

Определение эффективности организации порожних вагонопотоков на Восточном полигоне

Поступила	09.10.2018
Рецензирование	15.10.2018
Принята к печати	16.10.2018

В технологии организации грузовых перевозок важная роль отводится своевременной передислокации порожних вагонов к местам погрузки для удовлетворения требования своевременной доставки. В настоящее время вагоны для грузовых перевозок принадлежат различным собственникам, а ОАО «РЖД» может только обеспечивать их передвижение по сети железных дорог в груженом и порожнем состояниях в соответствии с заявками отправителей. При организации грузовых перевозок для рационального использования железнодорожной инфраструктуры актуален вопрос порядка перемещения вагонопотоков, особенно в порожнем состоянии. Технология работы с порожними вагонами принципиально изменилась, так как перевозчик больше не является собственником подвижного состава и не имеет права использовать их под погрузку по своему усмотрению, а вагоны перемещаются в соответствии с заявками их владельцев как груз на своих осях. Такая организация работы предполагает значительное увеличение загрузки инфраструктуры и изменение порядка взаимодействия между участниками перевозочного процесса.

Целью исследования является выявление критериев, определяющих потребность в резерве путей парков станций с учетом минимизации эксплуатационных затрат. Предлагаемые критерии позволят комплексно оценить реализуемый уровень использования пропускной способности участков исходя из наличия инфраструктуры и тяговых ресурсов и определить приоритеты в технологии грузовых перевозок. В исследовании использованы методы формализации и математического моделирования. Применение полученных критериев позволит оценить различные технологические меры по организации грузовых перевозок, в том числе в части использования приватного подвижного состава, а также оптимизировать зону принятия решений при оперативном планировании перевозок.

Ключевые слова: *железнодорожный транспорт, грузовая перевозка, порожние вагонопотоки, сортировочная станция, переработка вагонопотоков.*

В целях повышения конкурентоспособности железных дорог необходима минимизация расходов перевозчика и владельцев вагонного парка путем сокращения сроков доставки грузов. Для обеспечения своевременного вывоза растущих объемов грузов на дальние расстояния рекомендуется комплексно использовать имеющуюся инфраструктуру станций и участков путем перераспределения сортировочной работы между станциями сети с учетом принципов клиентоориентированности. В технологии организации грузовых перевозок важная роль отводится своевременной передислокации порожних вагонов к местам погрузки для удовлетворения требования своевременной доставки [1]. При организации работы с порожними вагонами во взаимодействии с операторами подвижного состава возникают затруднения [2]:

1) избыточное насыщение станций вагонами ведет к исключению из работы части их путевого развития. Это снижает возможности станций по пропуску и переработке потоков вагонов и поездов;

2) перенасыщение участков поездами приводит к необходимости оставлять на промежуточных станциях часть составов без локомотивов, что уменьшает число путей для скрещения и обгона поездов и ведет к сжатию ниток графика движения.

Взаимосвязь между парками станций, локомотивами, размерами грузового движения и участковой скоростью указывает, что максимальные размеры грузового движения при максимальных ограничениях парков станций увеличивают потребность в резервах путей парков станций.

Данная зависимость дает комплексную оценку реализуемого уровня использования пропускной способности участков исходя из наличия инфраструктуры и тяговых ресурсов. Ее можно представить в виде циклической зависимости причинно-следственных связей (рис. 1).

Для расклинивания и преодоления затруднений необходимо устранять возникший дефицит емкости путевого развития с использованием следующих способов [3, 4]:



Рис. 1. Цикличная зависимость причинно-следственных связей

1) экстенсивного – физического расширения путевого развития;

2) интенсивного – улучшения технологии, которое заменяет резервы путевой емкости резервами управления.

Оптимизация технологии ускоряет оборот вагона, увеличивая парк вагонов в отстое, т. е. при одном и том же инвентарном парке вагонов нагрузка на емкость путевого развития снижается. Экономический результат для компании-перевозчика от внедрения технологических мер можно представить в виде решения задачи с целевой функцией минимизации зависящих эксплуатационных расходов на перевозку:

$$E_s = \sum E = E_{дв} + E_{б/пер} + E_{с/пер} + E_{гр} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $E_{дв}$ – эксплуатационные расходы на движение вагонов в поездах по участкам; $E_{б/пер}$, $E_{с/пер}$ – эксплуатационные расходы, возникающие при простое вагонов на технических станциях без переработки и с переработкой соответственно; $E_{гр}$ – эксплуатационные расходы, возникающие при простое вагонов на станциях погрузки-выгрузки.

Осуществление перевозочного процесса в соответствии с технологией работы железнодорожного транспорта позволит с достаточной степенью точности прогнозировать срок доставки [5]. Сокращение оборота грузового вагона на порожнем рейсе и прогнозируемость

срока доставки позволят сократить расходы операторов подвижного состава на содержание резерва вагонов, необходимого вследствие неравномерного подвода и погрузки:

$$E_{оп.пс} = \Delta n C_{ваг} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Δn – изменение рабочего парка вагонов от внедрения технологических мер; $C_{ваг}$ – расходная ставка за использование вагона оператором подвижного состава.

Одна из определяющих технологических мер – организация перевозок порожних полувагонов различными видами маршрутных составов. Для операторов подвижного состава нужен резерв вагонов из-за неравномерного подвода и погрузки. Схема возможных вариантов формирования маршрутов из порожних вагонов приведена на рис. 2.

Необходимые резервы заменяет управление процессом подвода порожних вагонов. При организации технических маршрутов резервы не создаются в статике (увеличивается простой на станции формирования). А при организации технических маршрутов в расформирование мы можем оперативно управлять процессом подвода порожних вагонов, учитывая последовательность отправления составов для станций погрузки.

Поезда из порожних вагонов формируются [6]:

– на железнодорожных путях необщего пользования;

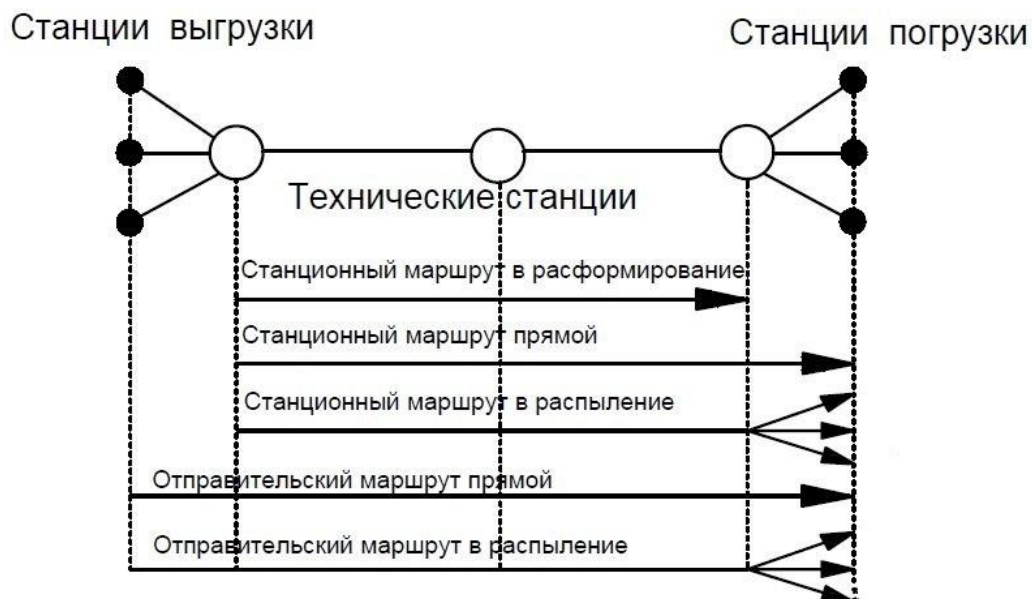


Рис. 2. Варианты организации работы с порожними вагонами приватного парка

- на крупных выгрузочных станциях;
- на сортировочных и участковых станциях из вагонов, поступающих с других станций.

Возможные варианты плана формирования [6]:

а) сквозные поезда из порожних вагонов привлеченного перевозчиком вагонного парка, формируемые на технических станциях и станциях массовой выгрузки, следующие по регулировочному заданию на станции погрузки;

б) поезда из порожних вагонов, включая:

- сквозные поезда из порожних вагонов любой принадлежности в адрес определенных станций назначения;

- технические маршруты прямые из порожних вагонов на станции погрузки или отстоя определенных операторов подвижного состава или их объединений;

- технические маршруты в расформирование;

- отправительские маршруты из порожних вагонов определенных операторов подвижного состава со станций выгрузки, перегруппировки или отстоя.

Исследование сложившейся структуры вагонопотоков выявило, что порожние вагоны, в том числе полувагоны, следуют на станции погрузки со значительным количеством переработок на сортировочных и технических станциях в пути следования, для сокращения их числа

необходимо сконцентрировать подборку порожних полувагонов на меньшем числе станций с учетом расположения этих станций по полигону. Целесообразно задействовать станции, находящиеся на входе в углепогрузочный регион, для формирования технических маршрутов по направлениям. Использование технически более оснащенных станций способствует более полному использованию сортировочных устройств и сокращению эксплуатационных расходов на перемещение грузов по сети дорог. Сравнение производится на основании данных технологических процессов работы станций, актуализируются характеристики их работы и затраты времени, определяющие занятость путей станций. Ограничениями для станций и сортировочных систем являются допустимые размеры переработки по плану формирования и движения поездов по графику, т. е. одним из критериев, влияющих на выбор варианта организации вагонопотоков по полигону, являются технические возможности сортировочных станций.

В работе на примере Восточного полигона была рассмотрена возможность переноса на станцию Тайшет сортировочной работы по формированию порожних вагонов по собственникам и направлениям. Исследованы корреспонденции порожних полувагонов со станций Дальнего Востока по Восточно-Сибирскому региону и по Красноярской дороге в западном

направлении на углепогрузочные станции Западно-Сибирской и Красноярской железных дорог. Соотнесение объемов переработки и направлений пути следования указывает на значительную загрузку станций.

Формирование кольцевых маршрутов из порожних полувагонов на припортовых станциях выгрузки затруднено вследствие их удаленности. Формирование технических маршрутов в расформирование на сортировочную станцию Тайшет позволит избежать лишней переработки на Восточном полигоне, а организация поездов из порожних полувагонов по указанной станции – на дороге. Сокращение числа переработок вагонопотока в пути следования – следующий критерий для минимизации эксплуатационных затрат [7].

Для организации работы с порожними вагонами необходимо определить приоритеты в формировании организованных составов на путях необщего пользования, или станционных путях на станциях выгрузки, или сортировочных в пути следования. Так как сокращение оборота вагона и прогнозируемость срока доставки вагонов к месту назначения значительно помогают в деятельности операторских компаний, целесообразно выявить стимулирующие меры для формирования разных видов маршрутов из порожних вагонов после выгрузки массовых грузов [8].

При заинтересованности оператора подвижного состава можно направлять вагоны на станцию Тайшет для обеспечения погрузки только на станциях отдельных дорог. Для оператора в этом случае сокращается оборот вагона на порожнем рейсе, а также срок доставки вагонов, а главное, обеспечивается принцип доставки «точно в срок», позволяющий с достаточной точностью определять затраты времени в пути следования [9]. Поэтому целесообразно заключение договоров по нормированию срока доставки с учетом технологии перевозок при формировании технических маршрутов [10, 11]. Возможность использования логистического подхода к перевозкам с доставкой «точно в срок» при организации предлагаемых маршрутных перевозок сократит оборот вагона и высвободит вагонный парк на 1 045 ваг./сут, что уменьшит нагрузку на инфраструктуру (высвободит

станционные пути перечисленных сортировочных станций и пути перегонов при «бросании» поездов).

Таким образом, для повышения транзитности вагонопотока необходимо рассмотреть возможности его маршрутизации в различных вариантах. При выборе вариантов организации эксплуатационной работы необходимо использовать критерии, определяющие возможность минимизации затрат в целом по полигону железных дорог. Алгоритм принятия решений по организации эксплуатационной работы:

1. Исследование возможности направления вагонопотоков по кратчайшим расстояниям доставки грузов, направление не кратчайшим путем целесообразно при меньших затратах на пропуск поездов (использование параллельных ходов с лучшими характеристиками: видом тяги, пропускной способностью, возможностью пропуска составов с более высокой весовой нормой без перелома веса). При достаточной пропускной способности участков выбирается путь следования с минимальными эксплуатационными затратами:

$$E_{\text{дв}} \rightarrow \min. \quad (3)$$

2. Учет географического положения станций переработки – возможность концентрации вагонопотоков с объединением направлений на входе и выходе для станции переработки. В противном случае возникают дополнительные переработки на попутных станциях и не обеспечивается следование по кратчайшему расстоянию. Учитывается возможность сокращения числа переработок вагонопотока в пути следования и исключения встречного пробега вагонов:

$$E_{\text{дв}} + E_{\text{с/пер}} \rightarrow \min. \quad (4)$$

3. Обязательная проверка технических возможностей по переработке вагонопотока (паспортных ограничений), задействованных в пропуске потоков, – излишний поток будет способствовать применению оперативных мер, которые всегда увеличивают затраты. Рассматриваются технические возможности станций переработки вагонопотока с учетом числа формируемых назначений:

$$E_{\text{с/пер}} \rightarrow \min. \quad (5)$$

4. Обеспечение минимального количества переработок в пути следования груза – сокращение оборота вагона и минимизация расходов за счет высвобождения инфраструктуры и сокращение потребного парка вагонов для владельцев вагонов. Учитывается повышение транзитности за счет организации маршрутных перевозок и сокращения числа переработок вагонопотока:

$$E_{\text{с/пер}} \rightarrow \min.$$

5. Учет отдельно груженых и порожних вагонопотоков. В них порознь рассматриваются отдельные рода грузов, например, выделяя уголь или нефтегрузы, а для порожних вагонов – тип подвижного состава. Это позволит концентрировать на отдельных станциях переработки вагонопотоки по указанным признакам, что сокращает работу с вагонами на станциях назначения. Анализируется возможность выполнения работ на крупных технических станциях по подготовке составов для станций погрузки (порожних вагонов) и выгрузки (груженых вагонов) в соответствии с требованиями клиентов, что сокращает затраты на грузовых станциях с учетом того, что стоимость подбора на горочных станциях дешевле:

$$E_{\text{гр}} \rightarrow \min. \quad (6)$$

6. Учитывая, что вагоны принадлежат различным собственникам или арендаторам, це-

лесообразно иметь возможность подбора на выделенных сортировочных станциях порожних вагонов определенных типов по операторам подвижного состава. Для крупных операторов концентрация порожнего вагонопотока на определенных станциях ускоряет доставку вагонов и позволяет достаточно точно прогнозировать время прибытия под погрузку, не загружая инфраструктуру станций назначения порожних вагонов. Кроме этого, становится возможным планировать очередность подачи порожних вагонов для нескольких станций в регионе погрузки. Также обеспечивается потребность станций погрузки в соответствии с заявками клиентов по использованию вагонов конкретных операторов, что ведет к сокращению затрат на грузовых станциях за счет удешевления подбора вагонов на горках:

$$E_{\text{с/пер}} + E_{\text{гр}} \rightarrow \min. \quad (7)$$

Указанные критерии выбора вариантов увязаны с требованиями минимизации затрат в математической модели (1), что позволяет оптимизировать использование путей парков станций, а также сократить потребный парк подвижного состава. Путем совершенствования технологического процесса грузовых перевозок возможно минимизировать затраты на развитие железнодорожной инфраструктуры.

Библиографический список

1. *Беляев В. В.* Обоснование показателей, характеризующих эффективность схемы продвижения и переработки порожних вагонопотоков // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2018. № 1 (44). С. 14–19.
2. *Осьминин А. Т.* О научно-практических проблемах повышения пропускных и провозных способностей линий // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2018. № 1. С. 37–48.
3. *Бородин А. Ф., Сотников Е. А.* Рациональное соотношение вместимости путей станций и вагонных парков с учетом увеличения доли частных вагонов // Железнодорожный транспорт. 2011. № 3. С. 8–19.
4. *Бородин А. Ф.* Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию // Железнодорожный транспорт. 2011. № 8. С. 11–22.
5. *Казанцева Л. С.* Организация доставки грузов в срок за счет сокращения числа переработок в пути следования // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013. № 2. С. 39–43.
6. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД»: утв. ОАО «РЖД» 16.10.06. М.: Техинформ, 2007. 528 с.
7. *Псеровская Е. Д., Кагадий И. Н.* Оценка влияния основных параметров грузовой станции на ее перерабатывающую способность // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 1 (40). С. 19–21.
8. *Югина О. П., Танайно Ю. А., Волкова Н. В.* Особенности организации работы с поездами повышенного веса на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 4 (43). С. 60–65.
9. *Писарева И. Н.* Анализ неравномерности прибытия грузовых поездов на сортировочную станцию // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2016. № 3 (38). С. 5–12.

10. Кобзев С. А., Шаров В. А. О резервах производственных мощностей в условиях множественности операторов подвижного состава // Железнодорожный транспорт. 2013. № 8. С. 16–22.

11. Панин В. В., Колесникова Е. С. Маршрутизация перевозок грузов на сети железных дорог ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт. 2011. № 2. С. 34–39.

O. P. Yugrina, Yu. A. Tanayno, V. I. Medvedev

The Efficiency of Empty Wagon Traffic Organization on the Eastern Railroad

Abstract. An important role in the organization of freight traffic is played by the timely redeployment of empty cars to loading sites to meet the requirement of timely delivery. Currently, freight carriages belong to different owners, and Russian Railways can only provide for railcar movement in the loaded and unloaded condition of the railways in accordance with the applications of the senders. When organizing freight transportation for the rational use of railway infrastructure, the issue of traffic flows order movement, especially in the empty state, is relevant. The technology of working with empty wagons has fundamentally changed, since the carrier is no longer the owner of the rolling stock and does not have the right to use them for loading at its discretion, and the cars are moved in accordance with the applications of their owners as cargo on their axles. Such an organization of work implies a significant increase in infrastructure load and a change in the order of interaction between participants in the transportation process.

The aim of the study is to identify the criteria that determine the need for a reserve of park stations tracks, taking into account the minimization of operating costs. These criteria will make it possible to comprehensively assess the level of the carrying capacity utilization of sites based on the availability of infrastructure and traction resources and to determine priorities in the technology of freight traffic. The study used the methods of formalization and mathematical modeling. The application of the obtained criteria makes it possible to evaluate various technological measures in the organization of freight transportation, including with regard to the use of private rolling stock, as well as to optimize the decision-making area for operational transportation planning. The application of the obtained criteria will allow to evaluate various technological measures in the organization of freight transportation, including with regard to the use of private rolling stock, as well as to optimize the decision-making area for operational transportation planning.

Key words: *railway transport; freight transport; empty wagon traffic; sorting station; processing of wagon traffic.*

Югина Ольга Павловна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» СГУПС. E-mail: yugrinaop@yandex.ru

Танайно Юлия Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» СГУПС. E-mail: stu.aspirantura@mail.ru

Медведев Владимир Ильич – доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» СГУПС. E-mail: medvedevvi2017@yandex.ru