

В. И. БОБРОВСКИЙ, А. С. ДОРОШ, А. И. КОЛЕСНИК (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ ПЛАНА ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОЧНЫХ ГОРЛОВИН

У роботі розглянуті конструкції гіркових горловин сортувальних парків з різним числом колій у пучках і положенням першої гальмівної позиції. На основі імітаційного моделювання виконаний порівняльний аналіз та оцінка ефективності розроблених конструкцій сортувальних гірок.

В работе рассмотрены конструкции горочных горловин сортировочных парков с разным числом путей в пучках и положением первой тормозной позиции. На основе имитационного моделирования выполнен сравнительный анализ и оценка эффективности разработанных конструкций сортировочных горок.

In this work there were considered construction of hump necks of sorting yards with different number of ways in bunches and arrangement of the first retarding position. Basing on the computer-aid simulation there has been executed the comparative analysis and evaluation of the effectiveness of the developed construction sorting humps.

Эффективность и качество сортировочного процесса на станциях в значительной степени определяется конструкцией плана путевого развития горочных горловин. Существующие типовые проекты конструкции горочных горловин отличаются количеством путей в сортировочном парке, числом пучков и схемой их соединения в горловине, а также схемой размещения тормозных позиций на спускной части горки.

При наличии большого количества варьируемых параметров при проектировании горочных горловин задача выбора рациональной конструкции значительно усложняется. В связи с этим в ряде работ [1, 2] предложена методика проектирования плана горочных горловин, а также приведены рекомендации по применению конкретных конструкций горловины в заданных условиях эксплуатации.

Для обеспечения минимальной длины горочной горловины пути сортировочного парка необходимо группировать в пучки, содержащие от 3 до 8 путей в каждом [3]; при этом на горках большой и средней мощности рекомендуется проектировать симметричные горловины.

При небольших объемах перерабатываемого вагонопотока, проходящегося в среднем на один путь, в [4] рекомендуется проектировать пучки по 8 путей. Пучки из 6 путей рекомендуется применять на горках средней, большой и повышенной мощности. Пучки из 4 путей рекомендовано применять в горловинах автоматизированных горок повышенной и большой мощности [4]. Также в [4] отмечено, что симметричные горочные горловины обеспечивают

лучшие условия разделения скатывающихся отцепов.

В работе [5] авторами предложены конструкции горочных горловин нового класса, которые отличаются числом тормозных позиций на спускной части горки и количеством замедлителей в пределах каждой ТП. Число тормозных позиций в данных конструкциях может составлять от 3 до 5 с количеством замедлителей от 6 до 8. Однако, необходимо отметить, что увеличение количества тормозных позиций и вагонных замедлителей потребует реконструкции всей горочной горловины, а при отсутствии автоматизированной системы управления замедлителями еще и усложнит процесс управления скатыванием отцепов.

Конструкция плана горочной горловины в значительной степени зависит от схемы размещения тормозных средств на спускной части горки, которые располагаются на одной или двух тормозных позициях.

По взаимному размещению первой тормозной позиции (ВТП) и первого разделительного стрелочного перевода (1РСП) конструкции головного участка горки, в соответствии с [4], делятся на два типа – с расположением первого разделительного стрелочного перевода до ВТП и после нее.

Следует отметить, что для нормального хода роспуска, когда расцепленные автосцепки смежных одиночных вагонов разъединяются перед вершиной горки, целесообразным по критерию скорости роспуска является размещение первого разделительного стрелочного перевода до ВТП [4]. В то же время, с целью недопущения задержек разъединения расцеп-

ленных автосцепок, затягивания отрыва вагонов, особенно легкой категории, нарушения интервалов между отцепами на горках средней мощности первый разделительный стрелочный перевод необходимо размещать после ВТП.

Выполненный анализ научных работ показал, что в настоящее время отсутствуют четкие рекомендации по применению горочных горловин с пучками от 4 до 8 путей, а также по размещению ВТП. В то же время следует отметить, что взаимное размещение стрелочных переводов и тормозных позиций существенно влияет как на интервалы между разделяющимися отцепами, так и на процесс заполнения путей, которые определяют качество сортировочного процесса. Поэтому, возникает необходимость определения рациональной конструкции плана горочной горловины для заданных условий, которая соответствует установленным требованиям и позволит повысить показатели работы сортировочной горки. В связи с этим в

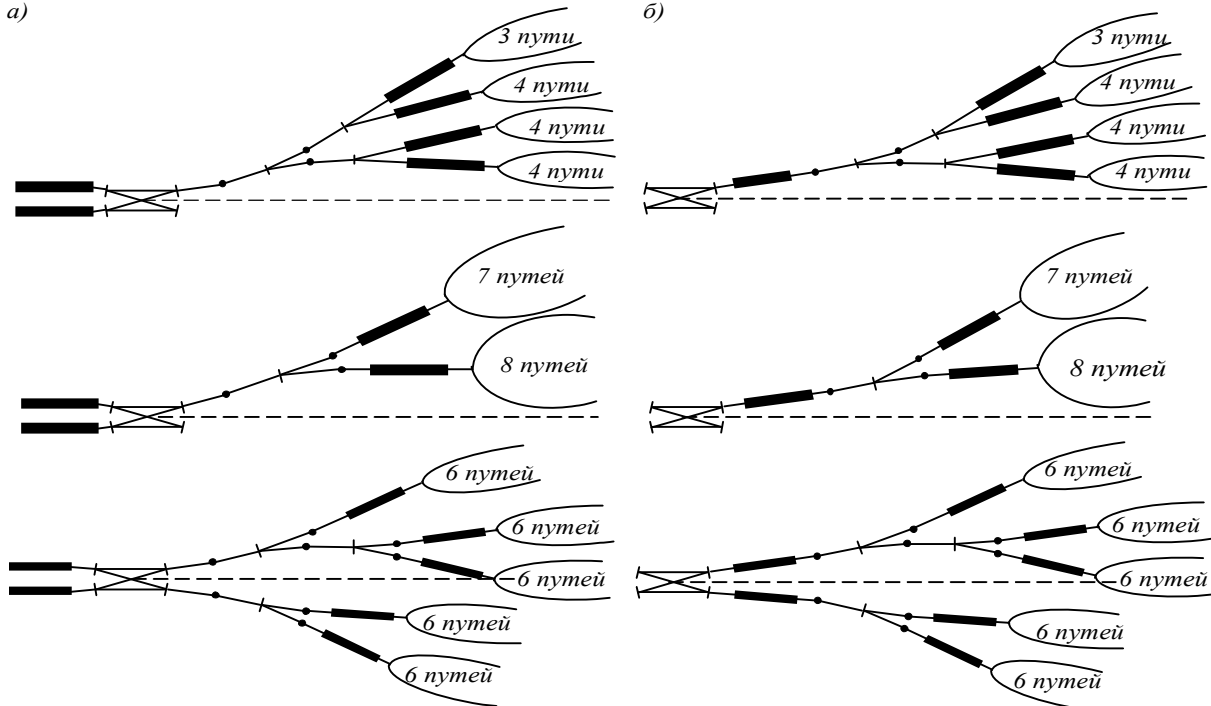


Рис. 1. Схемы конструкций горочных горловин сортировочных парков.

Для исследования и оценки рассматриваемых конструкций сортировочных горок предварительно были подготовлены схемы горочных горловин, для которых разработаны структурно-параметрические модели. Данные модели содержат информацию о стрелочных переводах и схеме их соединения, а также о параметрах углов поворота на спускной части горки и сортировочных путях. С использованием разработанных моделей было выполнено автома-

данной статье была поставлена задача анализа, оценки и выбора рациональной конструкции плана горочной горловины.

Для решения поставленной задачи были выполнены исследования и анализ конструкции горочных горловин сортировочных парков с различным путевым развитием. В работе были рассмотрены как симметричные (пучки по 4 и 8 путей), так и несимметричные (пучки по 6 путей) горочные горловины с 30 путями в сортировочном парке (рис. 1). Следует отметить, что в крайних пучках горловин с пучками по 4 и 8 путей количество путей составляло 3 и 7, соответственно.

С целью определения влияния взаимного размещения тормозных средств и стрелочных переводов горловины на показатели сортировочного процесса для каждой из конструкций было рассмотрено два варианта положения первого разделительного стрелочного перевода – после и до ВТП (см. рис.1, а, б).

б)

тизированное проектирование всех вариантов горочных горловин.

В соответствии с требованиями [3], горочные горловины в пределах от первой разделительной стрелки до предельных столбиков следует проектировать короткими. В этой связи в работе была поставлена задача сокращения расстояния от головной стрелки пучка до точек установки замедлителей парковой тормозной позиции. Для решения данной задачи при проектировании была использована разработанная

методика оптимизации параметров элементов плана горочных горловин, как на спускной части [6], так и на сортировочных путях [7]. Разработанная методика позволила определить рациональные параметры элементов плана горловины (углы поворота кривых, их радиусы и прямые вставки), которые соответствуют требованиям [3], и существенно сократить длину разработанных конструкций горочных горловин.

При расчетах высоты и продольного профиля рассматриваемых сортировочных горок варьировалось расстояние от вершины горки до первого разделительного элемента, что дало возможность получить максимально возможный уклон скоростного участка каждой из конструкций сортировочных горок. Это, в свою очередь, позволило улучшить динамику скатывания отцепов и обеспечить наилучшие условия их разделения на стрелках.

Оценка рассматриваемых вариантов конструкции сортировочных горок, в соответствии с [3], была выполнена на основе имитационного моделирования процесса расформирования потока составов. Очевидно, что полученные в результате моделирования технико-эксплуатационные показатели функционирования сортировочной горки зависят не только от ее проектных параметров, но и от выбранных режимов торможения (РТ) отдельных отцепов. Выбор оптимальных РТ обеспечивает наилучшие показатели функционирования горки и позволяет адекватно оценить конкурирующие варианты их технического оснащения. Поэтому для исследований была использована имитационная модель роспуска составов, которая позволяет определить такие РТ, при которых обеспечивается максимальная надежность разделения на стрелочных переводах скатывающихся отцепов, и в то же время выполняются требования прицельного регулирования их скорости. С использованием данной модели выполнено моделирование роспуска потока составов на каждой из исследуемых горок и определены показатели, характеризующие качество сортировочного процесса:

- интервалы δt между отцепами на разделительных элементах;
- скорость соударения отцепов V_c с вагонами на путях сортировочного парка;
- длина окон L_o между вагонами на сортировочных путях.

Для определения показателей функционирования сортировочной системы в качестве примера была выбрана конструкция сортиро-

вочной горки с пучками по 8 путей и размещением первого разделительного стрелочного перевода после ВТП.

Для оценки качества сортировочного процесса на данной горке был выполнен анализ и статистическая обработка перечисленных выше показателей.

Как показал анализ распределения интервалов между отцепами на разделительных элементах, в целом качество интервального регулирования на горке достаточно высокое, поскольку отрицательные значения интервалов δt отсутствуют, а минимальное значение интервала 2,93 с превышает необходимую величину резерва интервала (рис. 2).

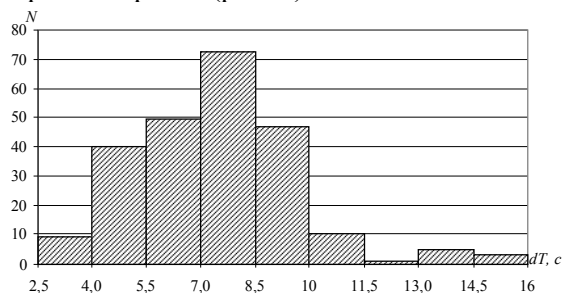


Рис. 2. Гистограмма распределения величины интервалов между смежными отцепами

Математическое ожидание величины интервала $M[\delta t]=7,43$ с практически совпадает с наиболее вероятным значением интервала 7,75 с. Такой характер распределения величины δt свидетельствует о том, что большинство интервалов имеют величину, достаточную для надежного разделения отцепов расформируемых составов.

Качество прицельного регулирования на горке характеризуют скорости соударения вагонов на сортировочных путях и величины окон между отцепами. Анализ распределения величины скорости соударения отцепов (рис. 3) показал, что математическое ожидание скорости соударения отцепов $M[V_c]$ составляет 1,2 м/с, что допустимо.

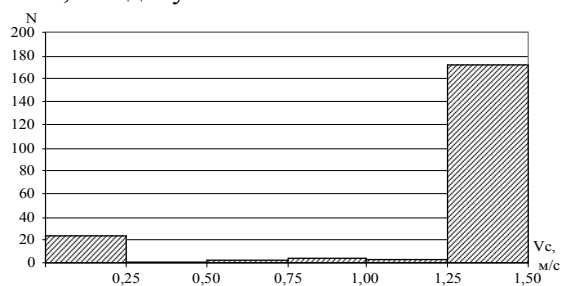


Рис. 3. Гистограмма распределения скорости соударения отцепов

Гистограмма распределения величины окон между отцепами на путях сортировочного парка приведена на рис. 4. При этом следует заметить, что указанные величины учитывают ликвидацию части окон в результате проталкивания.

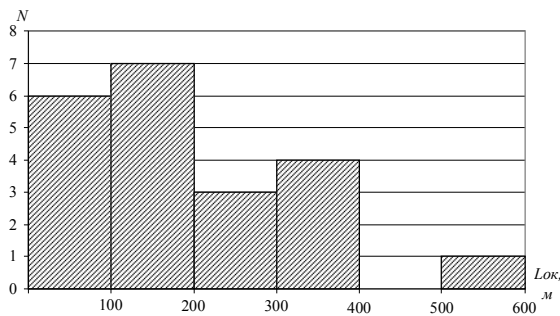


Рис. 4. Гистограмма распределения величины окна между отцепами на путях сортировочного парка.

Как показал анализ, математическое ожидание величины окна $M[L_o]$ составляет 194,4 м, что составляет 12,43 м в расчете на один переработанный на горке вагон ($\lambda=12,43$ м/ваг). Данная величина существенно превышает ре-

комендованную норму $\lambda=3,0$ м/ваг, что свидетельствует о необходимости повышения качества прицельного регулирования скорости отцепов.

Для анализа и оценки исследуемых конструкций горочных горловин были выделены основные конструктивные характеристики и показатели качества сортировочного процесса, на основании которых выполнено сравнение рассматриваемых вариантов горочных горловин:

- высота горки;
- уклон первого элемента скоростного участка продольного профиля горки;
- расчетная длина горочной горловины;
- среднее значение интервала между смежными отцепами;
- средняя длина окна на один переработанный вагон;
- средняя скорость отцепов в точке прицеливания.

Значения перечисленных выше показателей для каждой конструкции горочной горловины приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели конструкций горочных горловин

| Конструкция | 4 пути в пучке | | 6 путей в пучке | | 8 путей в пучке | |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | 1РСП после ВТП | 1РСП до ВТП | 1РСП после ВТП | 1РСП до ВТП | 1РСП после ВТП | 1РСП до ВТП |
| 1. Высота горки, м | 3,160 | 3,013 | 3,383 | 3,184 | 3,277 | 2,966 |
| 2. Расчетная длина горловины, м | 374,59 | 370,86 | 396,23 | 385,82 | 386,58 | 365,13 |
| 3. Уклон первого элемента скоростного участка, % | 42,76 | 40,10 | 47,66 | 44,18 | 46,62 | 42,32 |
| 4. Количество замедлителей на спускной части горки, шт. | 20 | 20 | 14 | 14 | 12 | 12 |
| 5. Средняя величина интервала δt между смежными отцепами, с | 6,79 | 6,14 | 7,31 | 6,46 | 7,43 | 6,57 |
| 6. Средняя длина окна на один переработанный вагон, м | 12,37 | 13,83 | 11,14 | 12,95 | 12,43 | 16,00 |
| 7. Средняя скорость соударения отцепов в точке прицеливания, м/с | 1,09 | 1,06 | 1,12 | 1,15 | 1,20 | 1,18 |

Установлено, что средняя величина интервала между смежными отцепами на разделительных элементах для всех рассматриваемых конструкций составляет от 6,0 до 7,5 с. Данной величины интервала вполне достаточно для надежного разделения отцепов, более того, наличие такого интервала позволит увеличить скорость роспуска составов на вершине горки, и тем самым, повысить перерабатывающую способность горки (в период увеличения интенсивности перерабатываемого вагонопотока).

Что касается прицельного регулирования скорости, то, как видно из приведенной выше таблицы, средняя скорость отцепов в точке прицеливания для всех конструкций горочных горловин не превышает 1,2 м/с. Данная величина соответствует установленным требованиям [3] и позволяет обеспечить безопасное соединение вагонов на сортировочных путях и, как следствие, целостность и сохранность перевозимых грузов.

Но, в то же время, средняя длина окна в расчете на один переработанный на горке вагон

составила от 11 до 16 м, что значительно превышает рекомендуемую норму 3 м и свидетельствует о необходимости повышении качества прицельного регулирования скорости скатывания отцепов.

Анализ показателей качества сортировочно-го процесса показал, что размещение 1РСП после ВТП приводит к увеличению расчетной длины горочной горловины на 2-6%. Это, в свою очередь, приводит к увеличению сил сопротивления, действующих на отцеп при его скатывании от ВГ до расчетной точки и, соответственно, увеличению высоты горки на 5-10%. Также, увеличение длины горловины приводит к увеличению продолжительности проследования горочного локомотива от горба горки до стоящих на пути вагонов для выполнения необходимых маневровых операций.

В то же время данная конструкция горочной горловины позволяет увеличить уклон первого элемента скоростного участка на 6-10%. Это, в свою очередь, приводит к увеличению среднего интервала между отцепами на 10-13% и сокращению на 15-25% длины окна, приходящейся на один переработанный вагон, тем самым, повышая показатели качества сортировочного процесса.

Таким образом, уменьшение числа путей в пучках и, соответственно, увеличение их количества не обеспечивает существенного улучшения условий разделения отцепов на стрелках пучков и других показателей сортировочного процесса. В то же время это приводит к увеличению потребного числа замедлителей на спускной части горки и к повышению эксплуатационных затрат на их обслуживание. Таким образом, использование горочных горловин с уменьшенным числом путей в пучках является нерациональным.

С точки зрения эффективности эксплуатационной работы сортировочной горки следует отметить, что размещение 1РСП после ВТП имеет следующие недостатки:

– горочный оператор не может достаточно точно оценить ходовые качества отцепов, скатывающихся на участке от ВГ до ВТП, и, соответственно, обеспечить рациональное использование мощности замедлителей ВТП;

– увеличивается длина зоны неконтролируемого скатывания отцепов до СТП;

– увеличиваются эксплуатационные расходы, связанные с надвигом и роспуском составов.

Однако, однозначное решение по поводу размещения ВТП на спускной части горки получить не удалось. Очевидно, что для определения места размещения ВТП и окончательного выбора конструкции горочной горловины необходимо выполнять технико-экономическую оценку каждого из возможных вариантов с использованием разработанной в работе методики и модели процесса расформирования составов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бузанов, С. П. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных устройств [Текст] / С. П. Бузанов, А. М. Карпов, М. А. Рыцарев – М.: Транспорт, 1965. – 232 с.

2. Родимов, Б.А. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных Горок [Текст] / Б. А. Родимов, В. Е. Павлов, В. Д. Прокинова. – М.: Транспорт, 1980. – 96 с.

3. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР. ВСН 207-89 [Текст]. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.

4. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств [Текст] // Муха Ю. А., Тишков Л. Б., Шейкин В. П. и др. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.

5. Розсоха, О. В. Напрямки удосконалення конструкцій гіркових горловин сортувальних пристроїв з позиції ресурсозбереження [Текст] / О. В. Розсоха, О. М. Огар // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 5/2(29). – С. 54-58.

6. Бобровский, В. И., Область допустимых углов поворота кривых в горочной горловине [Текст] / В. И. Бобровский, А. И. Колесник, Л. О. Ельникова // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 70 Межд. науч.-практ. конф. – Д.: ДНУЖТ, 2010. – С. 117-118.

7. Бобровский, В. И., Оптимизация параметров сопрягающих кривых на сортировочных путях [Текст] / В. И. Бобровский, А. И. Колесник, А. С. Дорош, А. Н. Пасичный // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 70 Межд. науч.-практ. конф. – Д.: ДНУЖТ, 2010. – С.115-116.

Поступила в редколлегию 7.02.2011.

Принята к печати 15.02.2011.