования сортировочных устройств [2].

Согласно Правилам и нормам проектирования сортировочных устройств высота сортировочной горки проверяется по условию обеспечения пробега вагонов расчетной весовой категории при неблагоприятных условиях работы горки до расчетной точки (РТ). Расчетная точка принимается на расчетном трудном сортировочном пути на расстоянии 50 м от выходного конца парковой тормозной позиции (ПТП), а при регулировании скорости отцепов на сортировочных путях тормозными башмаками 50 м от башмакосбрасывателя (БС).

За расчетный трудный сортировочный путь принимается тот путь, на который по маршруту скатывания суммарная удельная работа всех сил сопротивления движению имеет наибольшее значение.

Номера сортировочных путей принятых в качестве расчетных трудных для каждой сортировочной горки (согласно перечню) приведены в табл. 1

Таблица 1

Номера сортировочных путей выбранных в качестве расчетных трудных

Станция	Номер пути
Дарница	61
Знаменка	3
Клепаров	30
Красный Лиман	2
Купянск сортировочный.	26
НДУ (нечетная)	27
НДУ (четная)	18
Одесса сортировочная	25

В качестве расчетного бегуна для проверки высоты сортировочных горок (согласно переч-

ню) в соответствии с требованиями [2] принят отцеп, параметры которого приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры расчетного бегуна

Масса, т	22,00
Род вагона, осьность	Крытый, 4
Основное удельное сопротивление движению, Н/кН	4,50
Удельное сопротивление движ. от снега и инея, Н/кН	0,40
Коэффициент потери энергии на стрелке	0,56
Коэффициент потери энергии в кривой	0,23

В качестве неблагоприятных условий скатывания были приняты данные, приведенные в табл. 3. Указанные данные являются достаточно неблагоприятными условиями роспуска для климатической зоны, в которой расположены исследуемые сортировочные горки (согласно перечню).

Таблица 3

Условия скатывания расчетного бегуна

Параметр	Значение
Азимут направления роспуска	0 градусов
Азимут направления ветра	210 градусов
Скорость ветра	5,0 м/с
Коэффициент приведения ветра к уровню миделя вагона	1,0
Расчетная неблагоприятная температура	- 25 °С

Величина скорости роспуска для горок средней мощности была принята 1,4 м/с, а для горок большой мощности – 1,7 м/с.

В табл. 4 приведено значение скорости отцепа в расчетной точке и координата точки останова, если отцеп не докатился до РТ, для всех рассмотренных сортировочных горок.

Таблица 4

Результаты скатывания расчетного бегуна на трудный путь

Станция	Координата, м			Скорость отцепа в РТ, м/с
	начало ПТП (БС)	РТ	Остановки отцепа	
Дарница	360,72	410,72	375,494	–
Знаменка	324,790	390,69	355,065	–
Клепаров	308,318	367,4	308,698	–
Красный Лиман	364,5	430,80	418,65	–
Купянск сортировочный	241,6	304,5	292,176	–
НДУ (нечетная)	367,6	433,0	415,508	–
НДУ (четная)	255,3	315,15	–	2,64
Одесса сортировочная	315,000	365,0	–	1,82

Как видно из табл. 4 расчетный бегун не докатывается до расчетной точки на горках станций Дарница (нечетная система), Знаменка, Клепаров, Красный Лиман (нечетная система), Купянск Сортировочный (нечетная система), Нижнеднепровск-Узел (нечетная система). При этом для всех указанных горок, кроме сортировочной горки станции Клепаров, расчетный отцеп остановился за парковой тормозной позицией, а на сортировочной горке станции Клепаров за предельным столбиком, что обеспечивает безопасность ролпуска. Однако учитывая то, что условия скатывания были достаточно неблагоприятные, а за расчетный бегун принимался отцеп с плохими ходовыми свойствами, можно утверждать, что высота указанных сортировочных горок является достаточной и не требует повышения.

Наличие скорости в РТ у расчетного бегуна на сортировочных горках станций Нижнеднепровск-Узел (четная система), Одесса Сортировочная свидетельствует о достаточной высоте этих горок (при рассмотрении их как горок средней мощности). Это связано и с тем, что они имеют компактную конструкцию плана горочной горловины и относительно короткую стрелочную зону.

Конструкция и техническое оснащение сортировочной горки должны обеспечивать разделение отцепов на отдельных элементах: стрелочных переводах, вагонозамедлителях, предельных столбиках. Разграничение нужно для возможности перевода между смежными отцепами стрелок и вагонозамедлителей из одного положения в другое, возможности беспрепятственного проследования отцепами предельных столбиков, возможности нормального функционирования устройств ГАЦ и систем автоматизации.

Для отдельного элемента моментами занятия и освобождения его отцепом считаются: для стрелочного перевода, вагонозамедлителей – вход T_E на их изолированную секцию и выход T_G из нее крайних колесных пар отцепа (рис. 1).

Условием разделения является наличие интервала времени между последовательными моментами освобождения элемента отцепом и занятия его следующим отцепом.

$$\delta t = I_0 + T_{E_2} - T_{G_1} \quad (1)$$

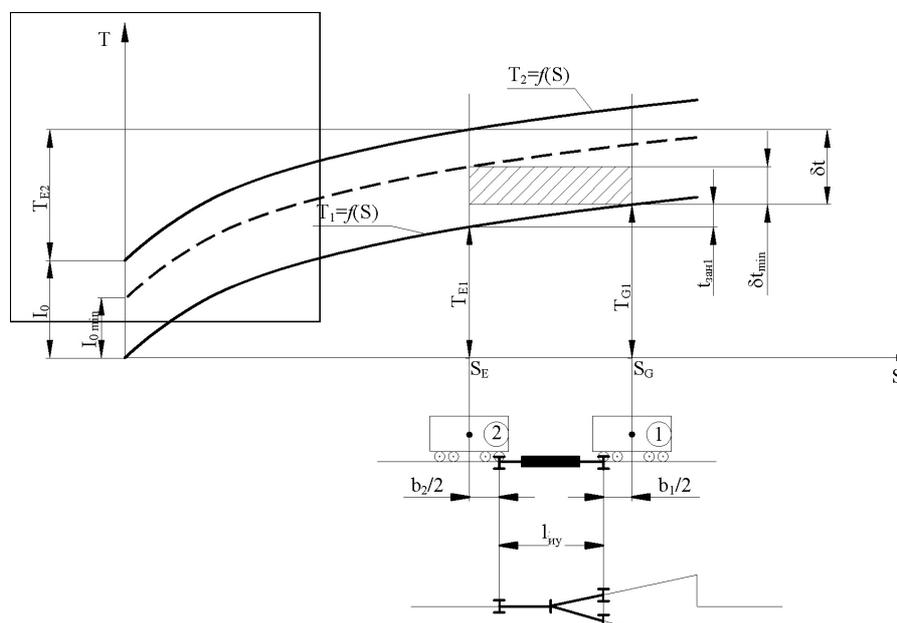


Рис. 1. Схема определения интервалов на изолированных участках

Исследование условий разделения на стрелочных переводах и замедлителях было выполнено для расчетного сочетания отцепов (параметры расчетных бегунов приведены в табл. 5) по маршруту скатывания на выбранный трудный путь для каждой сортировочной горки (со-

гласно перечню); при этом согласно [2] для горок средней мощности принималось сочетание отцепов ОП-Х-ОП, большой ОП-ОХ-ОП.

Для каждой сортировочной горки был определен некоторый режим торможения среднего отцепа (Х, ОХ), обеспечивающий наилучшие

условия разделения отцепов. Такой режим торможения устанавливается по условию обеспечения максимально возможных и равных ин-

тервалов в первой и второй паре отцепов расчетной группы на лимитирующих разделительных элементах (РЭ) по маршруту скатывания.

Таблица 5

Параметры расчетных отцепов

Расчетный бегун	ОП	Х	ОХ
Род вагона, осьность	ПВ 4	ПВ 4	ПВ 4
Вес вагона, тс	22,00	70,00	85,00
Основное удельное сопротивление, кгс/тс	4,50	0,80	0,50
Коэффициент потери энергии на стрелке	0,56	0,56	0,56
Коэффициент потери энергии от кривых	0,23	0,23	0,23
Удельное сопротивление снега, инея, кгс/тс	0,40	0,15	0,15
Коэффициент тормозного действия башмака	0,17	0,17	0,17
Расстояние от ПТП до точки прицеливания, м	50,000	50,000	50,000

Так, например, режим торможения отцепа Х, обеспечивающий максимально возможные и равные интервалы в первой и второй паре отцепов расчетной группы на лимитирующих разделительных элементах по маршруту скатывания, для ст. Знаменка приведен в табл. 6.

Таблица 6

Данные о торможении среднего отцепа

ТП	$V_{\text{входа}}$, м/с	$V_{\text{выхода}}$, м/с	h_T , м.э.в
1	5,41	4,54	0,850
2	5,20	4,17	0,655
3	3,76	1,45	0,571

Значения интервалов на вершине горки и на всех разделительных элементах приведены в табл. 7.

Таблица 7

Интервалы между отцепами на разделительных элементах (при $V_0=1,4$ м/с)

№ РЭ	$\delta t(1-2)$, с	$\delta t(2-3)$, с
ВГ	9,94	9,94
1	3,79	7,31
2	3,94	7,36
3	4,42	6,87
4	4,41	6,60
5	5,24	5,03
6	4,89	4,30
7	4,27	4,27

Графическое решение поиска указанного режима для сортировочной горки станции Знаменка приведено на рис. 2.

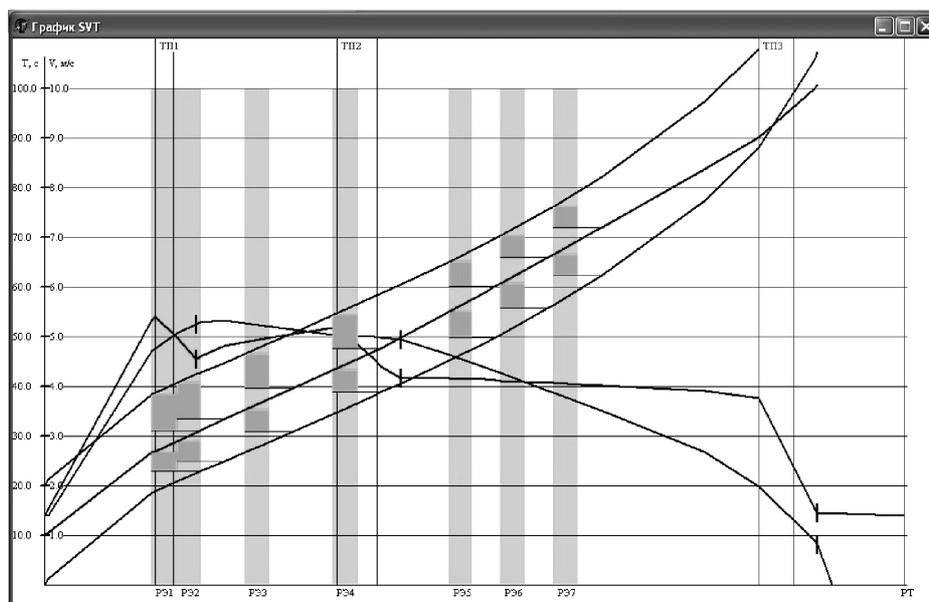


Рис. 2. Графики времени и скорости скатывания отцепов расчетной группы с интервалами на разделительных элементах

Выполнив анализ условий разделения расчетной группы отцепов на каждой сортировочной горке можно сделать следующие выводы.

1. Профиль сортировочной горки станции Дарница (нечетная система) обеспечивает достаточно надежное разделение отцепов расчетной группы по всем разделительным элементам. Малая величина интервала $\delta t = 0,79$ с на первом разделительном элементе (ИЗУ первого замедлителя ВТП) объясняется низкими динамическими характеристиками скоростного участка ($i = 20 \text{ ‰}$, $L = 30$ м). Данные параметры не соответствуют требованиям, предъявляемым к скоростному участку сортировочных горок средней мощности. Увеличение значения уклона скоростного участка позволит повысить надежность разделения не только на первом разделительном элементе, но и на всех остальных РЭ данной сортировочной горки. Также в следствии увеличения значения уклона скоростного участка увеличится высота сортировочной горки, что будет способствовать докатыванию отцепов с плохими ходовыми свойствами в неблагоприятных условиях до расчетной точки.

2. При существующем профиле сортировочной горки станции Красный Лиман (нечетная система) существует вероятность неразделения ($\delta t < 1$ с) отцепов в обеих парах отцепов на ряде разделительных элементов. Одним из путей увеличения значения интервалов на РЭ данной сортировочной горки является роспуск с пониженной скоростью ($V_p = 1,4$ м/с).

3. Профиль сортировочной горки станции Одесса Сортировочная обеспечивает достаточно надежное разделение отцепов расчетной группы по всем разделительным элементам. Следует отметить, что для найденного рационального режима торможения отцепа X требуется укладка двух тормозных башмаков. Увеличение величины погашаемой энергетической высоты на ВТП и СТП позволит осуществлять торможение одним тормозным башмаком, однако это в свою очередь приведет к уменьшению величины интервалов во второй паре отцепов расчетной группы. Также потребность в значительном торможении на ПТП свидетельствует о необходимости механизации парковой тормозной позиции.

4. Профиль сортировочных горок станций Знаменка, Клепаров, Купянск Сортировочный (нечетная система), Нижнеднепровск-Узел (четная и нечетная системы) обеспечивает дос-

таточно надежное разделение отцепов расчетной группы по всем разделительным элементам.

Наличие на разделительных элементах резерва интервала $\delta t > \delta t_{\min}$ свидетельствует о возможности повышения скорости роспуска. С повышением скорости роспуска уменьшается резерв интервала δt на отдельном элементе. В общем случае зависимость $\delta t = f(V_0)$ имеет вид, приведенный на рис. 3. Скорость роспуска, которая соответствует условию $\delta t = \delta t_{\min}$, представляет собой максимально возможную расчетную скорость роспуска $V_{0\max}$. При $V_0 > V_{0\max}$ имеет место $\delta t < \delta t_{\min}$, т. е. разделение отцепов невозможно.

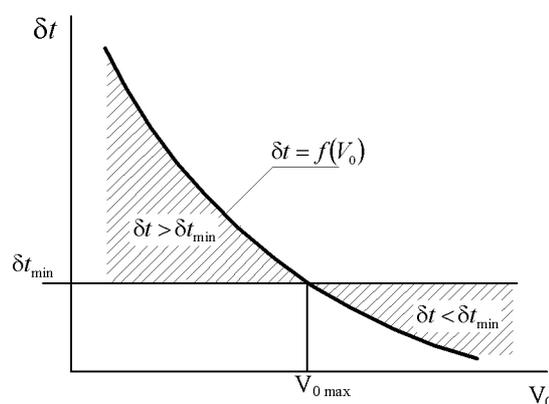


Рис. 3. Графическое решение задачи определения максимальной скорости роспуска

В работе был выполнен комплексный поиск максимальной скорости роспуска и режима торможения среднего отцепа (X, OX) расчетной группы, при которых величина интервала на лимитирующих элементах в первой и второй парах отцепов группы равнялась 1 с. Полученные максимальные значения скорости роспуска для каждой сортировочной горки (согласно перечню) приведены в табл. 8.

Таблица 8

Значения скоростей роспуска

Станция	Максимальная V_p , м/с	Минимальная V_p , м/с
Дарница	1,35	1,4
Знаменка	2,29	1,4
Клепаров	2,13	1,4
Красный Лиман	1,58	1,7
Купянск сортировочный.	1,64	1,4
НДУ (нечетная)	2,07	1,7
НДУ (четная)	2,25	1,4
Одесса сортировочная	2,29	1,4

Как видно из табл. 8 для большинства горок существует возможность повысить скорость роспуска и сократить время расформирования составов.

Продольный профиль сортировочных горок Дарница (нечетная система) и Красный лиман не позволяет выполнять роспуск с минимальной скоростью, которая соответствует их мощности (ст. Дарница горка средней мощности, минимальная скорость роспуска 1,4 м/с, ст. Красный Лиман, горка большой мощности, минимальная скорость роспуска 1,7 м/с). Для указанных горок интервалы на лимитирующих элементах в первой и второй парах отцепов группы достигают минимального значения ($\delta t_{\min}=1$ с) при скоростях роспуска 1,35 м/с (ст. Дарница) и 1,58 м/с (ст. Красный Лиман)

Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать вывод, что продольный профиль сортировочных горок станций Дарница (нечетная система) и Красный Лиман (нечетная система) не соответствует требованиям, изложенным в [2] и требует реконструкции.

Также желательным является механизация парковой тормозной позиции на сортировочной горке станции Одесса Сортировочная. Продольный профиль сортировочных горок остальных рассмотренных станций соответствует требованиям Правил и норм проектирования сортировочных устройств [2]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепція та програма реструктуризації на залізничному транспорті України [Текст]. – К.: НАБЛА, 1998. – 145 с.
2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР. [Текст]. ВСН 207-89. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.
3. Пособие по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств [Текст] / Ю. А. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкин и др. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.

Поступила в редколлегию 26.06.2012.

Принята к печати 28.06.2012.