

## ТРАНСПОРТ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 658.788.5

© Парунакян В.Э.<sup>1</sup>, Маслак А.В.<sup>2</sup>

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТРАНСПОРТА В ПРОЦЕССЕ МАТЕРИАЛОДВИЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье рассматриваются показатели функционирования производственно-транспортной системы (ПТС) металлургического предприятия. Установлено, что в настоящее время формы и способы взаимодействия производства и транспорта неэффективны, а управление процессом материалодвижения основано на одностороннем и неоправданном расходовании ресурсов транспорта. Для решения проблемы необходим новый подход, основанный на разработке оптимизационных моделей работы подсистем ПТС с использованием ресурсов производства с их интеграцией в единую систему, что обеспечит логистическое управление процессом материалодвижения.*

**Ключевые слова:** процесс материалодвижения, производственно-транспортная система, взаимодействие производства и транспорта, ресурсы транспорта, логистическое управление, ведущая подсистема, обслуживающая подсистема.

*Парунакян В.Е., Маслак Г.В. Підвищення ефективності взаємодії виробництва і транспорту в процесі матеріалоруку металургійних підприємств. У статті розглядаються показники функціонування виробничо-транспортної системи (ВТС) металургійного підприємства. Встановлено, що в даний час форми і способи взаємодії виробництва і транспорту неефективні, а управління процесом матеріалоруку засноване на односторонньому і невиправданому використанні ресурсів транспорту. Для вирішення проблеми необхідний новий підхід, заснований на розробці оптимізаційних моделей роботи підсистем ВТС з використанням ресурсів виробництва з їх інтеграцією в єдину систему, що забезпечить логістичне управління процесом матеріалоруку.*

**Ключові слова:** процес матеріалоруку, виробничо-транспортна система, взаємодія виробництва і транспорту, ресурси транспорту, логістичне управління, провідна підсистема, обслуговуюча підсистема.

*V.E. Parunakjan, G.V. Maslak. Increase of production and transport co-operation efficiency in the material traffic at metallurgical enterprises. Analysis of material traffic showed that it comprises several interacting elements including transport (railway) and production. On this basis the production-and-transport system (PTS) has been modeled. Its major element (subsystem) provides unloading of mass raw materials and finished products shipment, as well as internal (technological) transportations of semifinished products. From mass raw materials reception to finished products shipment, all the operations with railway cars which belong to different carriers are carried out by minor (servicing) subsystem (STS). Taking a large metallurgical enterprise as an example, an assessment of the functioning of the major and servicing subsystems has been made, quantitative indicators of the work of cargo, sorting, district and technological stations have been given; serious shortcomings being noted in the interaction of production and transport. It was determined that now both major and minor subsystems within PTS of*

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, [avmaslak81@gmail.com](mailto:avmaslak81@gmail.com)

*enterprises do not comply with the production process requirements, due to management ineffectiveness and poor conditions for interaction between production and transport. This causes considerable transport expenses and significant production losses. In order to solve this problem, optimization models are needed. These should be based on logistical management of material traffic which, as a result, will secure transport expenses and production losses reduction.*

**Keywords:** *material traffic, production-and-transport system, production and transport interaction, transport resources, logistical management, major subsystem, minor (servicing) subsystem.*

**Постановка проблеми.** Современные металлургические комбинаты характеризуются сложной технологией производства, большими объёмами и сортаментом продукции и, как следствие, значительной потребностью в железосодержащем и других видах сырья. Характерной особенностью продвижения материальных потоков таких предприятий является то, что по всей своей траектории, от поступления сырья до отгрузки готовой продукции, они обязательно включают в свою структуру транспортные звенья. В этой связи в потоковом процессе имеет место многоточечное, многофакторное функциональное взаимодействие производства и транспорта, требующее эффективного системного управления.

По аналогии с термином макрологистики «цепь поставок», для внутризаводской логистики вводим понятие «процесс материалодвижения предприятий», что позволит установить пункты, анализировать вид и характер, а также идентифицировать показатели взаимодействия производства и транспорта.

Ведущая роль в транспортном обслуживании предприятий принадлежит железнодорожному транспорту. Рыночные отношения радикально изменили на металлургических предприятиях производственную среду и, как следствие, требования производства и эксплуатационные условия его работы. Значительные колебания объема выпуска металлопродукции отдельных цехов (от 30-50 до 200-250 тыс. т в месяц), изменение и расширение сортамента прокатной продукции, а также ее поставка на экспорт в страны дальнего зарубежья обусловили постоянную аритмию производственного процесса. С другой стороны, значительно увеличилась динамика входящего поездопотока с сырьем, возросло число и усложнились требования операторов-перевозчиков.

Совместное влияние этих факторов привело к постоянному рассогласованию ритмов работы производственных цехов и транспорта. В этой связи по всей цепи процесса материалодвижения грузовые комплексы цехов, а также железнодорожные станции, обслуживающие этот процесс, стали объектами волнообразного увеличения объемов транспортной работы, роста продолжительности межоперационных ожиданий, простоя вагонов и, как следствие, транспортных затрат.

Стало очевидным, что в новых условиях в рамках производственно-транспортной системы (ПТС) при транспортном обслуживании производства, акценты в управлении процессами материалодвижения начали смещаться с железнодорожных перевозок на грузовые комплексы цехов, то есть на пункты приема компонентов сырья и отгрузки металлопродукции, погрузки-выгрузки промежуточной продукции, а также отходов производственных цехов.

Однако практика показала, что в новой производственной среде управление ПТС предприятий, ограниченное перевозочным процессом и основанное на использовании ресурсов транспорта, оказалось недостаточно эффективным. Результатом создавшегося положения являются значительный рост транспортных издержек и производственных потерь.

Так, для обеспечения конкурентоспособной продукции важнейшим стал вопрос перехода на управление ПТС по принципу «снижение затрат путём исключения потерь».

Поэтому важной задачей на первом этапе становится анализ состояния и определения путей повышения эффективности управления процессом материалодвижения металлургических предприятий.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Системная оценка функционирования ПТС металлургического предприятия впервые была дана в работе [1]. В ней отмечается, что одностороннее понимание взаимодействия, когда транспорт лишь подстраивается под функционирование производства, уже исчерпало себя. Указывается также, что в условиях хрониче-

ского отставания перерабатывающих мощностей транспорта необходим перенос акцента в решении проблемы на активизацию возможностей и ресурсов производства, поскольку это позволит добиться более значимых экономических результатов.

В работах [2, 3] данный подход получил дальнейшее развитие. Совершенствование взаимодействия производства и транспорта в этих трудах предложено осуществлять за счет применения адаптационных решений по изменению параметров или дополнительному вводу средств производства.

В публикации [4] рассматриваются эксплуатационно-технические показатели выполнения технологических перевозок по организационным (контактным) графикам и обосновывается необходимость перехода на более эффективные формы взаимодействия производства и транспорта.

В последние годы в ряде публикаций [5-7] вопросы повышения эффективности взаимодействия производства и транспорта предприятий связываются с необходимостью перехода на логистические принципы управления процессом материалодвижения.

Таким образом, рассматриваемый вопрос приобрел для металлургических предприятий весьма важное и актуальное значение, поскольку его решение позволит в значительной мере исключить потери производства.

**Целью статьи** является оценка состояния и определение путей перехода на логистическое управление процессом материалодвижения металлургических предприятий, обеспечивающее эффективное взаимодействие производства и транспорта.

**Изложение основного материала.** Функциональная схема процесса материалодвижения металлургического комбината полного цикла в общем нестрогом виде представлена на схеме (рисунок). Она характеризует основные транспортные функции, выполняемые ПТС по всей траектории процесса материалодвижения предприятий, а также ее структуру, включающую две подсистемы: ведущую (ВТП) и обслуживающую (ОТП) [8].

Ведущая транспортная подсистема (ключевой актив) ПТС непосредственно обеспечивает ход производственного процесса, а ее важнейшими функциями являются:

- выгрузка из вагонов внешнего парка (ВП) массового железосодержащего и другого сырья, прибывающего из внешней сети (трансформация вагонопотока в грузопоток);
- поэтапное продвижение в заданных производственной последовательности и технологическом регламенте первичного сырья и промежуточной продукции до прокатных цехов, выпускающих готовую продукцию;
- погрузка в вагоны ВП готовой продукции и отправка её потребителю (трансформация грузопотока в вагонопоток).

Обращает на себя внимание расширение номенклатуры и значительное увеличение объемов непосредственной отгрузки потребителю промежуточной продукции (агломерата, переплавленного чугуна в чушках и литых заготовок, гранулированного шлака).

Таким образом, процесс материалодвижения, реализуемый ведущей подсистемой ПТС, требует эффективного системного взаимодействия производства и транспорта и подсистем между собой. Обозначим наиболее существенные её недостатки на примере одного из наиболее крупных металлургических комбинатов Украины.

Функционирование ПТС начинается с приема массового сырья в грузовом комплексе аглофабрики, перерабатывающая способность которого была принята в соответствии с производительностью обслуживаемой аглофабрики и резервов не предусматривает. Грузовой комплекс принимает до 800-1000 вагонов и включает четыре вагоноопрокидывателя: два роторных на выгрузке основного железосодержащего сырья; роторный – на утилизации отходов и башенный – на выгрузке флюсов и топлива, а также специализированные путевые емкости грузовой станции для приема маршрутов из внешней сети.

Поступление маршрутов характеризуется крайней неравномерностью (от 5-6 до 12-15 в сутки). В период сгущения интервалов технология переработки нарушается, и происходят длительные простои (до 10-12 час) поездов в ожидании выгрузки. В такие периоды блокируется работа всей станции, и она не выполняет других своих функций, а фактическая продолжительность выгрузки маршрутов достигает 20-22 час и в 1,8-2 раза превышает плановую. Статистика показывает, что с длительными простоями выгружается уже до 65% маршрутов, и этот показатель растет.

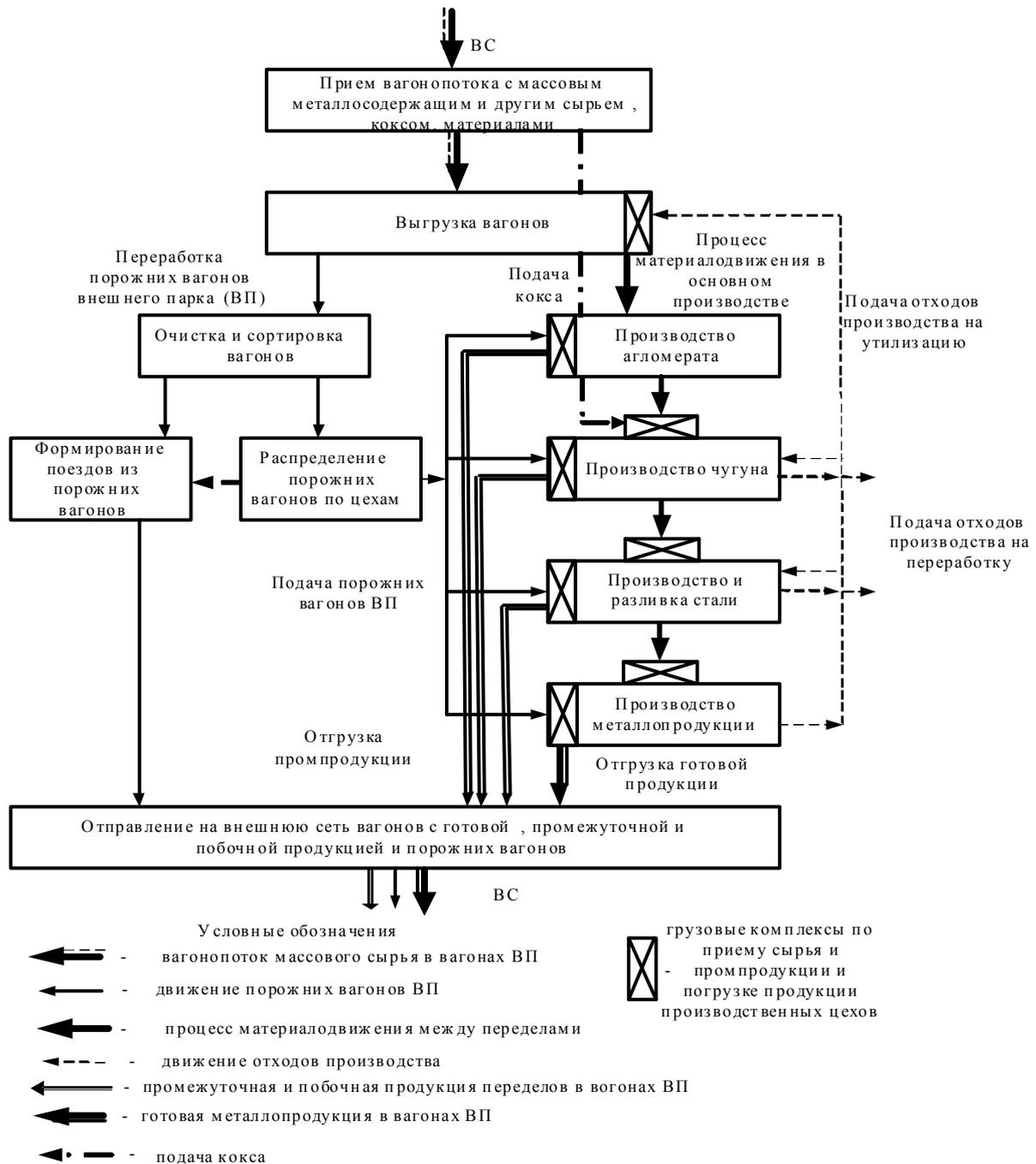


Рисунок – Функциональная схема процесса материалодвижения металлургического комбината

Учитывая значительный суточный вагонопоток прибывающего сырья, выгрузочный комплекс является в настоящее время очагом концентрации значительных простоев вагонов ВП. В то же время у выгрузочного комплекса имеются ресурсы, которые практически не используются.

Главной задачей ведущей подсистемы в грузовом комплексе аглофабрики является обеспечение функционирования производственного процесса в рамках установленных объемных, технологических, организационных и экономических показателей.

Специфической особенностью внутризаводских технологических перевозок металлургических предприятий является их непосредственная связь с процессом работы основных производственных цехов и агрегатов.

В настоящее время основной формой организации их транспортного обслуживания являются контактные и нормативные графики. В их основу положены показатели устойчивости

грузопотоков металлургического агрегата, которые характеризуются заданными объемами и адресностью каждого грузопотока, а также регламентированным временем начала и окончания операций погрузки, перевозки и выгрузки его продукции, обеспечивающим бесперебойность процесса материалодвижения. Грузопотоки, отвечающие указанным требованиям (отходы производства, идущие на утилизацию), переводятся на контактные графики, а для их выполнения формируются вертушки из специализированных вагонов.

Основные технологические грузопотоки доменного и конвертерного цехов (жидкий чугун и шлак) формируются непосредственно в ходе производственного процесса. Они устойчивы по объемам и адресности, однако не регламентируются по началу и окончанию грузовых и транспортных операций. В связи с указанным, выполнение этих грузопотоков регулируется нормативными графиками, т.е. пооперационными нормами времени. Для выполнения рассматриваемых грузопотоков также формируются вертушки из технологического подвижного состава (чугуновозы, шлаковозы). При управлении перевозочным процессом продвижению технологических и специализированных вертушек отдаётся приоритетное значение.

Следует особо отметить, что рассматриваемые технологические перевозки металлургического производства составляют до 60% общего объёма перевозок предприятий. В то же время принятая система этих перевозок, в первую очередь, по нормативным графикам, уже не отвечает современным требованиям производства. Для их выполнения резервируется значительная инфраструктура железнодорожного транспорта (ряд технологических станций и дополнительных путей, парк технологического и специализированного подвижного состава, обусловленный неравномерностью перевозок и достигающий 800-1000 ед, а также до 55% локомотивного парка предприятия).

Между тем, как показывает практика, фактическое выполнение контактных графиков не превышает на предприятиях 50-60%, что приводит к значительным транспортным издержкам.

Процесс материалодвижения завершает погрузка металлопродукции (готовой и промежуточной) в вагоны ВП для отправки потребителям. Она осуществляется в грузовых комплексах практически во всех основных цехах предприятий.

В последнее время начинает преобладать бесскладская погрузка продукции в прокатных цехах. Это предъявляет особые требования к организации погрузочных работ, поскольку металлопродукция сопровождается сертификатом качества и другой товаросопроводительной документацией, и необходимо обеспечение синхронного движения материального и информационного (документального) потоков при выполнении погрузочных работ.

Однако производственные цехи к такой технологии и организации работы не готовы, поэтому это требование нарушается практически постоянно. В грузовых комплексах, осуществляющих погрузку, имеют место значительные неоправданные простои вагонов ВП, связанные с несвоевременной подготовкой заданного количества металлопродукции, незавершенностью ее упаковки, формированием грузовых мест и, что особенно важно отметить, систематическими задержками сопроводительной документации.

В результате сложившегося положения продолжительность погрузки вагонов при норме 2,0-2,5 час составляет до 3-4,5 часов и более. Учитывая, что металлопродукцию ежедневно отгружает до 5-6 производственных цехов, а объем отгрузки достигает 300-350 вагонов, рассматриваемые грузовые комплексы также являются постоянным источником значительных транспортных издержек.

Таким образом, ведущая подсистема ПТС на всех своих этапах характеризуется в настоящее время крайне высокими и неоправданными затратами ресурсов и издержками транспорта и производственными потерями.

Обслуживающая транспортная подсистема ПТС осуществляет переработку и подготовку вагонов ВП, в которых поступает массовое сырье для повторного использования при отгрузке продукции, а также возвращения излишков порожняка на внешнюю сеть.

Она выполняет весь комплекс операций, включающий прием и подачу на выгрузку групп вагонов с массовым сырьем, очистку и подбор вагонов в соответствии с коммерческими и техническими требованиями и их передачу в установленный срок в производственные цехи под погрузку заявленного объема металлопродукции, а излишки порожних вагонов формирует в поезда по операторам-перевозчикам и возвращает на внешнюю сеть. Транспортные функции завершаются отправкой груженых вагонов потребителям.

Для обеспечения производственного процесса предприятий, обслуживающая транспортная подсистема ПТС должна перерабатывать до 1000-1200 вагонов ВП в сутки.

Инфраструктура обслуживающей транспортной подсистемы (железнодорожные пути, станции, локомотивный и вагонный парк, устройства ЭЦ и др.), определяющая ее перерабатывающую способность, введена в эксплуатацию более полувека тому назад. При вводе в действие новых производственных объектов она подвергалась локальной реконструкции. Однако ее существенное отставание от новых требований производства становится все более ощутимым.

В сложившихся эксплуатационных условиях периодическое воздействие фактора «волнового эффекта», когда на определенный период вагонопоток возрастает в 1,3-1,5 раза, в наибольшей степени отражается на основных станциях предприятия, значительно увеличивая объем станционной работы. Их перерабатывающая способность, которая определяется принятой компоновочной схемой, конструкцией горловин, наличием путевых емкостей и др., уже не обеспечивает в эти периоды выполнение всех своих функций и переработку возросшего вагонопотока. Это приводит к росту продолжительности межоперационных ожиданий и общего времени переработки вагонов ВП. Так, в указанные периоды по данным базового предприятия планируемая и фактическая продолжительность их переработки составляют, соответственно: по грузовой станции – 10 и 18-20 часов, по сортировочной – 5 и 7-8 часов, по районным – 2 и 3-3,5 часов, соответственно.

На станциях имеет место постоянная нехватка локомотивов для обслуживания грузовых комплексов, а также выполнения местных перевозок и маневровой работы. Так, из-за несвоевременной уборки на районную станцию группы вагонов с металлопродукцией простаивают в цехах до 1,5-2 час.

В этой связи необходимо отметить, что в последнее время все очевиднее становится несоответствие структуры и численности рабочего парка тепловозов производственным условиям. Его основу составляют локомотивы повышенной мощности (750-1200 л.с.), однако на большинстве участков работы эта мощность используется только на 60-65%, а на ряде производственно-складских объектов лишь на 10-20%.

Работа обслуживающей транспортной подсистемы все более осложняется необходимостью выполнения также значительного дополнительного объема перевозок сырья и промпродукции (агломерата, кокса, литых заготовок и др.). Они связаны с принятым размещением новых производственных объектов при реконструкции предприятий. В настоящее время объем этих перевозок достигает на базовом предприятии 15-16 млн. т в год, что существенно увеличивает загрузку основных станций и перегонов.

Весьма затратными являются эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт достаточно развитой инфраструктуры железнодорожного транспорта, в большинстве своем отжившая свой ресурс.

Приведенные данные показывают, что и обслуживающая транспортная подсистема работает с целым рядом недостатков и характеризуется существенными издержками.

Таким образом, в настоящее время ПТС предприятий в целом функционирует на уровне, который уже не соответствует усложнившимся требованиям производственной среды. В первую очередь это касается ведущей подсистемы ПТС, где транспорт непосредственно взаимодействует с металлургическими агрегатами. Указанное положение обусловлено, главным образом, тем, что управление процессами взаимодействия на всех этапах производства осуществляется исключительно за счет использования ресурсов транспорта. Поэтому именно здесь концентрируются основные транспортные издержки ПТС (до 65-70% общих затрат предприятий) и имеют место наибольшие производственные потери.

Кроме того, на нее приходится также около двух третей общей суммы платы за пользование вагонами ВП (достигающей на базовом предприятии 85-90 млн. грн. в год), которая образуется в грузовых комплексах производственных цехов при приеме сырья и отгрузке металлопродукции.

Обслуживающая подсистема ПТС функционирует в условиях хронического отставания перерабатывающих мощностей от фактических объемов станционной и перевозочной работы, вызванных рассогласованием требований производства и возможностей транспорта и обусловленных динамикой производственной среды. Такое положение приводит к значительному увеличению продолжительности использования вагонов ВП. Так, по данным ряда металлургических

комбинатов при плановой продолжительности, составляющей 30-35 час, фактическая достигает 50-56 час. При этом в общей сумме платы за пользование вагонами ВП ее доля достигает 30-35%.

В сложившихся эксплуатационных условиях на обслуживающую транспортную подсистему приходится около 30-35% общих транспортных затрат ПТС предприятий.

Рассматривая функционирование ПТС металлургических предприятий в целом, имеются все основания считать, что существующая система управления не обеспечивает потребности производства на уровне современных требований. Однако традиционный подход продолжает иметь место, и реальных мер по изменению сложившегося положения не предпринимается вопреки прогрессивным техническим решениям, применяемым в мировой практике.

Проведенный анализ позволил установить, что в изменившейся производственной среде при функционировании производственно-транспортной системы металлургических предприятий принятые формы и способы взаимодействия производства и транспорта неэффективны, а управление процессом материалодвижения основано на одностороннем подходе, при котором транспорт лишь подстраивается под нужды производства. Такой подход практически исключает участие в процессе материалодвижения производственных ресурсов и обуславливает неоправданное расходование ресурсов транспорта.

Между тем, имеются все основания считать, что процесс материалодвижения рассматриваемых предприятий в рамках ПТС требует глубокой функциональной интеграции производства и транспорта на основе единой технологии их работы, поскольку образует цепь общей стоимости по всей его траектории от приема массового сырья до отправки металлопродукции потребителям.

Вышеизложенное в полной мере подтверждает, что в новых условиях приоритетным для предприятий становится переход с управления перевозками на управление процессом материалодвижения.

В ближайшей перспективе для рассматриваемых предприятий необходимо создание действенного механизма управления, обеспечивающего на всех этапах высокую эффективность взаимодействия производства и транспорта с переносом акцента на активизацию ресурсов производства и создающего основу для максимального исключения производственных потерь. При этом объединяющей экономической основой является процессное представление оборотного капитала.

Поставленная проблема может быть решена только с переходом на логистические принципы управление процессом материалодвижения предприятий. Основой для такого подхода является общность производственных интересов и работа участников процесса на единый экономический результат.

Решение поставленной задачи связано с необходимостью дифференцирования процесса материалодвижения и разработки методов и моделей оптимизации работы ведущей и обслуживающей подсистем. Они должны обеспечивать: в первом случае – технологическое сопряжение при взаимодействии производственных и транспортных операций в едином цикле: погрузка – транспортирование – выгрузка промпродукции; во втором – развитие перерабатывающих мощностей транспортной инфраструктуры. Принятые оптимизационные решения интегрируются в единую систему логистического управления процессом материалодвижения предприятия. При этом важнейшим условием оптимизации является перенос акцента на использование ресурсов производства.

### Выводы

1. В связи с радикальным изменением производственной среды существующая производственно-транспортная система металлургических предприятий, базирующаяся исключительно на ресурсах транспорта, уже не отвечает современным требованиям производства. Указанное приводит к значительным издержкам транспорта и производственным потерям.

2. Решение поставленной задачи связано с необходимостью разработки оптимизационных моделей работы ведущей и обслуживающей подсистем с использованием ресурсов производства и их интеграцию в единую систему логистического управления процессом материалодвижения предприятия. Основой для такого подхода является общность производственных интересов и работа участников на единый экономический результат – обеспечение конкурентоспособности продукции.

**Список использованных источников:**

1. Козлов П.А. Теоретические основы, организационные формы, методы оптимизации гибкой технологии транспортного обслуживания заводов черной металлургии : дис. ...д-ра техн. наук : 05.22.12 / Козлов Петр Алексеевич. – Липецк, 1986. – 390 с.
2. Андриянов В.И. Сущность проблемы взаимодействия производства и промышленного транспорта / В.И. Андриянов, С.В. Трофимов // Вестник ВНИИЖТ. – 2003. – С. 34-39.
3. Трофимов С.В. Научно-методические основы функционирования и развития промышленных транспортных систем : автореф. дис. ...д-ра техн. наук : 05.22.12 / С.В. Трофимов; Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ. – М., 2004. – 45 с.
4. Попов А.Т. Проблемы существующей организации внутризаводских перевозок в условиях металлургических комбинатов / А.Т. Попов, О.В. Воронина // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2014. – № 5. – С. 29-37.
5. Шмудевич М.И. Промышленный транспорт и логистика / М.И. Шмудевич // Промышленный транспорт XXI век. – 2006. – № 4. – С. 3-6.
6. Логистические цепи сложно-технологических производств : учебное пособие / Л.Б. Миросшин [и др.]. – М. : Экзамен, 2005. – 288 с.
7. Парунакян В.Э. Логистические принципы управления взаимодействием производства и транспорта / В.Э. Парунакян // Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития : Сб. науч. тр. – Ростов-на-Дону : РСЭИ, 2008. – Вып. 3. – С. 140-143.
8. Парунакян В.Э. Состояние и пути повышения эффективности системы управления процессом материалодвижения металлургических предприятий / В.Э. Парунакян // Научные труды SWorld. – Иваново : Научный мир, 2016. – Вып. 45. – Т. 1. – С. 4-15.

**References:**

1. Kozlov P.A. *Teoreticheskie osnovy, organizatsionnyie formy, metody optimizatsii gibkoy tehnologii transportnogo obsluzhivaniya zavodov chernoy metallurgii*. Diss. doc. tehn. nauk [Theoretical bases, organizational forms, methods of optimization of flexible technology of transport service of factories of ferrous metallurgy. Doc. tehn. sci. diss.]. Lipetsk, 1986. 390 p. (Rus.)
2. Andriyanov V.I., Trofimov S.V. *Suschnost problemyi vzaimodeystviya proizvodstva i promyishlennogo transporta* [The essence of the problem of interaction between production and industrial transport]. *Vestnik VNIIZhT – Vestnik of the Railway Research Institute*. 2003. pp. 34-39. (Rus.)
3. Trofimov S.V. *Nauchno-metodicheskie osnovyi funktsionirovaniya i razvitiya promyishlennyih transportnyih sistem Tekst dlya perevoda*. Diss. doc. tehn. nauk [Scientifically-methodical bases of functioning and development of industrial transport systems. Doc. tehn. sci. diss.]. Moscow, 2004. 245 p. (Rus.)
4. Popov A.T., Voronina O.V. *Problemyi suschestvuyushey organizatsii vnutrizavodskih perevozok v usloviyah metallurgicheskikh kombinatov* [Problems of the existing organization of intra-plant shipments in the conditions of metallurgical plants]. *Sovremennyye problemyi transportnogo kompleksa Rossii – Modern Problems of Russian Transport Complex*, 2014, no.5, pp. 29-37. (Rus.)
5. Shmulevich M.I. *Promyishlennyiy transport i logistika* [Industrial transport and logistics]. *Promyishlennyiy transport XXI vek – Industrial transport XXI century*, 2006, no.4, pp. 3-6. (Rus.)
6. Miroschin L.B., Korchagin V.A., Lyapin S.A., Nekrasov A.G. *Logisticheskie tsepi slozhno-tehnologicheskikh proizvodstv: Uchebnoe posobie* [Logistics chains of complex technological production: Textbook]. Moscow, Ekzamen Publ., 2005. 288 p. (Rus.)
7. Parunakyan V.E. *Logisticheskie printsipy upravleniya vzaimodeystviem proizvodstva i transporta* [Logistic principles of managing the interaction of production and transport]. *Nauka, tehnika i vysshee obrazovanie – Science, Technology and Higher Education*, 2008, no.3. pp. 140-143. (Rus.)
8. Parunakyan V.E. *Sostoyanie i puti povysheniya effektivnosti sistemy upravleniya protsessom materialodvizheniya metallurgicheskikh predpriyatiy* [State and ways to improve the efficiency of the material management system for the material flow of metallurgical enterprises]. *Nauchnyie trudyi SWorld – International periodic scientific journal SWORLD*, 2016, no.45, pp. 4-15. (Rus.)

Рецензент: В.К. Губенко  
д-р техн. наук, проф., ГБУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 02.09.2017