

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВНЕШНИХ ВАГОНПОТОКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ОДНОЙ ВХОДНОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИЕЙ

Эффективность транспортного обслуживания металлургических комбинатов в значительной степени зависит от числа примыканий к внешней сети железных дорог и схемы железнодорожного транспорта. Действующие металлургические предприятия характеризуются, как правило, одним или двумя примыканиями и кольцевой схемой железнодорожного транспорта.

Широкое применение в практике обслуживания металлургического производства нашли схемы с одним примыканием. Обычно такая схема включает одну входную заводскую сортировочную станцию (ЗСС), районные станции (РС), а также технологические станции (ТС), обслуживающие производственные агрегаты (передель). В комплексе эти станции обеспечивают продвижение общего вагонопотока предприятия. Последний включает два функционально самостоятельных потока: переработку вагонов внешнего парка (ВП) на приёме сырья и отгрузки готовой продукции; технологические перевозки в вагонах заводского парка (ЗП) в процессе обслуживания производства.

Система переработки внешних вагонопотоков характеризуется трудоёмким потоковым процессом, включающим множество операций с вагонами внешнего парка: приём гружёных маршрутов и выгрузку массового сырья; очистку подвижного состава после выгрузки; сортировку вагонов по их техническому и коммерческому состоянию; формирование порожних подач для прокатных цехов под отгрузку готовой продукции; погрузку готовой продукции и отправление гружёных сдач на внешнюю сеть, т.е. сдвоенные операции (СО). Кроме того, осуществляется отправка порожних вагонов после выгрузочных операций, которые не пригодны под погрузку готовой продукции. Формирование таких маршрутов осуществляется либо на путях заводской сортировочной станции либо на районных станциях завода.

Анализируя существующую систему организации транспортного обслуживания в части внешних перевозок промышленных предприятий, следует отметить следующее.

В условиях рассогласованности ритмов работы производства и транспорта (меняющиеся режимы работы производственных цехов, неравномерность прибытия сырья, климатические условия и др.), а также наличия большого числа собственников подвижного состава, при переработке вагонов внешнего парка на предприятиях имеют место значительные межоперационные простои подвижного состава в транспортно-грузовых комплексах выгрузки сырья и погрузки готовой продукции. Так, при среднем обороте вагонов ВП на предприятиях, составляющем 30 - 35 час, он, как правило, превышает 45 - 50 часов. При этом в общей продолжительности его переработки выгрузка-погрузка достигает 65 - 70 % [1].

До настоящего времени не имеется чёткой идентификации технико-эксплуатационных показателей потоковых процессов в каждой из рассматриваемых подсистем в целом, которые позволили бы устанавливать узкие места в ходе переработки внешнего вагонопотока при сдвоенных операциях и при возврате порожних вагонов, определять причины их возникновения и принимать необходимые адаптационные меры по повышению эффективности работы промышленного железнодорожного транспорта.

В предыдущий период эти вопросы остро не стояли, так как управление вагонопотоками основывалось на государственном регулировании взаимоотношений транспорта и промышленных предприятий. С позиций рыночной экономики использованию вагонов ВП на промышленных предприятиях посвящены

лишь отдельные работы постановочного характера, которые описывают существующие проблемы [2; 3]. На начальной стадии находится также изучение процесса переработки в условиях металлургических предприятий вагонов различных собственников [4].

В связи с указанным, вопросы повышения эффективности управления вагонопотоками промышленных предприятий являются актуальными и требуют проведения комплексных исследований с разработкой методов, моделей и алгоритмов их решения.

Цель статьи – идентификация внешних вагонопотоков металлургических предприятий с одной сортировочной станцией для последующей разработки методов и моделей управления струями внешних вагонопотоков.

В качестве базового предприятия для проведения исследований принимается комбинат «Азовсталь», который является металлургическим предприятием полного цикла. Транспортная схема комбината представляет собой кольцевую схему с одной заводской сортировочной станцией и одним примыканием к внешней сети.

Поступление сырья на комбинат производится в вагонах ВП, а отгрузка готовой продукции осуществляется в собственный подвижной состав с правом выхода на внешнюю сеть и в вагоны ВП. Общее среднесуточное прибытие составляет 390 - 400 вагонов, отправление готовой продукции – 170 – 190 вагонов, из них 80 – 90 в собственном подвижном составе.

Всё сырьё прибывает в сборных и маршрутных поездах на ЗСС, где осуществляются приёмо-сдаточные операции и дальнейшая переработка подвижного состава. Маршрутные поезда (уголь, кокс, агломерат, окатыши) проходят ЗСС без переработки до станций назначения, где осуществляется выгрузка. Сборные поезда подлежат расформированию на сортировочной горке, дальнейшему накоплению и подаче на соответствующие станции завода для выгрузочных операций. Кроме того, ЗСС осуществляет подачу маршрутов сырья, прибывающего в адрес известково-обжигательного цеха, на грузовой двор для выгрузки.

После выгрузочных операций подвижной состав возвращается на ЗСС для подбора групп вагонов и подачи в прокатные и конвертерный цеха под отгрузку готовой продукции соответственно их суточным заявкам. Отгрузка готовой продукции производится три раза в сутки на грузовых фронтах указанных цехов. Погрузка включает также оформление товаросопроводительных документов, после комплектовки которых вагоны передаются на ЗСС для формирования поездов и сдачи их на ВС.

На ЗСС осуществляется также обработка и сдача порожних маршрутов после выгрузочных операций на соответствующих станциях завода.

Следует также отметить, что ЗСС принимает с внешней сети порожние маршруты из собственных специализированных вагонов (слябовозы, листовозы), а также подвижной состав ВП для переработки и подачи в прокатные цеха предприятия под погрузку продукции.

Принципиальная схема движения внешних вагонопотоков представлена на рис. 1.

Анализ схемы вагонопотоков показывает, что продвижение вагонов внешнего парка в системе СО осуществляется через три комплекса. Ведущим является транспортный комплекс ЗСС (ТК), который принимает вагонопотоки с внешней сети, передаёт их в транспортно-грузовой комплекс выгрузки сырья (ТГК выгрузки сырья), принимает порожние вагоны, производит сортировку и передаёт их в транспортно-грузовой комплекс погрузки готовой продукции (ТГК погрузки продукции), осуществляет приём и сдачу гружёных вагонов на внешнюю сеть.

Для идентификации внешнего вагонопотока применяется эксплуатационный показатель – «транспортная работа» (ваг·час), который достаточно полно учитывает виды, объёмы и динамику станционной работы и просто оценивается экономически,

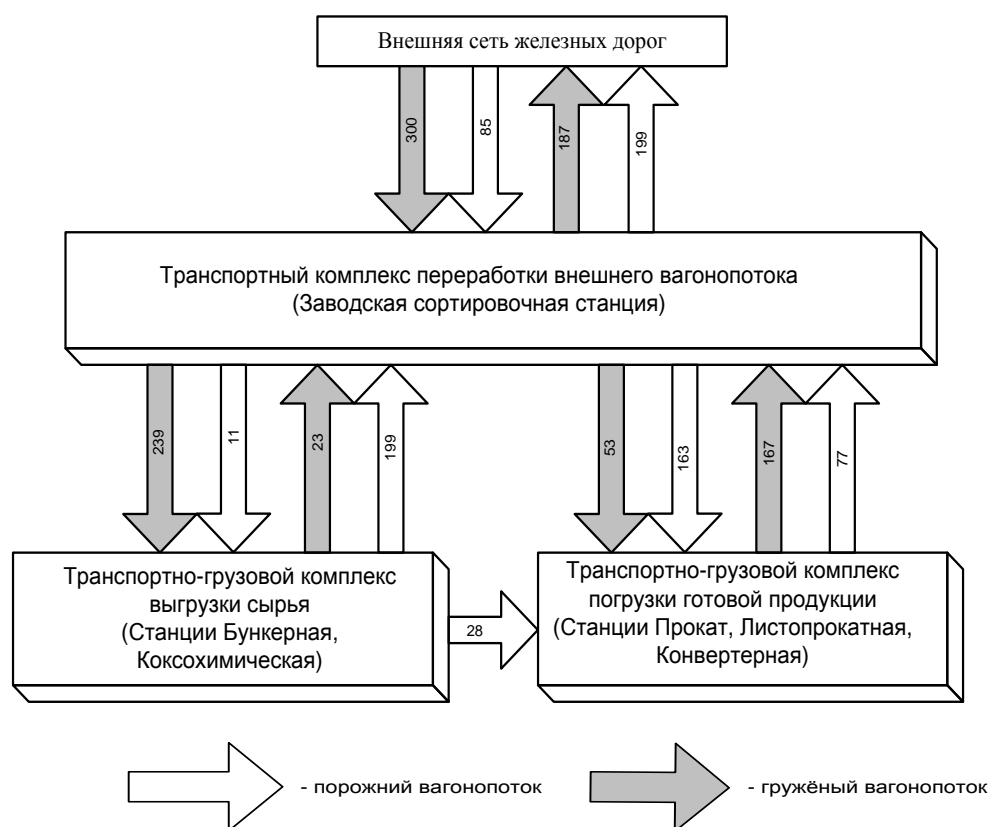


Рис. 1. Схема движения внешних вагонопотоков металлургического предприятия

поскольку плата за пользование вагонами общесетевого парка производится по тому же показателю [5].

Общую суточную транспортную работу ($A_{общ}$), выполняемую ТК или ТГК, можно представить выражением:

$$A_{общ} = A_{пл} + \Delta A, \text{ ваг}\cdot\text{час}, \quad (1)$$

где $A_{пл}$ – плановая суточная транспортная работа ТК или ТГК, ваг·час;

ΔA – дополнительная суточная транспортная работа ТК или ТГК, ваг·час.

Плановая транспортная работа одного комплекса в рассматриваемой подсистеме определяется плановыми заданиями производства, а также технологическими процессами станционной работы и обслуживания производственных цехов и складов.

Дополнительная транспортная работа в каждом конкретном случае складывается из многократной переработки, межоперационных ожиданий или технологического отстоя поездов, маневровых передач и групп вагонов. Она обусловлена в основном значительными колебаниями интервалов прибытия маршрутов с массовым сырьём в начале транспортного потока предприятия, неравномерностью продвижения вагонопотока в процессе его переработки, а также недостаточным уровнем взаимодействия производства и транспорта в процессе подачи вагонов, подготовки и отгрузки готовой продукции.

В соответствии с указанным можно записать выражение, определяющее общую суточную транспортную работу в системе СО:

$$A_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n A_{n,li} + \sum_{i=1}^n \Delta A_i, \text{ ваг\cdot час,} \quad (2)$$

где $A_{n,li}$ – плановая суточная транспортная работа i -го транспортного или транспортно-грузового комплекса, ваг·час;

ΔA_i – дополнительная суточная транспортная работа i -го транспортного или транспортно-грузового комплекса, связанная с межоперационными простоями, ваг·час.

n – количество комплексов, входящих в подсистему ВПВ или СО.

С этих позиций был произведён анализ системы СО, результаты которого позволили установить в потоковых процессах рассматриваемых комплексов последовательность технологических операций, а также дополнительные межоперационные простои и место их возникновения (рис. 2).

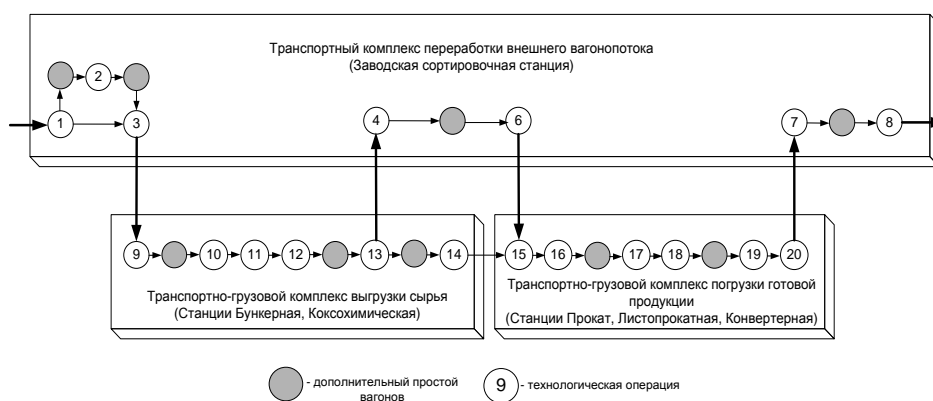


Рис. 2. Принципиальная схема продвижения внешних вагонопотоков в системе СО: 1 – приём поездов с внешней сети, приемо-сдаточные операции; 2 – отправление транзитных поездов в пункты выгрузки; 3 – расформирование сборных поездов и отправление в пункты выгрузки; 4 – приём порожних вагонов со станций комбината; 6 – подбор, накопление, формирование и отправление порожних вагонов под погрузку готовой продукции в цеха комбината; 7 – приём вагонов с готовой продукцией со станций комбината; 8 – накопление, формирование и отправление поездов с готовой продукцией на ЗСС; 9 – приём поездов с ЗСС; 10 – постановка на грузовой фронт цеха; 11 – выгрузка сырья; 12 – уборка вагонов с грузовых фронтов; 13 – отправление порожних вагонов на ЗСС; 14 – отправление порожних вагонов на станции комбината; 15 – приём порожних вагонов с ЗСС и других станций комбината; 16 – постановка вагонов на грузовой фронт под погрузку готовой продукции; 17 – погрузка готовой продукции; 18 – уборка гружёных вагонов с грузовых фронтов; 19 – оформление документального сопровождения на груз; 20 – отправление вагонов с готовой продукцией на ЗСС.

Рассмотрим транспортный комплекс ЗСС. Базовый объём транспортной работы реализуется функцией приёма и переработки транзитных и сборных поездов. Однако на этот процесс оказывают влияние случайные, часто не прогнозируемые, факторы эксплуатационного, производственного и природного характера, приводящие к необходимости выполнения дополнительной транспортной работы. В качестве таких факторов выступают:

- неравномерность прибытия поездов с сырьём с внешней сети (дополнительный простой маршрутных поездов в парке приёма ЗСС в ожидании выгрузки);

- специфические требования производственных цехов к качеству выгружаемого сырья (дополнительный простой маршрутных поездов в парке приёма ЗСС в ожидании выгрузки);

- занятость горочного локомотива (дополнительный простой сборных поездов в парке приёма ЗСС);

- значительная продолжительность приемо-сдаточных операций (дополнительный простой поездов различных категорий в парке приёма ЗСС).

Таким образом, возникает дополнительная функция, предусматривающая отстой гружёного подвижного состава перед отправлением на выгрузочные фронта производственных цехов.

Тогда, общее выражение объёма транспортной работы в первом транспортном комплексе можно представить:

$$A_1 = a_1 + a_2 + a_3 + \sum \Delta a_1, \text{ ваг} \cdot \text{час.} \quad (3)$$

Исследования второго комплекса позволили установить, что на процесс выгрузочных операций влияют такие факторы производственного и эксплуатационного характера:

- специфические требования производственных цехов к качеству выгружаемого сырья (дополнительный простой вагонов в ожидании выгрузки);

- занятость маневровых локомотивов станции (дополнительный простой вагонов в ожидании подачи/уборки с грузовых фронтов).

Отмеченные обстоятельства приводят к значительному объёму транспортной работы и, как следствие, к появлению дополнительной функции отстоя вагонов на приёмоотправочных путях технологических станций:

$$A_2 = a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + \sum \Delta a_2, \text{ ваг} \cdot \text{час.} \quad (4)$$

Третье перемещение вагонопотоков в системе СО связано с передачей вагонов в первый транспортный комплекс для сортировки и подбора подвижного состава под погрузку готовой продукции. В большинстве случаев вагоны находятся в ожидании отправления на станции погрузки, т.к. действует эксплуатационный фактор – занятость вывозных локомотивов. Таким образом, объём транспортной работы увеличивается за счёт отстоя вагонов на путях сортировочного парка:

$$A_3 = a_4 + a_6 + \sum \Delta a_3, \text{ ваг} \cdot \text{час.} \quad (5)$$

Третий комплекс непосредственно связан с производственным ритмом и особенностями погрузочных операций в прокатных цехах. В существующих условиях производство и промышленный транспорт работают в разных ритмах. Это приводит к дополнительному отстою на станциях порожних вагонов перед подачей на грузовые фронта, а также гружёных групп вагонов в ожидании сопроводительной документации из прокатных цехов. Кроме того, на общую продолжительность пребывания подвижного состава в транспортно-грузовом комплексе влияет такой эксплуатационный фактор, как недостаточное количество локомотивов рабочего парка, следствием которого являются простои вагонов с продукцией после грузовых операций. В связи с указанным, возникает дополнительная функция, реализация которой выражается через вагоно-часы простоя подвижного состава:

$$A_4 = a_{15} + a_{16} + a_{17} + a_{18} + a_{19} + a_{20} + \sum \Delta a_4, \text{ ваг} \cdot \text{час.} \quad (6)$$

Последнее перемещение вагонопотока связано с работой транспортного комплекса ЗСС во взаимодействии со станцией примыкания УЗ, а именно: выполнения ею плана формирования поездов, а также оформления поездов в коммерческом отношении. Данные факторы влияют на продолжительность пребывания гружёного подвижного состава на приёмоотправочных путях ЗСС:

$$A_5 = a_7 + a_8 + \sum \Delta a_5, \text{ ваг} \cdot \text{час.} \quad (7)$$

Таким образом, идентификация внешнего вагонопотока связана с решением научной задачи, в основе которой лежит оптимизационная модель нахождения временного показателя функционирования системы. При этом критерием эффективности является минимум затрат (z), включающих затраты на переработку внешнего вагонопотока в (n) транспортно-грузовых комплексах ($C_{ТГК}^i$) и (m) транспортных комплексах ($C_{ТК}^k$) предприятия, а также затраты на стыковочные операции при их взаимодействии ($\sum_{j=1}^p C_{BЗ}$). Целевая функция модели принимает следующий вид:

$$z = \varphi \left[\sum_{i=1}^n C_{ТГК}^i ; \sum_{k=1}^m C_{ТК}^k ; \sum_{j=1}^p C_{BЗ}^j \right] \rightarrow \min . \quad (8)$$

Предлагаемый подход позволяет проанализировать, поставить и решить научную задачу управления внешними вагонопотоками в системе сдвоенных операций, при этом неотъемлемой её частью является отработка методики организации переработки вагонов внешнего парка. Методами решения поставленной задачи должны явиться методы имитационного и экономико-математического моделирования, теория нечётких множеств и эвристического анализа.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа системы сдвоенных операций крупного металлургического предприятия с одним примыканием разработана принципиальная схема продвижения внешнего вагонопотока и выделены три комплекса, в которых осуществляется переработка подвижного состава: транспортный комплекс переработки внешнего вагонопотока, транспортно-грузовой комплекс выгрузки сырья, транспортно-грузовой комплекс погрузки готовой продукции.
2. Для идентификации внешнего вагонопотока применяется эксплуатационный показатель – «транспортная работа» (ваг·час), который достаточно полно учитывает виды, объёмы и динамику станционной работы и просто оценивается экономически, поскольку плата за пользование вагонами общесетевого парка производится по тому же показателю.
3. Определены факторы производственного и эксплуатационного характера в каждом комплексе системы, влияние которых трансформируется в дополнительный объём транспортной работы. Дополнительные издержки на оплату указанного простоя должны быть трансформированы в техническое и организационное резервирование в функциях процесса переработки внешнего вагонопотока.
4. Проведённая идентификация внешнего вагонопотока является основой для технического и организационного резервирования функций процесса переработки внешнего вагонопотока крупного металлургического предприятия.

Перечень ссылок

1. Маслак А.В. Проблемы переработки вагонопотоков внешнего парка в системе сдвоенных операций металлургических предприятий / А.В.Маслак // Вісник СНУ ім. В.Даля. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля. – 2012. – № 4 (175). – С. 199 - 205.
2. Яновський П.О. Методичні основи забезпечення якості взаємодії виробництва і транспорту / П.О. Яновський // Залізничний транспорт України. – № 5/6 (102/103), 2013. – С. 104 – 111.

3. *Луханін М.І.* Аналіз підходів до нормування протяжності вантажних операцій на під'їзних коліях підприємств / *М.І. Луханін, М.І. Березовий, Р.В. Вернигора* // Залізничний транспорт України. – № 3/4 (100/101), 2013. – С. 47 – 51.
4. *Турпак С.М.* Організація перевезень продукції гірничо-металургійного комплексу у приватних вагонах / *С.М.Турпак* // Сборник научных трудов Национального горного университета. – 2004. – № 19. С. 123 – 126.
5. *Парунакян В.Э.* Оценка перерабатывающей способности грузовой станции предприятия с учётом динамики процесса переработки вагонопотока / *В.Э. Парунакян, В.А. Бойко* // Вісник СНУ ім. В.Даля. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля. – 2012. - № 4 (175). – С. 206-215.

Рецензент: д.т.н., проф. Парунакян В.Э.

Статья поступила 15. 01.15 г.