

порт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. – ОИ/ЦНТИ ОАО «РЖД», 2006. Вып. 3-4. С. 30-39.

7. Долгих К.О., Колясов К.М., Лапшин В.Ф. Прогнозирование вибронегруженности кузовов полувагонов на основе математического моделирования // Проблемы и перспективы развития вагоностроения: Материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. (13-14 мая 2010 г., г. Брянск) [Текст] + [Электронный ресурс] / под. ред. В.В. Кобищанова. – Брянск: БГТУ, 2010. С. 60-62. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.

8. Полувагон модель 12-132-03. Руководство по эксплуатации 132.00.00.000-03 РЭ. 2004 г.

УДК 656.073.235

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНОГО ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*В.С. Хлебородов (науч. рук. С.Н. Корнилов)*

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ), 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, кафедра «Промышленный транспорт»,*

*[Vitaliy-KZ@yandex.ru](mailto:Vitaliy-KZ@yandex.ru), [kornilov\\_sn@mail.ru](mailto:kornilov_sn@mail.ru)*

### **Аннотация**

В статье анализируются тенденции развития контейнерных перевозок и эффективность применения различных вариантов оснащения контейнерных терминалов. Предлагается разработанная автором конструкция контейнерного накопителя и приводится технология его работы.

### **Проблема и пути ее решения**

По данным UNCTAD (Ассоциация по Торговле и Развитию при Организации Объединенных Наций), за последние 20 лет объем перевозок грузов в контейнерах ежегодно увеличивался примерно на 9,8 %. По данным консалтинговой компании Drewry Shipping Consultants, в 2007 г. на контейнеры пришлось более 70 % (в стоимостном выражении) мировых товаров, перевозимых морем. В 2006 г. морем было перевезено 129 млн. TEU (Twenty Equivalent Units), в 2007 г. – 157 млн. TEU. Предполагается, что в 2012 г. этот показатель составит 219 млн., в 2016 г. – 287 млн. и в 2020 г. – 371 млн. TEU [6].

Возросший объем трансконтинентальных контейнерных перевозок сопровождался увеличением контейнерного парка (в основном за счёт 20- и 40-футовых контейнеров различных конструкций), вводом в строй но-

вых судов-контейнеровозов повышенной вместимости и заказами на строительство ещё более вместительных кораблей. За последние 50 лет были приняты 6 новых классов судов-контейнеровозов [3]: Panamax Class - (4000 - 7000 TEU), Post-Panamax Class - (7000 - 13000 TEU), Super-Post-Panamax Class/E-class - (более 13000 TEU), Triple E-class - (18000 TEU и выше).

С ростом количества контейнеров, перевозимых морскими судами, выросли общемировые объёмы контейнерных перевозок, в том числе не морскими видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, речным), которые вместе с морским транспортом и морскими терминалами являются звеньями единой транспортной системы. Увеличивающийся грузооборот требует: модернизации или переоборудования контейнерных терминалов, расположенных как в портах, так и внутри континентов; изменения их складской инфраструктуры; оснащения их высокопроизводительными кранами-перегрузчиками (основное грузоподъемное оборудование, необходимое для работы с судами-контейнеровозами эксплуатирующихся типов) и другими перерабатывающими вспомогательными средствами (ж/д-, автомобильными платформами, ричтакерами для порожних, груженых контейнеров и т.п.). Из-за необходимости переработки большого количества одновременно складироваемых контейнеров современные терминалы имеют сложную складскую инфраструктуру (рис.1).

Для повышения эффективности переработки контейнеров используют схемы с разбивкой складской площади со штабелями контейнеров на равные части. Полученные складские площадки обслуживаются системой транспортно-перегрузочного оборудования, в чьи функции входит перемещение контейнеров по цепочке: от перегрузчиков до складской площадки, укладка контейнеров в штабели, работа с контейнерами в штабелях и перемещение контейнеров от штабелей на выдачу к магистральному транспорту и обратно.

Учитывая то, что вышеупомянутое оборудование доступно в различных вариантах исполнения (по высоте, ширине, грузоподъемности), а также допускает различные комбинации параметров, очевидно, что отдельной задачей является анализ и выбор оптимальной системы функционирования терминала, включающей качественное (вид оборудования) и количественное (число единиц оборудования) определение необходимых ресурсных объёмов системы.

Несмотря на вышеуказанное разнообразие используемого оборудования, существуют наиболее часто используемые варианты систем организации контейнерных терминалов.

Из-за эксплуатационных и экономических ограничений не все типы погрузочно-разгрузочного и транспортного оборудования могут быть объединены в совместную транспортно-перегрузочную систему.

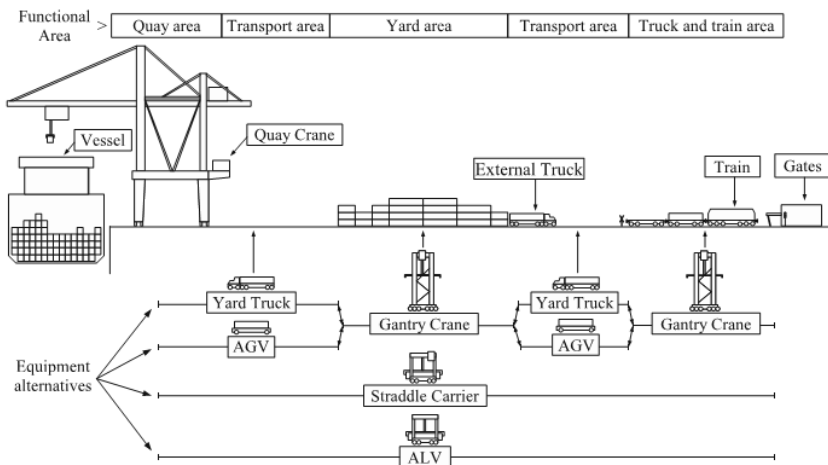


Рис. 1. Варианты схем взаимодействия машин и оборудования внутри контейнерного терминала при трех различных схемах обработки контейнеров [4], где Yard Truck – терминальный тягач, Gantry Crane – козловой контейнерный кран, AGV – автоматическая грузовая платформа, Quay Crane – контейнерный перегружатель, Straddle Carrier – порталный погрузчик, ALV – автоматический порталный погрузчик, Vessel – судно-контейнеровоз, External Truck – магистральный (внешний) грузовик, Train – железнодорожный поезд, Truck and train area (Landside area) – граничный перегрузочный участок, Yard Area – складские площадки, Transport area – участки внутритерминальных транспортировок, Quay area – участок перегрузки контейнеров «судно-причал»

Используемое транспортно-перегрузочное и складское оборудование напрямую влияет на основные параметры контейнерного терминала, такие как: ёмкость складских площадей, время переработки одного контейнера, суточное количество перерабатываемых контейнеров, количество единиц техники, количество персонала и пр. Рассмотрим основные применяемые системы организации терминалов.

Система организации терминала с использованием ричстакеров и терминальных тягачей (ричстакер+YT). Причальный перегружатель захватывает контейнеры с судна и перемещает их на прицепы терминальных тягачей (сокращённо YT – Yard Tractor – внутри-терминальное транспортное оборудование), которые транспортируют их к штабельной площадке, где контейнеры укладываются в штабеля ричстакерами. В данной схеме ричстакеры, помимо взаимодействия с YT, также обрабатывают магистральные грузовики и контейнерные железнодорожные платформы.

На один причальный перегружатель необходимо использовать 3-4 ричстакера и 4-5 YT (количество зависит от расстояния между причальным перегружателем и контейнерным складом).

В случае возникновения необходимости перераспределения транспортно-перегрузочных мощностей, ричстакеры могут быть перемещены на другой терминал или использоваться на других складских площадках. Также, ричстакеры могут использоваться при временных пиковых нагрузках в качестве дополнительного транспортно-перегрузочного оборудования к уже имеющемуся [2].

Преимущества системы:

- низкие инвестиции и капитальные затраты, так как ричстакеры и УТ имеют относительно низкую цену за единицу оборудования;
- низкие эксплуатационные расходы оборудования по сравнению с альтернативными системами при условии доступа к относительно недорогой рабочей силе.

Недостатки системы:

- транспортировка контейнеров между причальным перегружателем и складской площадкой требует наличия двух операций передачи контейнеров из-за использования различного оборудования для штабелирования и транспортировки;
- сравнительно высокие требования к операторам терминала из-за большого количества транспортных средств и низкого уровня автоматизации;
- высокие трудовые и эксплуатационные расходы (особенно в странах с высокооплачиваемой рабочей силой);
- терминальные тягачи не могут самостоятельно поднимать или опускать контейнеры с грунта, что ведёт к увеличению времени переработки каждого контейнера;
- человеческий фактор. Из-за высокой концентрации транспортно-перегрузочного оборудования, управляемого персоналом, неизбежно возникновение ошибок и аварийных ситуаций, ведущих к снижению производительности и экономическим потерям.

Система организации терминала с использованием порталных погрузчиков (SC – Straddle Carrier). Причальный перегружатель захватывает контейнеры с судна и перемещает их на площадку, откуда порталные погрузчики транспортируют их к штабельному складу и складывают в контейнерные штабеля. Портальные погрузчики независимы от любого другого оборудования и в состоянии выполнить различные погрузочно-разгрузочные работы: транспортировка, штабелирование, погрузка/разгрузка автомобилей и железнодорожных платформ.

Система с использованием порталных погрузчиков является оптимальной для терминалов средних и больших размеров, когда необходима высокая гибкость во дворе терминала и доступность к контейнерным штабелям. В пределах этой системы при необходимости можно лег-

ко изменять схему (планировку) терминала. Из-за необходимости наличия многочисленных полос движения, система позволяет организовать лишь среднюю плотность штабелирования.

На один причальный перегружатель необходимо использование 4-5 порталных погрузчиков (если не существует каких-либо специальных условий).

На некоторых терминалах система дополнена оборудованием ручного управления, штабелирующим пустые контейнеры, и/или рельсовыми козловыми кранами для обработки контейнеров на железнодорожной станции [2].

Преимущества системы:

- порталные погрузчики в состоянии самостоятельно обеспечить все виды транспортно-перегрузочных операций, необходимых для перемещения контейнеров от ворот терминала (включая грузовую обработку автомобилей и железнодорожных платформ) через контейнерный склад непосредственно к причальным перегружателям (и наоборот). Таким образом, системы с использованием порталных погрузчиков в качестве транспортно-погрузочного оборудования жизнеспособны, и комбинации с другими (совместимыми) типами оборудования возможны, но не обязательны, если только не вызваны специфическими логистическими или экономическими требованиями;
- при погрузке/разгрузке судов, контейнеры могут ставиться непосредственно на поверхность причала, с которого их подхватывают перегружатели или порталные погрузчики. Таким образом, нет необходимости в непосредственном сопряжении перегружателей с транспортным оборудованием при передаче контейнеров. Этот вид контейнерной передачи позволяет причальным перегружателям работать с высокой производительностью, используя сравнительно небольшое число порталных погрузчиков на каждый перегружатель;
- возможность параллельно перемещать большое число контейнеров;
- поломка одного порталного погрузчика не оказывает влияния на весь процесс переработки контейнеров;
- по сравнению с предыдущей системой с использованием ричстакеров и терминальных тягачей, трудовые затраты ниже из-за меньшего числа управляемых транспортных средств;
- адаптивность системы к изменениям, вызванным эксплуатационными требованиями. Схема (планировка) терминала может быть достаточно просто изменена, поскольку порталные погрузчики легко перемещаются в пределах терминала;

- незначительное влияние человеческого фактора и связанных с ним ошибок и аварий, т.к. ниже концентрация оборудования, управляемого людьми, по сравнению с предыдущей системой.

Недостатки системы:

- высокие инвестиции и капитальные затраты на порталные погрузчики;
- высокие расходы на техническое обслуживание;
- высокие трудовые затраты по сравнению с полуавтоматизированными и автоматизированными транспортными и складскими системами;
- потребность в больших площадях по сравнению со складами, использующими крановое оборудование, из-за низкой высоты штабелирования и требуемого пространства для движения и маневрирования порталных погрузчиков при штабелировании контейнеров (т.е. низкая плотность складирования);
- при наличии больших расстояний внутри терминала, порталные погрузчики недостаточно эффективны, поскольку они значительно медленнее терминальных тягачей и более дорогостоящие.

Система организации терминала с использованием пневмоколёсных козловых кранов (RTG) и терминальных тягачей (YT). Причальный перегружатель захватывает контейнеры с судна-контейнеровоза и помещает контейнеры на терминальные тягачи (YT), которые транспортируют контейнеры к складу, где пневмоколесные козловые краны (RTG) штабелирует контейнеры в длинные блоки. RTG может использоваться для перегрузки контейнеров с YT и с автомобилями. Параметры RTG определяются согласно техническим требованиям оператора терминала. Особенностью применения пневмоколёсных кранов является необходимость более серьёзного бетонирования участка поверхности для колеи под шасси каждого крана, т.к. шасси нагруженного крана оказывает высокую нагрузку на поверхность. RTG сами по себе меньше и легче, чем рельсовые козловые краны, поэтому их рекомендуется использовать в тех терминалах, которые организованы на участках осушенных болот, где мероприятия по укреплению грунта слишком дорогостоящие.

Данный тип оборудования часто используется на больших и очень больших терминалах. Данная система обеспечивает сравнительно высокую плотность штабелирования. В терминале, организованном с подобной транспортно-перегрузочной системой, большие расстояния не являются ограничением, т.к. контейнеры транспортируются относительно высокоскоростными терминальными тягачами. RTG могут также эффективно использоваться для грузовой обработки автомобилями или железно-

дорожных платформ. RTG при необходимости могут перемещаться от складских площадок до граничных перегрузочных площадок и наоборот.

Основываясь на практических данных, оптимальное количество пневмоколёсных козловых кранов на один причальный перегрузочный блок - 2-3 ед. при 4-5 УТ (оптимальное количество агрегатов зависит от внутри-терминальных расстояний).

Преимущества системы:

- высокая плотность штабелирования – наличие небольших разрывов между блоками внутри штабелей площадок из-за сравнительно высокого количества хранимых контейнеров в ограниченном пространстве. Контейнеры могут штабелироваться в блоки до 8 рядов без разрывов, необходимых для проезда транспорта;
- относительно высокая гибкость, т.к. пневмоколёсные козловые краны могут быть перемещены к другим блокам хранения контейнеров;
- средние инвестиционные и капитальные затраты в оборудование.

Недостатки системы:

- операция перемещения каждого контейнера между причальным перегрузочным блоком и складской площадкой требует двух процедур передачи из-за использования различного оборудования для выполнения штабелирования и транспортирования;
- необходимость наличия сложной и высокоэффективной службы управления контейнерным складом – в целях минимизации перестановки контейнеров между штабелями и блоками;
- человеческий фактор. Высокая концентрация транспортно-перегрузочного оборудования, управляемого людьми, ведёт к неизбежному возникновению ошибок и аварийных ситуаций.

Система с использованием рельсовых козловых кранов (RMG) и терминальных тягачей (вариант: контейнерные блоки располагаются параллельно причалу). Данная система повторяет систему с пневмоколёсными козловыми кранами, но в данном случае каждый грузоподъемный кран установлен на стационарных железнодорожных путях и имеет консоль, выходящую за пределы портала крана.

Причальный перегрузочный блок захватывает контейнеры с контейнеровоза и помещает их на УТ, которые транспортируют контейнеры к складу, где рельсовые козловые краны (RMG) подхватывают контейнеры и штабелируют в длинные блоки.

Преимущества системы:

- сравнительно высокая плотность складирования контейнеров;
- RMG более надёжен и имеет более длительный срок эксплуата-

- ции, чем RTG порталный погрузчик;
- более высокая ремонтпригодность с умеренными затратами на техническое обслуживание и ремонт;
  - средние эксплуатационные расходы;
  - систему с использованием RMG легче автоматизировать, чем подобную, но с использованием RTG.

Недостатки системы:

- более дорогой и сложный монтаж RMG из-за необходимости строительства рельсовых путей;
- высокие инвестиции и капитальные затраты на оборудование и строительные работы внутри терминала по сравнению с другими транспортно-перегрузочными системами;
- высокая зависимость производительности от надёжности RMG, т.к. в случае сложной поломки, операция замены вышедшего из строя RMG на исправный занимает сравнительно длительный срок;
- более трудоёмкий, длительный и затратный процесс изменения схемы (планировки) контейнерного склада и соответственно терминала в случае необходимости.

Система с использованием рельсовых козловых кранов и автоматических транспортных платформ или автоматических транспортер-погрузчиков (вариант: контейнерные блоки располагаются перпендикулярно причалу). В данной системе транспортирование контейнеров внутри терминала осуществляется автоматизированными транспортными платформами (AGV) или автоматизированными транспортер-погрузчиками (ALV), именуемыми также Shuttle Carriers (ShCs). В целях безопасной эксплуатации, при автоматизации терминала необходимо соблюдать строгое разграничение между участками терминала, на которых используется автоматизированное оборудование, и участками с оборудованием, управляемым людьми. В результате этого, участок перегрузки контейнеров с магистральных грузовиков располагается в конце штабельных блоков. Штабелирование контейнеров осуществляется рельсовыми козловыми кранами или их автоматическими аналогами (в наиболее современных и совершенных терминалах). А для передачи контейнеров между причальным перегружателем и штабельной площадкой, обслуживаемой рельсовыми козловыми кранами (RMG), используются автоматизированные транспортные платформы и автоматизированные транспортер-погрузчики [2].

Особенностью ALV является его относительно небольшая высота, т.е. ALV значительно меньше, чем обычный порталный погрузчик и поэтому более маневренен.

ALV – эффективная альтернатива для тех терминалов, где необхо-



дима высокая оперативность горизонтального перемещения контейнеров транспортом между штабелями и причальными перегружателями при высокой плотности штабелирования.

Достоинства системы:

- очень низкие трудовые затраты вследствие автоматизации и сравнительно малой численности персонала;
- высокая работоспособность системы;
- очень высокая производительность терминального транспорта.

Недостатки системы:

- очень высокие инвестиции и капитальные затраты;
- необходимы высококвалифицированные рабочие кадры;
- малая гибкость системы к изменениям, вызванным эксплуатационными требованиями, т.е. для изменения схемы (планировки) терминала необходимы значительные капитальные затраты.

Приведённые выше данные усреднены и основаны на практическом опыте организации и эксплуатации терминалов, находящихся в разных странах мира. Следует отметить, что при проектировании и организации отдельного контейнерного терминала необходимо учитывать конкретные местные особенности, например: юридические, сейсмические, метеорологические, геологические, эксплуатационные и др. Анализируя данные, актуальные для большинства терминалов, составлена табл. 1.

Таблица 1

Системы организации транспортно-перегрузочного оборудования контейнерного терминала

<i>Система организации транспортно-перегрузочного оборудования терминала</i>	<i>Число и вид оборудования в расчёте на один причальный перегружатель</i>	<i>Количество контейнеров в одном штабеле, шт</i>	<i>Плотность складирования контейнеров, ДФЭ/гектар</i>
Ричстакеры + YT	3-4 ричстакера + 4-5 YT	3 4	350 500
Портальные погрузчики (SC)	4-5	2 3	500 750
Пневмоколёсные козловые краны (RTG) + терминальные тягачи (YT)	2-3 RTG + 4-5 YT	4-5	1000
Рельсовые козловые краны (RMG) + терминальные тягачи (YT)	2 RMG + 4-5 YT	4-5	1100
Рельсовые козловые краны (RMG) + автоматизированные транспортер-погрузчики (ALV)	2 RMG + 2-3 ALV	4-5	1100-1200
Рельсовые козловые краны (RMG) + автоматизированные транспортные платформы (AGV)	2 RMG + 3-4 AGV	4-5	1100-1200

В зависимости от оснащения терминалов, существенно меняются емкости контейнерных складов (рис.2).

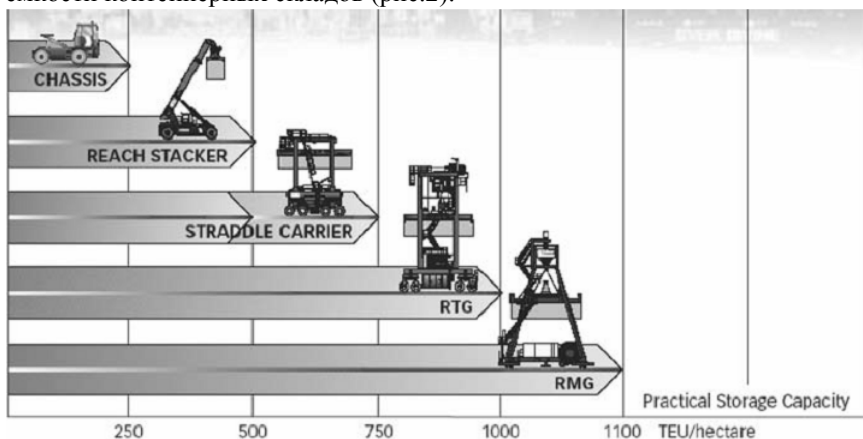


Рис.2. Ёмкость контейнерного склада (в контейнерах) при применении различных типов перегрузочного оборудования (TEU/hectare – ДФЭ/гектар; Practical Storage Capacity – практическая ёмкость склада) [5]. Chassis – грузовая платформа (контейнерный грузовик), reachstacker – ричстакер, straddle carrier – портальный погрузчик, RTG – пневмоколесный козловой кран, RMG – рельсовый козловой кран

Общие недостатки для всех описанных систем следующие:

- большое количество промежуточных операций, и как следствие, потребность в большом количестве единиц вспомогательной техники и персонала, занятых в этих операциях;
- потребность в сравнительно больших складских площадях, занимающих наибольший процент территории контейнерных терминалов;
- потребность в большом количестве контейнерных погрузчиков и перегрузочных контейнерных кранов, перемещающихся по терминалу, что требует развитой транспортной сети внутри терминала;
- при складировании контейнеры ставятся один на другой в 2-5 ярусов, что затрудняет их переработку и требует сложной системы управления складскими работами. При хранении контейнеров выше двух ярусов, они оборудуются специальными крепежными устройствами, что усложняет и повышает технологический цикл их переработки;
- проблема переработки нижних контейнеров в штабелях. Для переработки (отгрузки-погрузки) нижних контейнеров необходимо переместить верхние, что требует выполнения дополнительных рабочих операций, приводит к дополнительным затратам време-

ни, техники, трудовых ресурсов. Различие лишь в том, что козловые краны RTG и RMG производят такие операции немного быстрее и эффективнее, чем ричстакеры и порталные погрузчики.

Плотность складирования диктуется невозможностью составлять штабеля выше 5 контейнеров в высоту из-за конструкционно-прочностных особенностей самих контейнеров. Кроме этого, этажность штабелирования в пять ярусов зачастую невозможна из-за сложности доступа к нижним контейнерам. В целом, из рассмотренных систем, плотность штабелирования выше при применении козловых кранов, но в тоже время эта плотность становится недостаточной при высоком контейнеропотоке. От плотности складирования контейнеров зависит скорость обработки каждого контейнера. При недостаточной плотности складские площади увеличиваются в размерах, а вместе с ними растут и внутритерминальные расстояния, преодолеваемые терминальным транспортом, что ведёт в конечном итоге к увеличению времени обработки каждого контейнера.

Ещё одним недостатком является трудность автоматизации рассмотренных систем. Системы с использованием ричстакеров и порталных погрузчиков плохо поддаются автоматизации. Системы с использованием козловых кранов автоматизировать проще, но такие системы требуют сложной структуры управления и контроля.

Для оптимизации переработки контейнеров предлагается специальный контейнерный накопитель, обеспечивающий повышение эффективности транспортно-грузовой переработки контейнеров внутри терминала (рис.3, 4).

Контейнерный накопитель состоит из двух основных элементов: грузозахватного устройства (далее ГЗУ) и многоярусного склада, состоящего из секций для хранения контейнеров, расположенных по окружности вокруг ГЗУ. Суммарная вместимость каждого склада - 150-200 ед. 20-футовых (1СС) или 40-футовых (1АА) контейнеров. Грузозахватное устройство (ГЗУ) разработано специально для обработки крупнотоннажных контейнеров типа 1СС, 1АА. Устройство предназначено для индивидуальной сортировки контейнеров весом до 30,5 т в специально разработанных секциях накопителя. Этот агрегат должен обеспечить быструю перегрузку и складирование контейнеров с подвижных транспортеров, прибывающих от перегружателя.

Контейнерные накопители имеют несколько вариантов конструкции. Выше был представлен радиальный накопитель с ёмкостью 150-200 контейнеров (при 15 ярусах), ГЗУ которого имеет 2 рабочих движения (по вертикали вверх-вниз и вращение). Предлагается также вариант вытянутого накопителя ёмкостью до 500 контейнеров (при 15 ярусах) с

ГЗУ, имеющим 3 рабочих движения (по вертикали, горизонтали и вращение).

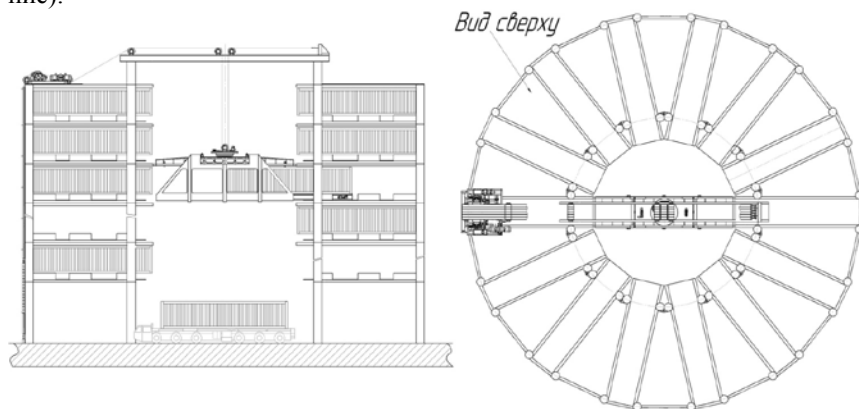


Рис. 3. Контейнерный накопитель радиального типа для складирования и переработки 20- и 40-футовых контейнеров

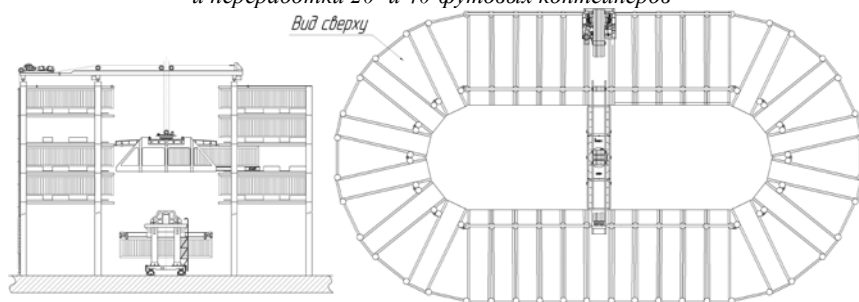


Рис. 4. Контейнерный накопитель вытянутого типа для складирования и переработки 20- и 40-футовых контейнеров

Предлагаемая технология переработки контейнеров с использованием накопителей позволяет:

- полностью решить проблему нижних контейнеров, т.е. исключается необходимость перемещения верхних контейнеров при обработке нижних;
- упростить задачи автоматизации, вплоть до полного исключения человеческого труда при управлении транспортно-грузовым оборудованием;
- упростить структуру управления и контроля автоматизированного склада;
- повысить плотность размещения контейнеров в 1,4-2 раза, что позволит сократить требуемую площадь терминала или, при той же площади, увеличить ёмкость терминала;

- уменьшить количество постоянно перемещающегося транспортно-грузового оборудования внутри терминала, исключив такие элементы, как ричстакеры и козловые краны;
- сократить время технологического цикла переработки контейнеров;
- сократить технический парк вспомогательного оборудования терминала.

Схема работы выглядит следующим образом, пооперационно:

1. контейнер захватывается причальным перегружателем и сгружается с судна на причал (или транспортёр);
2. отгруженный контейнер на автоматизированном транспортере перемещается в накопитель;
3. в накопителе с помощью ГЗУ контейнер перемещается в одну из ячеек, при этом каждый контейнер устанавливается в заданную ячейку;
4. впоследствии контейнер, также при помощи ГЗУ, отгружается на автоматизированный транспортёр;
5. транспортёр доставляет его к месту погрузки в ж/д подвижной состав или на грузовой автомобиль;
6. контейнер перегружается непосредственно в транспортное средство (ж/д платформа, грузовик) и отправляется к получателю.

При применении накопителей существует возможность совместить операции № 4 и 6, а операцию № 5 исключить полностью. Что позволит в большей степени упростить и ускорить переработку контейнеров внутри терминала. Для этого необходимо подобрать соответствующую конструкцию накопителей и спроектировать транспортную сеть ж/д и автомобильных подъездных путей. При использовании накопителей вытянутой формы такая задача решается еще проще.

Для реализации предлагаемой системы, в качестве внутртерминальной транспортной техники наиболее целесообразно использовать автоматические контейнерные платформы на пневмоходу, или передвигающиеся по специальным рельсовым путям. В качестве причальных перегружателей можно использовать как причальные перегружатели портално-консольной конструкции, так и перегружатели мостового типа повышенной производительности (по сравнению с портално-консольными перегружателями) с возможностью отгрузки контейнеров одновременно по двум консолям.

### ***Заключение***

В результате анализа систем контейнерных терминалов были определены особенности их применения, а также их основные недостатки. Для устранения выявленных недостатков предлагается новая конструкция контейнерного накопителя. Применение предлагаемого накопи-

теля позволит сократить численность транспортно-погрузочного оборудования, повысить эффективность использования терминальных площадей и улучшить экономические показатели работы всего терминального комплекса.

### ***Библиографический список***

1. Container Terminals and Automated Transport Systems. / Kap Hwan Kim, Hans-Otto Günther. – Springer, 2004.
2. Handbook of Terminal Planning. / Jürgen W. Böse. - Springer Science+Business Media, LLC 2011.
3. Scapa Flow Container Terminal (SFCT). / Alfred Baird. – Transport Research Inst. 2006.
4. Seaside Operations Planning in Container Terminals. / Frank Meisel. - Physica-Verlag. A Springer Company. 2009.
5. Container Terminals and Cargo Systems Design, Operations Management, and Logistics Control Issues. / Kap Hwan Kim, Hans-Otto Günther. – Springer, 2007.
6. Drewry Shipping Consultants. <http://www.drewry.co.uk>.

УДК 656.282.2

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ВНУТРИЦЕХОВЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ЗАО «МРК» (Г. МАГНИТОГОРСК)**

***К.К. Несват (науч. рук. Н.А. Осинцев)***

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ),  
455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38,  
кафедра «Промышленный транспорт», [osintsev@logintra.ru](mailto:osintsev@logintra.ru)*

### ***Аннотация***

В статье проведен анализ работы Литейного цеха ЗАО «Механоремонтный комплекс» (ЗАО «МРК») и предложены мероприятия по оптимизации внутрицеховых транспортно-технологических потоков – переход от технологии песчано-глинистых смесей на технологию холодно-твердеющих смесей.

### ***Актуальность работы***

Рост спроса на использование тьюбингов, применяемых при строительстве тоннелей метрополитена в крупных городах РФ и проходки стволов шахт горнодобывающей промышленности ставит перед предприятиями металлургической отрасли задачи повышения качества выпускаемой продукции. Для ЗАО «Механоремонтный комплекс» (ЗАО «МРК») – одного из крупнейших производителей тьюбингов Уральского