

УДК 656.225.073.4

*Н. А. КЕКИШ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*  
natalia.kekish@gmail.com

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ**

В статье рассматривается влияние перспективной массовой контейнеризации железнодорожных перевозок на принципы проектирования путевого развития станций. Показано, что при применении контейнеров как основного технического средства перевозки в силу их отличительных особенностей произойдет неизбежная трансформация технологии выполнения грузовой и сортировочной работы. Последствием этого станет существенное сокращение потребности в путевом развитии станций всех типов. Проведенный анализ открывает новые потенциально возможные стратегические направления развития железнодорожной инфраструктуры.

Контейнеризация является на сегодняшний день ведущей тенденцией в грузовых перевозках на всех видах транспорта [1]. Контейнерная перевозка сочетает в себе высокие показатели сохранности груза, простые принципы распределения ответственности между сторонами перевозочного процесса, универсальную технологию перегрузки и хранения, возможность применения для широкой номенклатуры груза, исключительную адаптивность к внедрению в перевозочный процесс инновационных цифровых технологий. Все вышеперечисленное способствует ее быстрому распространению и обуславливает растущее влияние на все аспекты транспортировки. Наиболее наглядно влияние контейнеризации на морском транспорте, где крупнейшие порты за последние два десятилетия практически полностью были переоборудованы под работу именно с этой технологией перевозок. Инфраструктура железнодорожного транспорта не станет исключением. Технология контейнерных перевозок, постепенно вытесняя традиционные методы транспортировки грузов по железной дороге, неизбежно приведет к изменению принципов проектирования станций, которые должны будут отражать специфику продвижения и переработки массового контейнеропотока.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящего исследования является выявление характера и масштаба потенциального влияния массовых контейнерных перевозок на инфраструктуру железнодорожных станций и выделение перспективных направлений развития железнодорожных станций и узлов для эффективного освоения массового контейнеропотока. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- анализ принципиальных отличий контейнерной перевозки грузов от традиционных способов транспортировки груза, обуславливающих возможное изменение требований к инфраструктуре;
- определение потенциального влияния перехода к массовым контейнерным перевозкам на инфраструктуру железнодорожных станций;
- определение основных перспективных направлений исследований, связанных с адаптацией развития железнодорожной инфраструктуры для эффективного освоения массового контейнеропотока.

**Потенциальная вероятность перехода к преимущественным перевозкам в контейнерах железнодорожным транспортом.** Прежде всего следует понять, насколько вероятным и насколько перспективным является переход к преимущественной контейнерной транспортировке в логистических цепях с участием железнодорожного транспорта. Основная ниша железной дороги на транспортном рынке – перевозки массовых грузов – на первый взгляд не представляется оптимальной для контейнеризации. Однако такой вывод можно сделать только в отношении универсальных контейнеров. Бурное развитие контейнерной отрасли и явная тенденция расширения модельного ряда контейнеров в сторону специализированных типов существенно меняют ситуацию. Фактически на сегодняшний день контейнерный парк крупнейших мировых производителей состоит из моделей, идентичных современному вагонному парку. Практически для любого груза, за исключением тяжелых грузов и грузов с высокими степенями негабаритности, есть модели контейнеров, учитывающие особенности их транспортной характеристики (таблица 1).

Таким образом, технические возможности контейнерного парка способны обеспечить охват преимущественной части грузопотока. Кроме того, контейнеризация позволит расширить долю железной дороги на рынке транспортных услуг в сегменте перевозок мелких и средних партий груза, в том числе за счет консолидированных отправок [2]. Поэтому вероятность перехода к массовым контейнерным перевозкам вместо перевозок в вагонах при благоприятной конъюнктуре транспортного рынка, учитывающей, прежде всего, уровень тарифов, является достаточно высокой для того, чтобы рассматривать ее как реальную перспективу.

**Основные аспекты потенциального влияния массовых контейнерных перевозок на требования к инфраструктуре станций.**

В технологии контейнерных перевозок заложен ряд принципиальных отличий от перевозок в вагонах, которые могут иметь ключевое значение с точки зрения изменения требований к инфраструктуре станций:

- возможность применять единый тип подвижного состава;
- возможность применять единые средства механизации погрузочно-разгрузочных работ и высокая скорость их выполнения
- возможность оперировать отдельными маркированными грузовыми единицами без выполнения операций с самим грузом и подвижным составом при переработке грузопотока и вагонопотока.

**Таблица 1 – Соответствие родов вагонов и типов контейнеров для перевозки грузов различных категорий**

Категория груза	Род вагона	Тип контейнера
Наливные грузы	Цистерна	Танк-контейнер Флекси-танк
Грузы, перевозимые насыпью и навалом	Крытый вагон Полувагон Вагон-хоппер Платформа Думпкары	Закрытый балк-контейнер с верхней загрузкой Универсальный контейнер* Контейнер типа Open Top** Контейнер-хоппер
Штучные грузы (габаритные и с низкими степенями негабаритности)	Крытый вагон Полувагон Платформа	Универсальный контейнер Контейнер типа Open Top** Контейнеры типа PL***
Пакетированные тарно-упаковочные грузы	Крытый вагон Полувагон Платформа	Универсальный контейнер Контейнер типа Open Top** Контейнеры типа PL***
Скоропортящиеся грузы; опасные грузы, требующие соблюдения особого температурного режима	Рефрижераторный вагон Вагон-термос Крытый вагон с утеплением	Рефрижераторный сухогрузный контейнер Криогенный танк-контейнер Контейнер-термос Универсальный контейнер с изотермическим вкладышем
<p>* Как правило, с использованием контейнерного вкладыша, включая модели HC и PW (увеличенные по высоте и ширине).  ** Контейнеры с боковыми и торцевыми стенками и открытым верхом, включая модели со съемной или сдвижной тентованной крышей.  *** Контейнеры на базе платформы, включая модели со стационарными, съемными, выдвижными угловыми стойками, складными торцевыми стенками.</p>		

Оценим влияние указанных факторов на контейнерные перевозки.

### **Единый тип подвижного состава**

Во-первых, в контейнерных перевозках есть возможность перехода на единый тип подвижного состава – фитинговую платформу. На сегодняшний день перевозки контейнеров также осуществляются на универсальных платформах, в полувагонах и на специализированных платформах для перевозки леса. Однако в данном случае речь не идет о сложившейся практике эксплуатации подвижного состава, а именно о потенциальной возможности перехода к единому типу. Стандартная конструкция контейнеров, в которой предусмотрены встроенные элементы крепления к подвижному составу по-

зволяет спроектировать и использовать новый тип универсального подвижного состава – своеобразную универсальную контейнерную платформу с количеством и расположением фитингов, которое подходило бы к контейнеру любого типа. Таким образом, для транспорта решаются сразу две сложнейшие проблемы:

- проблема определения нужной структуры вагонного парка;
- проблема минимизации порожнего пробега вагонов, особенно специализированных.

При массовой контейнеризации грузопотока основную часть вагонного парка будут составлять описанные выше универсальные контейнерные платформы, которые будут иметь минимальный порожний пробег в силу своей пригодности под погрузку любых контейнеров с любыми грузами либо порожних контейнеров. Существенная минимизация порожнего пробега вагонов непосредственно повлияет на размер потребного вагонного парка, а значит, и на необходимость в путях для отстоя вагонов на путях как общего, так и необщего пользования.

#### **Единые средства механизации погрузочно-разгрузочных работ**

Стандартная конструкция грузозахватных устройств контейнеров дает возможность использовать для широкой номенклатуры грузов одинаковые погрузочно-выгрузочные механизмы, причем каждый из этих механизмов (краны, контейнероперегрузжатели, ричстакеры) универсален для выполнения операций как погрузки, так и разгрузки подвижного состава. Грузовые операции с контейнерами занимают, как правило, значительно меньше времени, чем аналогичные операции с грузом такого же объема и транспортных характеристик при перевозке в вагонах. Существенно расширяются возможности для выполнения двояких операций. Использование унифицированных грузовых фронтов для различных грузов повышает эффективность их использования, сокращает объем маневровой работы и простой вагонов под грузовыми операциями, и, следовательно, сокращает потребное количество и длину таких путей. Все универсальные контейнеры и значительная часть специализированных контейнеров допускают многоярусное штабелирование, что также способствует сокращению потребной длины грузового фронта, и, соответственно, путей, используемых для простоя вагонов под грузовыми операциями.

#### **Оперирование отдельными грузовыми единицами**

При контейнеризации грузопотока перевозчик оперирует отдельными маркированными стандартизированными грузовыми единицами. Причем здесь эта «отдельность» выступает и как изоляция одной грузовой единицы от другой, и как изоляция кузова контейнера от подвижного состава. Отсутствуют операции с самим грузом, так как погрузка и выгрузка груза происходят на стороне грузовладельца. Подвижной состав при этом, как правило,

не задействован, поскольку операции с грузом происходят при снятом с вагона контейнере. Продолжительность подготовительных, грузовых, заключительных операций с грузом и контейнером (специальное оборудование контейнера для перевозки, размещение и крепление груза, снятие креплений, очистка, промывка после перевозки и т. п.) таким образом не влияет на простой подвижного состава и на занятие им путей. Более того, конструкция ряда контейнеров и технология выгрузки груза из них существенно минимизируют продолжительность очистки контейнера или даже полностью устраняют необходимость ее выполнения (выгрузка с переворотом или наклоном контейнеров открытого типа, выгрузка с удалением внутреннего резервуара флекси-танка, выгрузка под давлением или под действием силы тяжести из контейнеров закрытого типа с вкладышем).

Следует отметить и такой аспект, как ремонт подвижного состава. В случае с контейнерами ремонт кузова контейнера отделен от ремонта ходовой части в отличие от вагона. Ходовая часть (сама фитинговая платформа) и контейнер являются легко заменяемыми частями общего интегрированного средства перевозки. При выходе из строя одной из этих частей она может быть сразу же заменена на аналогичную исправную без простоя второй части. Таким образом, необходимое количество путей для простоя вагонов, находящихся в ремонте или ожидающих его, сведется к числу путей, задействованных под простой нуждающихся в ремонте фитинговых платформ – ходовой части интегрированного технического средства контейнерной перевозки. Ремонт самих контейнеров производится на земле и путей для простоя не требует.

Три описанных выше фактора, как по отдельности, так по сумме их действия, позволяют сделать однозначный вывод: массовая контейнеризация потока приведет к существенному сокращению потребности в путях, связанных с выполнением грузовых операций. Это сами грузовые фронты, пути для отстоя вагонов в ожидании выполнения грузовых операций или после них, пути для очистки, промывки, ремонта подвижного состава. Наиболее значительно изменение технологии перевозок может повлиять на конструкцию парков промывочно-пропарочных станций (ППС): от оборудования их перегрузочными механизмами для выполнения операций очистки танк-контейнеров на земле до полной замены железнодорожных платформ для доставки танк-контейнеров к месту очистки (и, соответственно, путей под ними) альтернативными устройствами для перемещения контейнеров (конвейерами, автоматически управляемыми тележками AGV [3], порталными контейнеровозами). В последнем случае потребность в путях для ППС сократится от целых парков до одного-двух путей, обеспечивающих поступление контейнеров на станцию и вывоз их после обработки. Более того, в отличие от железнодорожных цистерн завоз контейнеров для обработки и вывоз их с ППС может быть организован автотранспортом. Кроме того, все более широкое распро-

странение контейнеров типа флекси-танк с одноразовым внутренним резервуаром и постоянное совершенствование их прочностных характеристик, позволяющих использовать такой контейнер и для перевозки опасных грузов, устраняет необходимость в операции промывки цистерны как таковой, что еще больше снижает потенциальную нагрузку на ППС и потребность в путевом развитии для реализации технологии ее работы. Аналогичное влияние массовая контейнеризация перевозок может оказать и на путевое развитие других пунктов, связанных со специальной очисткой подвижного состава (пункты дезинфекции, ветеринарно-санитарной обработки вагонов, дезактивации).

Теперь рассмотрим, как эти три принципиальных отличия могут проявить себя в инфраструктуре сортировочных и участковых станций, задействованных в переработке вагонопотока. Как и в случае с ППС, здесь следует ожидать принципиального изменения технологии работы. Очевидно, что при массовой контейнеризации технология переработки вагонопотока трансформируется в технологию переработки контейнеропотока. Единый тип подвижного состава позволяет минимально переформировывать поезда (в пределах прицепки-отцепки отдельных групп, если необходимо увеличить или сократить длину состава). Изменение состава поезда в смысле состава грузопотока, который он транспортирует, происходит путем полной или частичной замены контейнеров в этом поезде на другие контейнеры. Это могут быть контейнеры из других транзитных поездов или местные контейнеры. Технология сортировочной работы по сути своей трансформируется в технологию перегрузочной станции со сменой ширины колеи, выполняющей перестановку контейнеров с вагона на вагон и между вагонами и промежуточными площадками. Линия переработки контейнеропотока на технических станциях становится интегрированным модулем, в котором сочетаются функции приема и отправления поездов, переработки транзитного грузопотока (сортировки контейнеров и расстановки их на вагоны в составы согласно плану формирования), переработки местного грузопотока (выгрузки контейнеров в зону прибытия, погрузки их на вагоны из зоны отправления). Из этой технологической линии практически исключены расформирование и окончание формирования поездов, подачи-уборки вагонов с контейнерами в места общего пользования. Технологическая линия массовой переработки контейнеропотока на линиях с тепловозной тягой не нуждается в отдельных парках прибытия, отправления, сортировки, сортировочных устройствах. Все эти элементы путевого развития могут быть заменены своеобразным перегрузочным парком с путями, площадками временного хранения местных контейнеров и промежуточными площадками передачи контейнеров между зонами работы отдельных кранов. На площад-

ках временного хранения и на промежуточных площадках могут быть реализованы технологии совместной синхронной работы AGV и кранов [4]. Для технических станций на электрифицированных направлениях парки прибытия и отправления останутся частью технологической линии переработки контейнеропотока, поскольку этап сортировочной работы может быть реализован только в парке без контактной сети. При наличии поездных электровозов, допускающих прохождение даже небольшого участка пути в автономном режиме тяги (без контактной сети), инфраструктурное обеспечение технологической линии переработки контейнеропотока также может быть реализовано в виде единого перегрузочного парка.

**Интеграция цифровых технологий в контейнерные перевозки и ее влияние на инфраструктуру станций.** Контейнерные перевозки являются лидерами в процессе интеграции цифровых технологий в перевозочный процесс. Учитывая потенциальный переход от сортировки вагонов к перегрузке контейнеров, наибольший интерес представляют собой технологии автоматизации перегрузки. На сегодняшний день в работе морских контейнерных терминалов уже хорошо зарекомендовали себя автоматизированные козловые краны на рельсовом ходу (Automated Rail-Mounted Gantry Crane – ARMG), обеспечивающие автоматическое перемещение и штабелирование контейнеров. Система позиционирования распознает четыре угла контейнера, а система подвижных зеркал и лазерных лучей выполняет объемное сканирование пространства и позволяет избежать столкновений даже при очень интенсивном темпе перегрузки [5]. Стандартная нумерация контейнеров создает отличные возможности для работы систем оптического распознавания и других технических средств контроля, которые позволят в значительной степени автоматизировать коммерческий осмотр, сбор, обработку и передачу данных о продвижении контейнеров в режиме реального времени, как показывает опыт работы портовых терминалов [6]. В интегрированном модуле переработки контейнеропотока – перегрузочном парке – может параллельно идти обработка сразу нескольких поездов. Благодаря комплексной обработке информации обо всех поступающих контейнерах в автоматическом режиме может быть задан оптимальный алгоритм их перестановки с учетом приоритета по отправлению, определен порядок штабелирования на промежуточных площадках и в зонах прибытия и отправления. Это не только ускоряет обработку транзитных поездов, и, соответственно, снижает потребность в путях перегрузочного парка на самой станции, но и позволяет выполнить подборку вагонов с контейнерами в поездах, обслуживающих местный вагонопоток (сборных, передаточных, вывозных) с заданным, сколь угодно высоким уровнем детализации (вплоть до отдельных грузовых фронтов). Таким образом, сортировочная работа про-

межучастковых и грузовых станций сводится к расцепке местных поездов на предварительно подобранные группы, что существенно снижает их потребности как в путях, так и в сортировочных устройствах.

Переход на электронный документооборот и широкое внедрение устройств бесконтактной идентификации и IoT на контейнерах [7] в перспективе может позволить осуществлять завоз/вывоз контейнеров непосредственно на технические станции, в зоны прибытия и отправления, минуя места общего пользования, что существенно сократит и территорию, и потребное путевое развитие грузовых терминалов.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований.**

1 Современные технические средства контейнерных перевозок позволяют охватить преобладающую часть грузопотока, отвечая требованиям транспортной характеристики очень широкой номенклатуры грузов. Тенденция к все большей специализации контейнеров еще более расширяет этот спектр. При благоприятной конъюнктуре транспортного рынка и соответствующем нормативном обеспечении контейнеризация грузопотока может стать ведущей технологией перевозки грузов с участием железнодорожного транспорта.

2 Изолированное и комплексное влияние трех принципиальных отличительных особенностей технологии контейнерной перевозки (возможность применения единого типа подвижного состава, единых средств механизации погрузочно-разгрузочных работ и оперирование отдельными стандартными грузовыми единицами) при массовом характере контейнерных перевозок потенциально приведет к существенному снижению потребности в путевом развитии станций всех типов. Это связано как с повышением скорости выполнения операций с контейнерами по сравнению с операциями с грузами в вагонах, так и с изменением самой технологии обработки грузопотока и вагонопотока.

3 Цифровые технологии, интегрируемые в процесс обработки контейнеропотока, являются дополнительным фактором, стимулирующим сокращение потребной инфраструктуры на всех этапах перевозочного процесса.

Дальнейшие исследования в области инфраструктурных изменений, связанных с потенциальным переходом на массовые контейнерные перевозки, предполагают работу по следующим направлениям:

- оценка темпов и масштабов контейнеризации в перевозках с участием железнодорожного транспорта;
- разработка комплексной технологии переработки массового контейнеропотока на всех этапах перевозочного процесса;
- разработка рациональных схем путевого развития станций в условиях переработки массового контейнеропотока с учетом необходимости выделения линий переработки неконтейнеризируемых вагонопотоков;



- интеграция цифровых технологий в контейнерные перевозки с участием железнодорожного транспорта;
- разработка и обоснование стратегических направлений развития инфраструктуры железнодорожного транспорта при массовой контейнеризации грузопотоков, определение инвестиционной стратегии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 *Панасенко, Н. Н.* Контейнеризация международной транспортной системы / Н. Н. Панасенко, П. В. Яковлев // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2016. – № 25. – С. 103–114.
- 2 *Dynamic and Synchromodal Container Consolidation: The Cloud Computing Enabler* / A. Tsertou, [et al.] // *Transportation Research Procedia*. – 2016. – No. 14. – P. 2805–2813.
- 3 *Multi-AGV scheduling for conflict-free path planning in automated container terminals* / M. Zhong [et al.] // *Computers & Industrial Engineering*. – 2020. – No. 142. – С. 248–257.
- 4 *Yard crane and AGV scheduling in automated container terminal: A multi-robot task allocation framework* / X. Chen [et al.] // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. – 2020. – No. 114. – P. 241–271.
- 5 *Kress, D.* An exact solution approach for scheduling cooperative gantry cranes / D. Kress, J. Dornseifer, F. Jaehn // *European Journal of Operational Research*. – 2019. – Vol. 273, is. 1. – P. 82–101.
- 6 *Improving the Security of Containers in Port Related Supply Chains* / J. Scholliers, A. Permala, S. Toivonen, H. Salmela // *Transportation Research Procedia*. – 2016. – No. 14. – С. 1374–1383.
- 7 *Improved security for commercial container transports using an innovative active RFID system* / F. Rizzo [et al.] // *Journal of Network and Computer Applications*. – 2011. – Vol. 34, is. 3. – P. 846–852.

*N. A. KEKISH*

### **IMPACT OF PERSPECTIVE CONTAINERIZATION OF TRANSPORTATION ON PRINCIPLES OF RAILWAY STATION INFRASTRUCTURE DESIGN**

The article examines the influence of the prospective mass containerization of railway transportation on the principles of designing the track development of stations. It is shown that when using containers as the main technical means of transportation, due to their distinctive features, an inevitable transformation of the technology for performing cargo and marshalling operations will occur. The consequence of this will be a significant reduction in the need for track development of stations of all types. The performed analysis opens up new potentially possible strategic directions for the development of railway infrastructure.

Получено 09.11.2020