

Использование сплайнового метода анализа гладкости конструкции продольного профиля сортировочной горки с оценкой качества сопряжения ее элементов на основе подходов *IRI* обеспечивает исследователя достаточно достоверной информацией о влиянии неровностей конструкции продольного профиля на сопротивление скатыванию вагонов с сортировочной горки, позволяет сравнить проектные варианты для улучшения эксплуатационных качеств их конструкций и повышения безопасности сортировочного процесса.

УДК 656.225

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫБОРА ОПЕРАТОРОМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА РАЦИОНАЛЬНОГО МАРШРУТА СЛЕДОВАНИЯ ВАГОНОПОТОКОВ

А. Н. СЛАДКЕВИЧ

Республиканское логистическое унитарное предприятие «БЕЛИНТЕРТРАНС», г. Минск

А. А. ЕРОФЕЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В соответствии с [1] система организации вагонопотоков на железной дороге должна обеспечивать:

- организацию вагонопотоков в поезда на основе использования установленных экономических критериев и логистических принципов;
- минимизацию эксплуатационных расходов по продвижению вагонопотоков за счет выбора наиболее эффективного плана формирования поездов различных категорий и т. д.

Однако в настоящее время на полигоне Белорусской железной дороги значительную часть от общего парка вагонов занимают приватные вагоны, принадлежащие различным операторам подвижного состава. При этом отдельные операторы, например, Республиканское логистическое унитарное предприятие «БЕЛИНТЕРТРАНС», фактически выполняют функции перевозчиков, определяя систему организации вагонопотоков и направления их следования [2]. В отдельные периоды времени такие операторы подвижного состава могут сталкиваться с запретами на перевозки грузов по отдельным направлениям в связи с дефицитом пропускной способности по отдельным элементам инфраструктуры: техническим станциям, железнодорожным участкам и направлениям, пунктам перехода вагонов и т. п. Такие запреты могут иметь как краткосрочный (несколько дней), так и долгосрочный характер.

В таком случае возникает сложная эксплуатационная задача – спрогнозировать, в каком случае суммарные затраты на организацию перевозки будут меньше: если вагоны будут следовать по действующему плану формирования (кратчайшему маршруту следования) с последующими длительными простоями по отдельным объектам инфраструктуры или если направить эти вагоны по кружным маршрутам, предполагающим увеличение поездок-километров пробега, но сокращение оборота вагонов. При этом такая задача должна решаться в оперативных условиях с учетом складывающейся обстановки на железнодорожном полигоне и прогнозных заявляемых объемов перевозок на этот период.

Для решения данной задачи необходимо решить ряд локальных эксплуатационных задач.

1 Определение наличной пропускной способности технических станций на основном и альтернативных направлениях следования вагонопотоков.

Для станций и их сортировочных систем устанавливаются ограничения размеров переработки вагонов по плану формирования и поездов по графику движения, при которых станция (система) обеспечит высокую эксплуатационную надежность работы всех ее объектов.

Для транзитного без переработки поездопотока указанные ограничения характеризуются количеством транзитных поездов, определяемых по критерию их беспрепятственного приема станцией. Для транзитного с переработкой поездопотока ограничения характеризуются вагонопотоком, поступающим в переработку за сутки, в зависимости от количества назначений формируемых поездов и от количества маневровых локомотивов, занятых на расформировании-формировании поездов (на горке и на вытяжных путях).

Например, максимальный размер вагонопотока, поступающего в парк прибытия, может быть определен исходя из условия

$$\Pi_{\text{сущ}}^{\text{ПП}} \geq \Pi_{\text{расч}}^{\text{ПП}}, \quad (1)$$

где $\Pi_{\text{сущ}}^{\text{ПП}}$ – существующее количество путей; $\Pi_{\text{расч}}^{\text{ПП}}$ – расчетное количество путей.

Расчетное количество путей в парке прибытия определяется из условия, что вероятность задержки поездов по неприему станцией не превышает заданной величины:

$$\Pi_{\text{расч}}^{\text{ПП}} = \frac{T_{\text{зан}}^{\text{ПП}}}{I_{\Gamma}} - \frac{T_{\text{к}}}{I_{\Gamma}} + \bar{r}_{\text{пер}} T_{\text{к}} + u\sigma, \quad (2)$$

где $T_{\text{зан}}^{\text{ПП}}$ – технологическое время занятия пути поездом; I_{Γ} – горочный технологический интервал; $T_{\text{к}}$ – период наибольшего сгущенного поступления поездов в парк прибытия, в течение которого возникают наибольшие простои; $r_{\text{пер}}$ – плотность потока перерабатываемых поездов; σ – среднее квадратическое отклонение количества поступающих в подсистему поездов за время $T_{\text{к}}$.

Аналогичные расчеты должны быть выполнены по всем подсистемам станций, входящих в маршруты следования вагонопотоков.

Основной проблемой решения данной задачи является сложность установления как прогнозной загрузки объектов инфраструктуры, так и фактического их состояния. Это связано с тем, что в отдельные периоды времени могут выполняться строительные и ремонтные работы, организовываться приоритетный пропуск отдельных категорий вагонопотоков, возникать временный дефицит в тяговых перевозочных ресурсах и т. д.

2 Расчет нормативов по железнодорожным участкам для оценки маршрута следования вагонопотоков.

При расчете используются следующие измерители:

- временные (вагоно-часы, локомотиво-часы поездной работы и бригадо-часы локомотивных бригад);
- пробежные (вагоно-километры, поезд-километры, локомотиво-километры, тонно-километры брутто вагонов и локомотивов);
- энергетические (тонно-километры механической работы, расход топлива, киловатт-часы электроэнергии).

При определении величины измерителей по железнодорожным участкам учитываются следующие основные факторы: размеры движения, число главных путей, профиль пути, вид и кратность тяги, серия локомотива, нормы веса и длины поездов, участковая скорость движения, время оборота локомотивов по элементам, время работы локомотивных бригад и другое.

Очевидно, что в течение года фактические значения измерителей могут существенно отличаться от заложенных в план формирования поездов нормативных измерителей: существенно изменяются размеры движения грузовых и пассажирских поездов, меняется тип графика, на отдельных электрифицированных линиях тяговое обслуживание может быть организовано на тепловозной тяге и др.

3 Распределение вагонопотоков между железнодорожными направлениями и выбор маршрута следования.

Решение данной задачи в настоящее время выполняется при гипотезе о постоянном техническом состоянии и с учетом ограничений загрузки железнодорожных участков, норм участковой скорости. Порядок решения задачи выбора маршрута следования вагонопотока на полигоне железной дороги:

- установление расчетного полигона на железной дороге;
- построение картосхем эксплуатационных расходов;
- формирование вариантов направления следования вагонопотоков;
- построение динамической карты следования вагонопотоков по вариантам, определение расстояния и среднесуточных потоков вагонов и поездов, следующих по участкам и техническим станциям;
- расчет по вариантам натуральных показателей;
- расчет по каждому из сравниваемых вариантов эксплуатационных расходов;
- выбор маршрута следования вагонопотоков исходя из минимума эксплуатационных затрат;

В общем виде расходы на передвижение рассматриваемого вагонопотока по каждому i -му параллельному железнодорожному направлению

$$E_i = n_{pq} \left(\sum_{i=1}^{k_y} E_{yчi} + \sum_{i=1}^s E_{cti} \right) + \sum_{i=1}^{k_o} E_{оди} , \quad (3)$$

где n_{pq} – величина рассматриваемого вагонопотока, ваг./сут; $\sum_{i=1}^{k_y} E_{yчi}$ – сумма эксплуатационных расходов, зависящих от размеров движения, на передвижение вагона по всем k_y -м участкам рассматриваемого направления, руб./ваг.; $\sum_{i=1}^s E_{cti}$ – расходы на попутных s -х технических станциях, руб./ваг.; $\sum_{i=1}^{k_o} E_{оди}$ – расходы, связанные с одиночным следованием поездных локомотивов по участкам k_o , где изменяются размеры грузового движения, руб./сут.

Дополнительно учитываются затраты по начальным и конечным станциям сравниваемых направлений, так как различные маршруты предполагают отличие в установленных нормах массы и длины поездов.

В данной работе обозначены только основные эксплуатационные проблемы. Очевидно, что задача выбора оператором подвижного состава рационального маршрута следования вагонопотоков является гораздо более сложной и для ее решения необходима разработка как отдельных новых методов и методик расчетов, так и новых информационно-управляющих систем, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта.

Список литературы

- 1 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге: утв. приказом первого заместителя Начальника Бел. ж. д. 30.12.2013 № 772 НЗ. – Минск, 2014. – 324 с.
- 2 Сладкевич, А. Н. Совершенствование поездных сервисов на трансъевразийских маршрутах на основе инновационных решений в области организации перевозочного процесса // Тихомировские чтения: Технологические модели и развитие систем принятия решений в перевозочном процессе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, Гомель, 24–25 окт. 2024 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. А. А. Ерофеева, 2025. – С. 12–17.

УДК 656.2

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ГОРОЧНЫХ ТОРМОЗНЫХ БАШМАКОВ. АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В. М. ФЕДИН, К. А. ЧЕРНЫШЕВ, А. Ю. СИДОРОВ
Институт управления и цифровых технологий
Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва

В 1857 году в Германии впервые создан ручной тормозной башмак, который первоначально использовался только для остановки и закрепления транспортных средств на стоянках [1]. Данное устройство отличалось компактностью, универсальностью, эффективностью, что позволило впоследствии получить широчайшее распространение на всех железных дорогах мира. При использовании тормозной башмак укладывали на рельс перед движущимися вагонами. В результате наезда колесной пары на тормозной башмак, оказывалось значительное тормозное воздействие. Применение такого типа устройств на немеханизированных сортировочных горках позволяло осуществлять регулирование скорости движения отцепов, а в подгорочных парках они использовались и для закрепления вагонов. Тормозной эффект основан на замене трения качения вагона трением скольжения башмака по рельсу и второго колеса заторможенной колесной пары по другому рельсу [2]. Од-