

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)**

О. Б. Маликов, Е. К. Коровяковский, Ю. В. Коровяковская

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2015**

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)

О. Б. Маликов, Е. К. Коровяковский, Ю. В. Коровяковская

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2015

УДК 656+658.78
ББК 65.40
М20

Р е ц е н з е н т ы:

заведующий кафедрой «Системный анализ и логистика»,
профессор ГУАП, доктор технических наук
В. А. Фетисов;

профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой»
ФГБОУ ВПО ПГУПС, доктор технических наук
Г. М. Грошев

Маликов О. Б.

М20 Проектирование контейнерных терминалов : учеб. пособие /
О. Б. Маликов, Е. К. Коровяковский, Ю. В. Коровяковская. – СПб. :
ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – 52 с.

ISBN 978-5-7641-0710-3

Учебное пособие содержит методику проектирования контейнерных терминалов в логистических системах доставки грузов, исходные данные для проектирования, сведения об устройстве, оборудовании, технологии работы, автоматизированных системах управления контейнерными терминалами, определении их технико-экономических показателей.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Эксплуатация железных дорог», «Коммерция» и направлениям подготовки «Менеджмент» (профиль «Логистика») и «Торговое дело» (профиль «Коммерция»). Может быть использовано аспирантами и при профессиональной переподготовке специалистов по логистике и организации контейнерных перевозок.

УДК 656+658.78
ББК 65.40

ISBN 978-5-7641-0710-3

© Маликов О. Б., Коровяковский Е. К.,
Коровяковская Ю. В., 2015
© ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015

Введение

Контейнерные перевозки – это перевозки грузов в укрупненных транспортных единицах (модулях), позволяющие механизировать операции погрузки и разгрузки, уменьшить трудозатраты на эти операции, сократить простой транспортных средств в конечных пунктах транспортного процесса и в целом себестоимость перевозок грузов на всех видах транспорта.

Контейнерный способ перевозок грузов – наиболее востребованный способ перевозки грузов в мире. Объемы контейнерных перевозок непрерывно растут и во многих регионах достигают ежегодно увеличения на 15–20 % и более.

В контейнерах возят все более разнообразные грузы – не только тарные и штучные, но и жидкие, сыпучие, газообразные. В современной экономике государств контейнерные перевозки играют важную роль, обслуживают наиболее эффективным способом сферы производства, распределения и потребления товаров.

Большое значение для реализации контейнерных перевозок имеют пункты зарождения, распыления и окончания грузопотоков, в которых располагаются грузовые контейнерные терминалы. Все контейнерные потоки начинаются и заканчиваются на контейнерных терминалах, которые формируют их основные параметры: типы и характеристики контейнеров, в которых перевозятся грузы, размеры транспортных партий, тип контейнерных отправок, время отправления транспортных партий и т. д.

В предлагаемом учебном пособии сделана попытка собрать и обобщить опыт кафедры «Логистика и коммерческая работа» ПГУПС по проектированию контейнерных терминалов и определению их параметров на основании проектов терминалов, выполненных для различных экспедиторских, торговых и промышленных предприятий за последние 10–15 лет. Такие терминалы были спроектированы в Петербурге, под Москвой, в Самаре, Новороссийске, Новосибирске, Екатеринбурге, Забайкальске и других российских городах.

Учебное пособие может помочь студентам и преподавателям при изучении дисциплин «Грузовые терминалы», «Контейнерная транспортная система», «Транспортная логистика» и др.

Основные положения по проектированию контейнерных терминалов приведены в [1, 2, 6, 7].

1. УСТРОЙСТВО И ГЕНПЛАН ТЕРМИНАЛА

1.1. Понятие о грузовых терминалах на транспорте

Понятие грузового терминала появилось в России сравнительно недавно. Оно происходит от английского слова *terminal*, которое обозначает конечный пункт транспортного процесса. В действительности на терминале транспортный процесс заканчивается не всегда. Нередко в этом пункте заканчивается один транспортный процесс и начинается другой в цепи поставок грузов или в цепи мультимодальных перевозок (перевозок с участием нескольких видов транспорта).

На железнодорожном транспорте существует понятие «грузовой двор», но очевидно, что это название устарело, так как не соответствует представлению о современном сложном техническом объекте с автоматизированными подъемно-транспортными машинами и системой компьютерного управления в реальном масштабе времени.

Хорошо организованный транспортный процесс должен начинаться и заканчиваться на специальных объектах, приспособленных и оснащенных для наиболее эффективного преобразования грузопотоков. В контейнерной транспортной системе такими объектами являются контейнерные терминалы.

Грузовым терминалом можно назвать отдельно стоящий перегрузочно-складской комплекс на магистральном транспорте, в составе промышленного, строительного или торгового предприятия или расположенный отдельно от этих предприятий и предназначенный для выполнения логистических операций по преобразованию грузопотоков.

Состав и устройство объектов проектируемого контейнерного терминала должны соответствовать планируемым для него функциям по преобразованию контейнеропотоков в логистических цепях, которые будут проходить через него.

В состав грузового терминала могут входить: крытые складские корпуса; открытые складские площадки для контейнеров; железнодорожные и автомобильные подъездные и внутренние пути; служебно-технические и административно-бытовые здания; охраняемые стоянки для автомобилей; гаражи и ремонтные мастерские для транспортных средств, тары, контейнеров, подъемно-транспортных машин; топливозаправочные и экипировочные устройства для транспортных средств; таможенный пост; внешние и внутриплощадочные инженерные сети; причалы и пирсы (у морского терминала); устройства освещения, пожарной и охранной сигнализации и связи, ограждение территории и контрольно-пропускные пункты; помещения для отдыха водителей автомобилей и машинистов локомотивов; помещения для деловых встреч и управления транспортно-складским бизнесом; объекты общественного питания, торговли и развлечений и т. д.

Таким образом, грузовой терминал – это более широкое понятие, чем контейнерная площадка или склад. Отдельные склады и складские площадки являются элементами, составной частью грузового терминала наряду с другими сооружениями и объектами, входящими в его состав.

Грузовые терминалы можно классифицировать:

- *по видам транспорта*, взаимодействующим посредством грузового терминала: железнодорожно-морской, железнодорожно-автомобильный, тримодальный (железнодорожно-автомобильно-морской) и т. д.;
- *роду грузов*, перерабатываемых на терминале: контейнерный терминал и терминал для контейнерных и тарно-штучных (генеральных) грузов, балкерный терминал (для сыпучих грузов), нефтеналивной терминал (для нефти и нефтепродуктов);
- *организационно-правовому статусу*: самостоятельное юридическое лицо, структурное подразделение промышленного, торгового, транспортного или другого, более крупного предприятия;
- *составу объектов и комплексу выполняемых логистических операций*;
- *компоновке генерального плана и направлениям грузопотоков*: линейные, поперечные, продольные, тупиковые, кольцевые и т. д.;
- *характеру грузопотоков*: таможенный терминал для переработки внешнеторговых грузопотоков и терминал для внутрироссийских грузопотоков.

Контейнерный терминал – это грузовой терминал, специализированный на переработке контейнерных грузов.

Грузовые терминалы для контейнеров представляют собой специфическую область логистики и систем доставки грузов, на которых грузы перерабатываются в укрупненных транспортных модулях – контейнерах. Сами контейнеры представляют собой крупногабаритные и тяжеловесные грузы, в них перевозятся ценные грузы и технология их переработки отличается от перегрузочно-складских и транспортных работ с обычными крупногабаритными и тяжелыми грузами.

1.2. Понятие о контейнерах и их классификация

Контейнером называется замкнутая (частично или полностью) нестационарная емкость объемом более 1 м³, служащая для перевозок и временного хранения грузов на открытых площадках.

Контейнеры разнообразны по форме, размерам, роду перевозимых грузов, конструкции и т. д. (рис. 1.1–1.2). В этом учебном пособии рас-

сматриваются грузовые терминалы для крупнотоннажных контейнеров массой брутто 20–30 т – 20-футовых и 40-футовых.

Для измерения контейнеропотоков и вместимости грузовых терминалов в международной практике принята единица «двадцатифутовый эквивалент» – ДФЭ (в английской интерпретации *TEU – Twenty-Foot Equivalent-Unit*) и «сорокофутовый эквивалент» – СФЭ (*FEU – Forty-Foot Equivalent-Unit*). Объемы перевозок и хранения контейнеров рассчитываются в ДФЭ, 40-футовый контейнер считается за 2 ДФЭ.

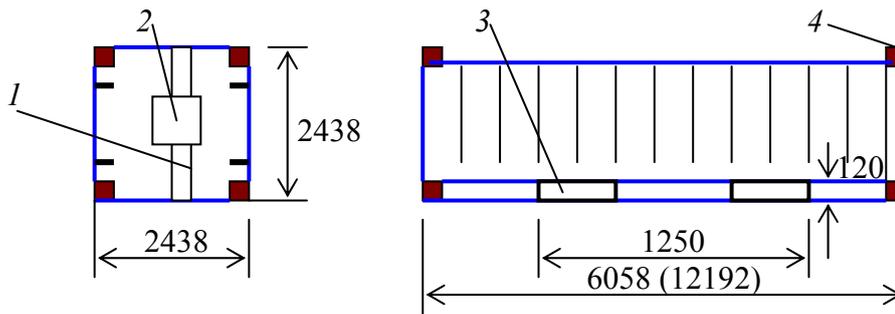


Рис. 1.1. Универсальный крупнотоннажный 20-футовый (40-футовый) контейнер:
 1 – двери; 2 – замок; 3 – проемы для ввода вилочного грузозахвата;
 4 – фитинги для захвата контейнеров грузозахватными приспособлениями кранов и погрузчиков

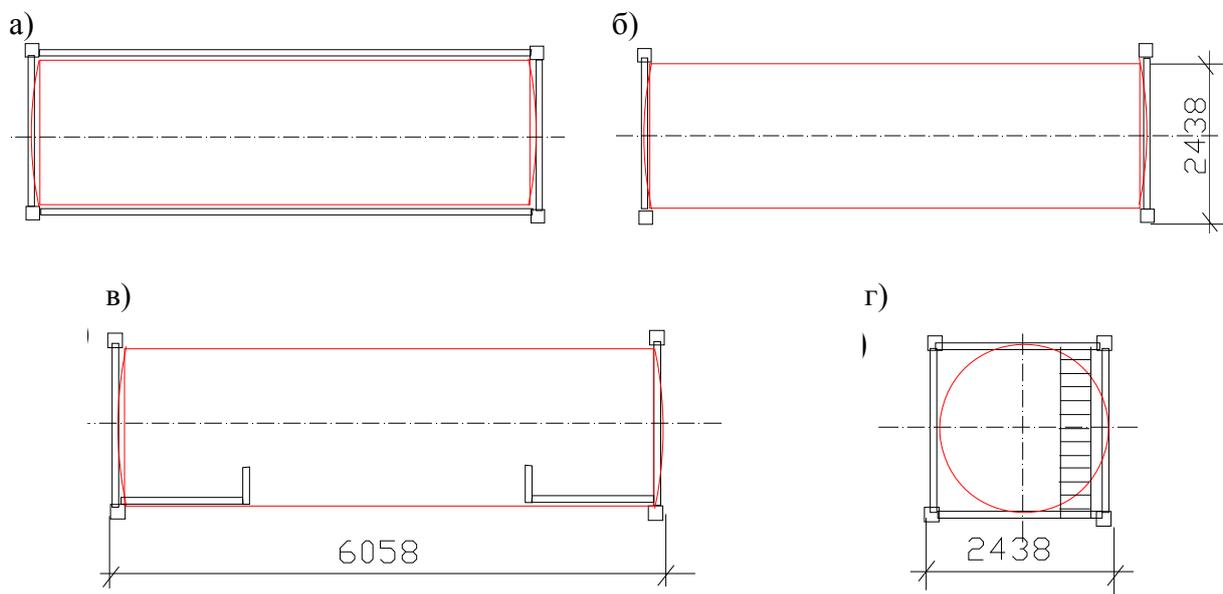


Рис. 1.2. Танки-контейнеры: каркасный (а); с торцевыми стенками (б); с усиленным днищем (в); с верхней площадкой и лестницей (г)

Сыпучие и жидкие грузы, как правило, перевозятся в 20-футовых контейнерах. Для перевозок разных сыпучих грузов используют специальные одноразовые или многооборотные гибкие вкладыши и обычные универсальные контейнеры. Жидкие грузы перевозятся в контейнерах специ-

альной конструкции, которые называются контейнерами-цистернами или танками-контейнерами (см. рис. 1.2).

Основные параметры универсальных крупнотоннажных контейнеров приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные параметры крупнотоннажных контейнеров

Параметры	Значения по типам контейнеров			
	<i>IC</i>	<i>ICC</i>	<i>IA</i>	<i>IAA</i>
Масса, кг: брутто (с грузом) собственная	20 320 2120	20 320 2320	30 480 3480	30 480 3780
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	6058 2438 2438	6058 2438 2591, 2745, 2898	12192 2438 2438	12192 2438 2591, 2745, 2898
Внутренние размеры, мм: длина ширина высота	5867 2330 2197	5867 2330 2350, 2504, 2657	11998 2330 2197	11998 2330 2350, 2504, 2657
Размеры двери, мм: ширина высота	2286 2134	2286 2261, 2415, 2568	2286 2134	2286 2261, 2415, 2568

Из рефрижераторных контейнеров используют обычно 40-футовые. Их наружные размеры – стандартные, но грузовой отсек имеет длину примерно на 800 мм меньше из-за расположения холодильного агрегата в торце контейнера.

1.3. Контейнерные терминалы как часть контейнерной транспортной системы

Контейнерные терминалы представляют собой компоненты Контейнерной транспортной системы (КТС) и размещаются в пунктах взаимодействия разных видов транспорта.

Назначение контейнерных терминалов в транспортных сетях, в логистических цепях контейнерных перевозок или в цепях поставок состоит в преобразовании контейнеропотоков (размеров транспортных партий, времени их прибытия и отправления и др.) при передаче их с одного вида транспорта на другой. Цель этого преобразования грузопотоков состоит в том, чтобы обеспечить дальнейшее эффективное транспортирование грузов, товаров, материалов в контейнерах.

Для этого изменения грузопотоков терминал имеет определенное устройство, техническое оснащение и технологию работы всех составных частей. Поскольку контейнер представляет собой замкнутую емкость, он может храниться и перерабатываться на открытых складских площадках. Такие контейнерные площадки, осуществляющие преобразование грузопотоков в логистических системах контейнерных перевозок, могут размещаться на грузовых терминалах морских или речных портов, на промышленных предприятиях, наряду с другими производственными объектами.

Обычно в составе контейнерных терминалов предусматривают крытые перегрузочные склады и грузовые рампы для загрузки и разгрузки грузов из контейнеров и для прямой перегрузки грузов из контейнеров в вагоны и автомобили и в обратном направлении.

Некоторые основные схемы генплана контейнерных терминалов показаны на рис. 1.3.

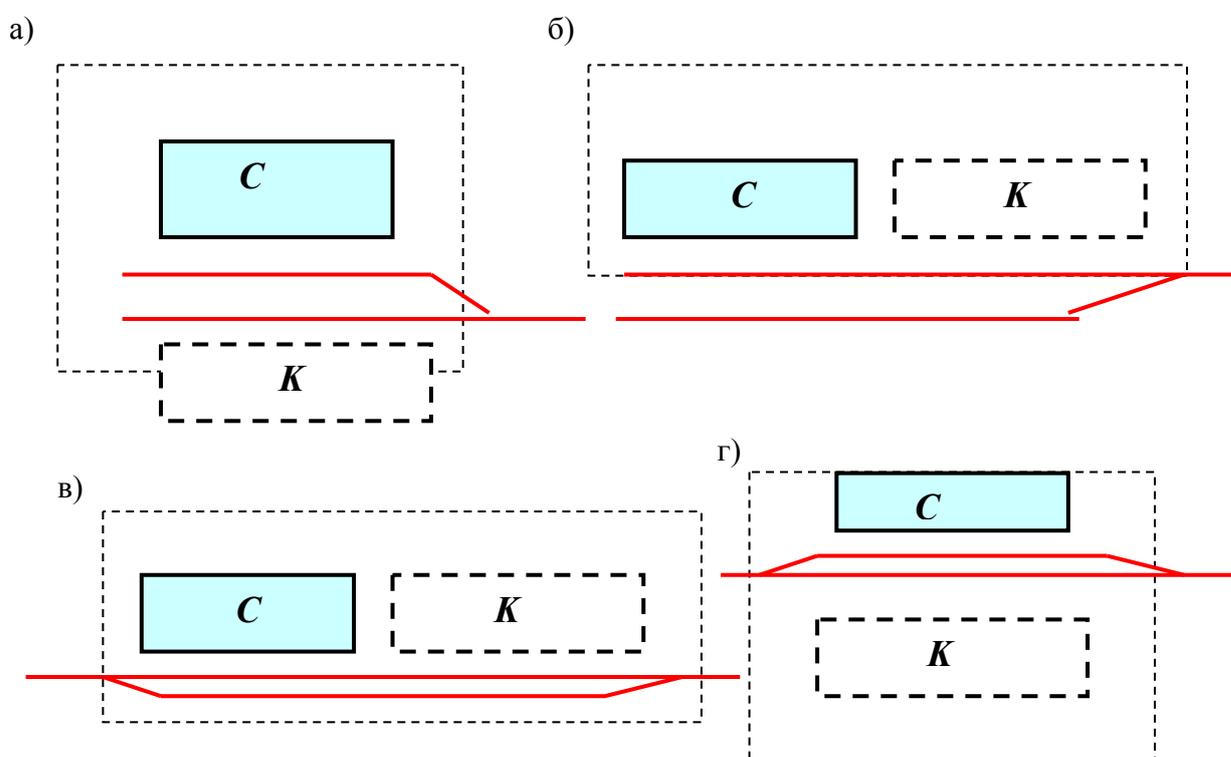


Рис. 1.3. Схемы основных компоновок железнодорожно-автомобильных контейнерных терминалов: тупиковые поперечная (а) и продольная (б), проходные продольная (в) и поперечная (г); С – крытые склады; К – контейнерные площадки

На контейнерном терминале могут быть также контейнерные площадки для разных типов контейнеров – рефрижераторных, контейнеров-цистерн (танков-контейнеров), холодильные склады и все те объекты, которые были перечислены при характеристике грузовых терминалов общего назначения.

1.4. Классификация контейнерных терминалов на железнодорожном транспорте

На железнодорожном транспорте контейнерные терминалы классифицируют:

- по характеру выполняемых работ (грузовые, грузосортировочные и сортировочные);
- функциям, касающимся формирования вагонов с контейнерами и расположения на полигоне дороги (входные – на входе контейнеропотока на дорогу и выходные – на выходе контейнеропотока с дороги);
- объемам переработки контейнеров (малые – со среднесуточной погрузкой до 10 контейнеров в сутки; средние – с погрузкой 11–30 вагонов в сутки; крупные – с погрузкой 3–125 вагонов в сутки);
- типу перерабатываемых контейнеров (для среднетоннажных контейнеров, для крупнотоннажных контейнеров, комбинированные для обоих этих типов контейнеров);
- направлениям и характеру контейнеропотоков (только внутрироссийские или также экспортно-импортные, с таможенным постом и складом временного хранения или без них);
- административному статусу (самостоятельные с собственной товарной конторой и не имеющие своей товарной конторы отдельно от станции, на которой они расположены).

Тип контейнерного терминала, его размеры и функции устанавливаются при его проектировании на основании предварительных маркетинговых исследований экономики соответствующего региона, транспортного узла, характера грузополучателей и грузоотправителей и др.

1.5. Контейнерные терминалы на автомобильном транспорте

Автомобильные контейнерные терминалы аналогичны железнодорожным терминалам, но не имеют подъездных железнодорожных путей: поступление и отправка контейнеров на них осуществляется только автомобильным транспортом. Автомобильные контейнерные терминалы создают в тех пунктах контейнеропотоков, где требуется изменение каких-либо параметров транспортных партий (например, перегрузка грузов из контейнеров, прибывших в автомобилях дальнего следования, в местный автотранспорт меньшей грузоподъемности, таможенная очистка грузов, прибывших из-за рубежа и т. д.). Автомобильные контейнерные терминалы могут создаваться на магистральном автотранспорте, в пунктах взаимо-

действия его с морским, железнодорожным, водным, региональным автомобильным транспортом, при оптовых торговых и экспедиторских предприятиях.

1.6. Классификация контейнерных терминалов по схемам генплана

Для облегчения выбора схемы генплана контейнерного терминала эти схемы классифицируют следующим образом:

- по форме земельного участка (прямоугольник, трапеция, треугольник, сложные неправильные формы);
- схеме путевого развития и направлению подачи-уборки вагонов: тупикового типа (наиболее часто) и проходного типа;
- подходам железнодорожного и автомобильного транспорта (подходы с одной стороны, с разных сторон);
- форме грузопотока (челночный, проходной, кольцевой, комбинированный).

Схемы генплана терминала с вводом железнодорожных путей на середину площадки считаются предпочтительными, поскольку позволяют сразу развести в разные стороны грузопотоки штучных и контейнерных грузов – так, чтобы они не пересекались. Это упрощает размещение объектов на промплощадке терминала и внутритерминальные грузопотоки.

При выборе площадки для строительства контейнерного терминала следует отдавать предпочтение участкам прямоугольной формы или приближающейся к ней, с подходами железнодорожного и автомобильного транспорта с разных сторон (это уменьшает число пересечений железной и автомобильных дорог).

1.7. Принципы разработки схемы генплана контейнерного терминала

При разработке схемы генплана контейнерного терминала рекомендуется руководствоваться следующими основными положениями:

- максимальное использование земельного участка для размещения объектов, которые создают прибыль для терминала (контейнерные площадки, склады, перегрузочные рампы);
- железнодорожные пути должны быть по возможности подведены ко всем складам и открытым площадкам (притом желательно, чтобы каждая открытая площадка и склад имели свой железнодорожный погрузочно-разгрузочный путь и была обеспечена возможность независимой подачи и уборки вагонов от

этих складов, для чего должны быть организованы съезды между путями);

- при разветвлении путей на площадке терминала входной стрелочный перевод должен располагаться в пределах территории терминала;
- количество стрелочных переводов и переездов через внутриплощадочные железнодорожные пути должно быть минимальным;
- обеспечение подъездов для большегрузных автомобилей к складам шириной не менее 35 м для разворота на 90°;
- обеспечение одностороннего кольцевого движения автотранспорта на площадке в направлении против часовой стрелки (при левостороннем расположении руля на автомобиле);
- стоянки для большегрузных автомобилей (предварительно принимается 20–30 % от суточного автомобилепотока, в последующем уточняется расчетами) должны иметь достаточную вместимость;
- обеспечение возможности применения современных технологических и объемно-планировочных решений при выборе параметров складских зданий;
- с целью наибольшего рационального использования площади земельного участка на внутриплощадочных железнодорожных путях должны применять радиусы кривых 200 м и стрелочные переводы крутых марок;
- общехозяйственные вспомогательные объекты и сооружения необходимо размещать в одной зоне и местах, удаленных от основных технологических процессов переработки грузов, с учетом мест ввода внешних инженерных сетей на участок);
- предусматривать тротуары, пешеходные дорожки и дорожную разметку для безопасного прохода работников терминала;
- при формировании маршрутных контейнерных поездов на терминале длина внутренних железнодорожных путей должна быть не менее 850 м (из расчета 41 фитинговой 60-футовой платформы в составе поезда);
- расстояние между параллельными погрузочно-разгрузочными путями принимается 5,3 м, необходимая длина путей для размещения стрелочного перевода – 40–50 м;
- погрузочно-разгрузочные железнодорожные пути необходимо располагать снаружи крытых складов и укрывать их навесами с шириной пролета 9 или 12 м, полезной высотой от уровня головки рельса до низа балок покрытия 6 м;

- с учетом движения большегрузных автомобилей по терминалам ширину внутренних автодорог с односторонним движением принимать 6 м, с двухсторонним – 12 м, внутренние радиусы поворота автодороги – 12 м;
- вокруг складов площадью более 5000 м² должен быть кольцевой противопожарный проезд шириной не менее 4 м;
- автостоянки для грузовых автомобилей предусматривать шириной 18 м, длиной – из расчета 4 м на 1 автомобиль при установке автомобиля под 90° к проезду и 5,5 м на 1 автомобиль при установке автомобиля под 45° к проезду;
- автостоянки для легковых автомобилей принимать шириной 6 м (с учетом половины ширины проезда), а по длине – 2,5 м на 1 автомобиль;
- с учетом строительных модулей складские корпуса должны иметь широкие пролеты (24 или 18 м) и длину, кратную 6 м;
- следует максимально блокировать (объединять) здания на промплощадке терминала;
- должно быть обеспечено достаточное число мест погрузки-разгрузки автомобилей на контейнерных площадках и у крытых складов и полос движения у КПП на въезд-выезд автотранспорта с терминала (принимается сначала ориентировочно, а затем уточняется расчетами);
- обеспечение возможности поэтапного строительства объектов терминала без нарушения технологических процессов ранее введенных в действие объектов;
- обоснованное сохранение существующих объектов и сооружений на промплощадке при реконструкции терминала.

1.8. Расчет некоторых параметров контейнерного терминала

Число мест для грузовых автомобилей на автостоянках в пределах контейнерного терминала определяют по формуле:

$$R_a = \frac{(N_{\text{пр}} + N_{\text{от}}) \cdot t_a}{T_a}, \quad (1.1)$$

где R_a – число мест на автостоянках;
 $N_{\text{пр}}$ – число прибывающих автомобилей с контейнерами за сутки;
 $N_{\text{от}}$ – число отправляемых автомобилей с контейнерами за сутки;
 t_a – время стоянки автомобилей на площадке терминала, ч;
 T_a – время работы терминала по обработке автомобилей в сутки.

Число полос движения и контроля автомобилей при въезде-выезде с терминала на контрольно-пропускном пункте (КПП) определяют по формуле:

$$A_{\text{КПП}} = \frac{(N_{\text{пр}} + N_{\text{от}}) \cdot t_{\text{КПП}}}{T_a \cdot 60}, \quad (1.2)$$

где $A_{\text{КПП}}$ – число полос движения автомобилей у КПП терминала;
 $N_{\text{пр}}$ – число прибывающих автомобилей с контейнерами за сутки;
 $N_{\text{от}}$ – число отправляемых автомобилей с контейнерами за сутки;
 $t_{\text{КПП}}$ – время контроля одного автомобиля на КПП терминала, мин;
 T_a – время работы терминала по обработке автомобилей в сутки, ч.

По результатам разработки схемы генплана контейнерного терминала следует оценить ее эффективность, которая характеризуется полезным использованием территории терминала. Численными оценками эффективности использования промплощадки терминала являются: коэффициент застройки территории K_S и коэффициент полезного использования территории K_T .

Коэффициент застройки территории определяется по формуле:

$$K_S = \frac{1}{S \cdot 10^4} \sum_{i=1}^n S_i, \quad (1.3)$$

где S_i – площадь i -го объекта, м²;
 S – общая площадь земельного участка, га.

Коэффициент K_S для контейнерного терминала должен быть не менее 0,4–0,5.

Коэффициент полезного использования территории контейнерного терминала K_T учитывает только те объекты терминала, которые приносят доход, т. е. контейнерные площадки и крытые склады, и поэтому более точно отражает полноту использования территории терминала. Он определяется по формуле:

$$K_T = \frac{1}{S \cdot 10^4} \left(\sum_{i=1}^n S_i + \sum_{j=1}^m S_j \right), \quad (1.4)$$

где S_i – площадь i -й контейнерной площадки, м²;
 n – количество контейнерных площадок на терминале;
 S_j – площадь j -го крытого склада или перегрузочной рампы, м²;
 m – количество крытых складов и перегрузочных рамп.

2. ОБОРУДОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Оборудование контейнерных терминалов можно разделить на две группы:

- основное технологическое оборудование для переработки, перегрузок и складирования контейнеров (краны, погрузчики, грузо-захватные устройства и т. д.);
- оборудование вспомогательных хозяйственных служб и сооружений контейнерного терминала (электротехническое, сантехническое, ремонтное, охранное, устройства связи, сигнализации, пожаротушения и т. п.).

Виды подъемно-транспортного оборудования контейнерных терминалов связаны с компоновкой генплана терминала и зависят от типа перерабатываемых контейнеров.

Крупнотоннажные 20- и 40-футовые контейнеры перерабатывают козловыми и мостовыми порталными пневмоколесными кранами, а также различными контейнерными автопогрузчиками.

2.1. Основное технологическое оборудование участков контейнерного терминала

Основные участки контейнерного терминала оснащаются следующим оборудованием:

- зона хранения контейнеров (обычно применяется штабельное хранение как наиболее дешевое): краны козловые (*RMG – Rail-Mounted-Gantry*), краны мостовые порталные пневмоколесные (ППК) (*RTG – Rubber Tyred Gantry*), автопогрузчики скрановой стрелой АКС (ричстакеры); порталные автопогрузчики (ПАП) (*SC – Straddle Carrier*);
- участок погрузки и разгрузки железнодорожного транспорта (грузовой железнодорожный фронт является составной частью этого участка): краны козловые рельсовые (*RMG*) и автопогрузчики с выдвижной крановой стрелой АКС – ричстакеры;
- участок погрузки и разгрузки автомобильного транспорта: краны козловые рельсовые (*RMG*), краны безрельсовые пневмоколесные ППК (*RTG*), порталные автопогрузчики ПАП (*SC*), автопогрузчики с крановой стрелой АКС (ричстакеры).

В некоторых вариантах технического оснащения контейнерного терминала для указанных технологических участков могут использоваться одинаковые типы оборудования.

Автопогрузчики с выдвижной крановой стрелой – ричстакеры применяют для складирования груженых и порожних контейнеров до 5 ярусов по высоте. Они могут работать в проходах шириной 15 м. Некоторые из этих моделей автопогрузчиков могут брать контейнеры из второго ряда по глубине штабеля или со второго параллельного пути.

2.2. Козловые краны

Козловые краны для переработки крупнотоннажных контейнеров изготавливают тульское предприятие «Кран» (г. Узловая Тульской обл.) – с опорной грузовой тележкой и Калининградский завод «Балткран» – с подвесной тележкой. Эти краны имеют грузоподъемность 20–32 т, пролеты 25 и 32 м, вылеты консолей 6–12 м, высоту подъема 8,5–9,5 м, ширину 19 м; скорости движения крана – 52–60 м/мин, тележки – 38–48 м/мин, подъема – 12 м/мин; установленная мощность 105–200 кВт, масса – 88–170 т, давление колес на подкрановые рельсы – 25 т (245 кН), число циклов в час – 15–18.

Козловые контейнерные краны – наиболее распространенный и известный в России тип оборудования, они имеют следующие преимущества:

- питание крана от силовой сети электроснабжения, отсутствие необходимости заправки топливом и расхода топлива, так как нет двигателей внутреннего сгорания;
- более простая конструкция электроприводов по сравнению с приводами автопогрузчика, не обязательно высокая квалификация машиниста крана;
- отечественные производители (отсутствие необходимости приобретения дорогих запчастей за рубежом – шин и т. д.);
- большой срок службы, меньшие амортизационные отчисления;
- меньше вредных воздействий на окружающую среду;
- возможность автоматизации.

Козловые контейнерные краны обеспечивают:

- узкие проходы между штабелями контейнеров, плотное складирование контейнеров;
- меньшие размеры контейнерной площадки при той же вместимости;
- меньшие нагрузки на покрытие контейнерной площадки (большие нагрузки только под подкрановыми путями);
- меньшие капитальные затраты на основание контейнерной площадки ввиду меньших удельных нагрузок на 1 м² площади.

Однако стоимость козлового контейнерного крана с монтажом и сетью электропитания в несколько раз дороже автопогрузчика (более 30 млн руб.).

Рельсовые козловые краны в виде безконсольных передвижных порталов используют в настоящее время за рубежом в основном для прямой перегрузки контейнеров с железнодорожного на железнодорожный и автомобильный транспорт. В последнее время их нередко делают автоматическими. Сравнительная простота автоматизации складирования контейнеров с применением кранов по сравнению с безрельсовыми машинами считается основным преимуществом рельсовых козловых кранов на контейнерных площадках. Тем не менее за рубежом за последние 10–15 лет предпочтение отдают, как правило, безрельсовым машинам – автопогрузчикам и мостовым порталным пневмоколесным кранам (ППК).

2.3. Автопогрузчики

Для переработки крупнотоннажных контейнеров зарубежные компании «Кальмар», «Светрак» (Швеция); «Линде» (Германия); «Белотти», «Феррари» (Италия); «Терекс», «Ноэль» (Франция); «Хайстер» (Великобритания); «Валмет» (Финляндия), ТСМ (Япония) изготавливают различные специальные контейнерные автопогрузчики (рис. 2.1 и табл. 2.1).

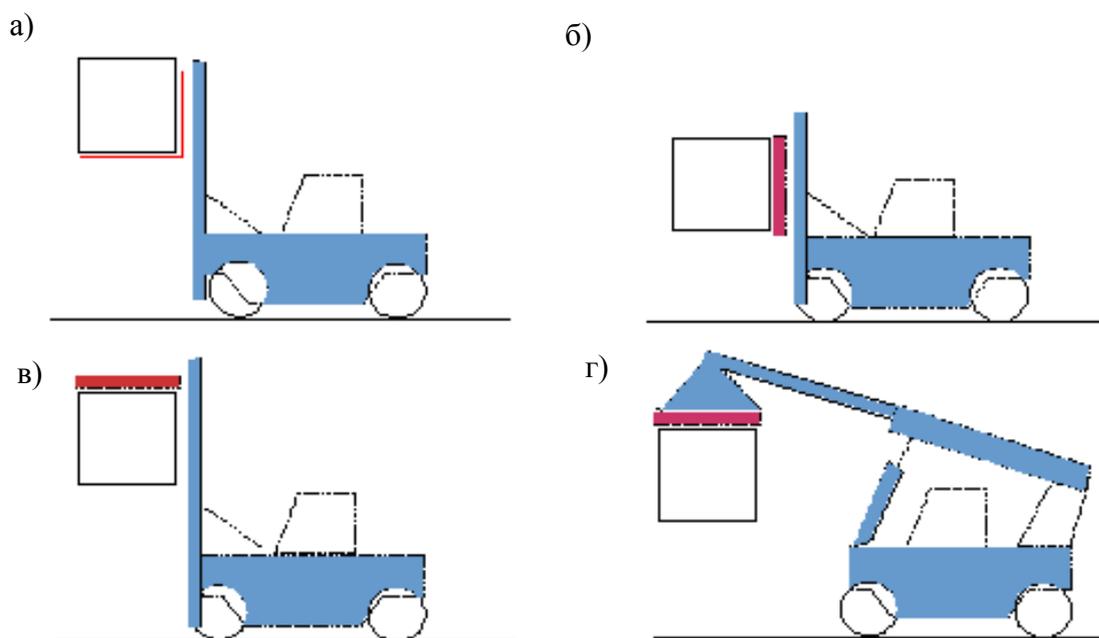


Рис. 2.1. Контейнерные автопогрузчики с фронтальным грузозахватом: с вилочным грузозахватом (а); с боковым спредерным грузозахватом (б); с верхним спредерным грузозахватом (в); с выдвижной крановой стрелой АКС (ричстакер) (г)

Таблица 2.1

Характеристика автопогрузчиков для переработки контейнеров на терминалах

Параметры	С фронтальным грузозахватом	С крановой стрелой (ричстакер)	Портальный
Грузоподъемность, т	30–40	40–55	30,5–40
Высота подъема, м	9–13,4	12,5	5,5–11,7
Ширина проездов, м: для штабелирования пересекающихся под 90°	12–16 10	10–15 12	6–7 20
Габаритные размеры, м: длина ширина высота	10,4 4,15 6,5–9,6	10,7 4,5 4,8–14	9–12,3 4,3–4,9 9–17,5
Число ярусов штабелирования груженых контейнеров по высоте: в первом от проезда ряду во втором ряду в третьем ряду	4 – –	5 4 3	2–3 – –
Число ярусов штабелирования порожних контейнеров по высоте: в первом от проезда ряду во втором ряду в третьем ряду	5 – –	5 4 3	3–5 – –
Производительность перегрузки, контейнеров: за час за сутки за год (тыс. конт.)	8–15 150–300 50–100	10–20 200–400 70–140	12–15 240–300 80–100
Стоимость (со спредером), тыс. долл.	300	400–450	500
Годовые эксплуатационные расходы, тыс. долл.	260	290	320
Себестоимость перегрузки 1 контейнера, руб./конт.-опер.	70–100	90–130	100–120
Давление на покрытие площадки, т/м ²	60–85	65–90	12–20
Собственная масса, т	50–55	55	50
Срок службы, годы	10	10	12
Расход топлива, л/ч	15–20	15–20	12–15

Наибольшее распространение на небольших и средних контейнерных терминалах (при грузопотоках до 500 тыс. ДФЭ в год) получили контейнерные автопогрузчики с выдвижной крановой стрелой АКС (ричстакеры, от *англ.* Reach Stacker, что означает штабелер с выдвижным грузозахватом).

Преимущества контейнерных автопогрузчиков по сравнению с козловыми рельсовыми кранами заключаются в следующем:

- отсутствие подкрановых путей;
- отсутствие сети силовой электроэнергии и затрат на ее сооружение и согласование;
- простота и меньшие сроки ввода контейнерной площадки в эксплуатацию;
- при вводе в эксплуатацию не нужно сдавать автопогрузчики Госгортехнадзору;
- отсутствие необходимости в стропальщиках, сокращение расходов на заработную плату и отчислений в бюджет социального налога;
- лучшее качество изготовления и более высокая эксплуатационная надежность автопогрузчиков;
- возможность штабелирования контейнеров до 5 ярусов по высоте (козловые краны штабелируют до 3 ярусов по высоте);
- более высокие скорости передвижения (150–200 м/мин) по сравнению с краном (60 м/мин), поэтому производительность более высокая;
- простота расширения и реконструкции контейнерной площадки в связи с отсутствием стационарных конструкций;
- увеличение перерабатывающей способности контейнерной площадки при сокращении срока хранения контейнеров за счет установки дополнительных автопогрузчиков на площадке;
- автономность действия, отсутствие зависимости от внешних сетей электроснабжения;
- высокая маневренность; зона действия не ограничена узкой площадкой между подкрановыми путями.

Недостатки автопогрузчиков с крановой стрелой и выдвижным грузозахватом:

- широкие проезды для работы и низкая плотность складирования контейнеров;
- большой расход дизельного топлива;
- большие сосредоточенные нагрузки на подштабельное покрытие и основание;
- высокая стоимость подштабельного основания и покрытия (до 3000 руб./м²);
- сложность и высокая стоимость эксплуатации;
- большие затраты на замену шин, запасных частей технического обслуживания и ремонта.

Автопогрузчики с вилочным грузозахватом, с боковым и верхним спредером дешевле погрузчиков с крановой стрелой (около 12 млн руб.), они могут складировать порожние контейнеры до 7 ярусов по высоте и работать в проходах шириной 12–15 м.

Автопогрузчики применяют на контейнерных терминалах в различных сочетаниях с крановым оборудованием.

2.4. Портальные контейнерные автопогрузчики

Портальный контейнерный автопогрузчик (ПАП или *Straddle Carrier* (SC)), показанный на рис. 2.2, относится к уравновешенным, устойчивым погрузчикам, так как у него проекция центра тяжести перемещаемого груза не выходит за площадь опоры. Контейнер перевозится при расположении в середине погрузчика, между его четырьмя стойками-опорами. Это, а также то, что ему не надо разворачиваться в зоне хранения контейнеров для установки и взятия груза, позволяет ему работать в узких проездах, разумно использовать площадь контейнерной площадки. Контейнеры в этом случае устанавливаются рядами, по одному контейнеру в ряд, с проходами между рядами 1,8–2 м.

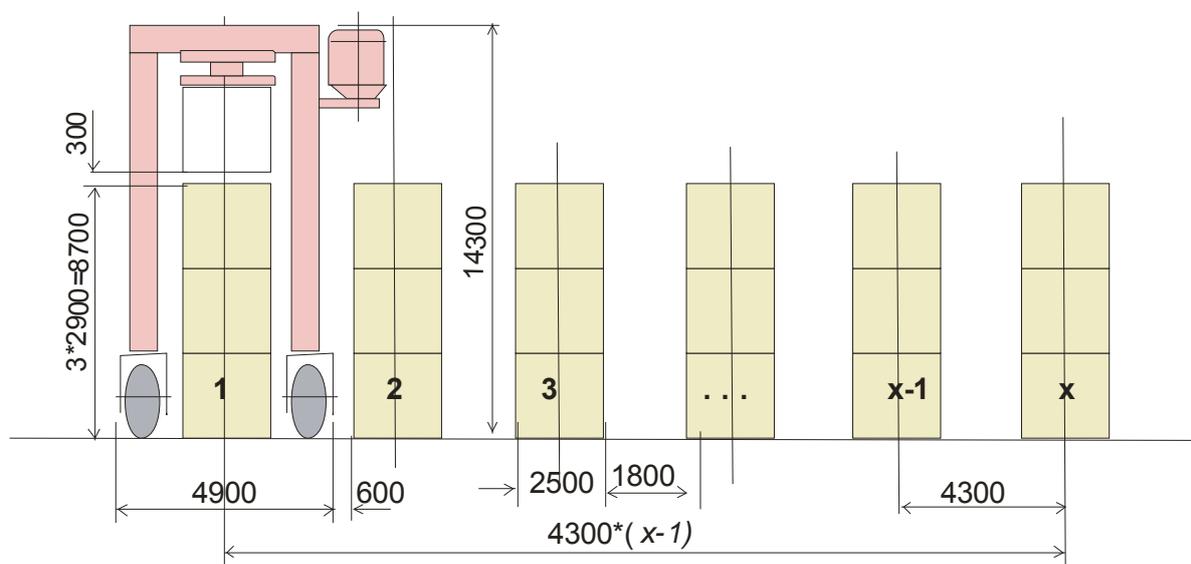


Рис. 2.2. Портальный контейнерный автопогрузчик (ПАП или *Straddle Carrier*)

Портальные автопогрузчики обозначаются по числу контейнеров, устанавливаемых по высоте: 1 через 1, 1 через 2, 1 через 3. Чаще всего используют модели ПАП (*Straddle Carrier*) типа 1 через 2, каждый из которых может складировать 2 контейнера по высоте и еще проносить над ними третий контейнер. Стоит такой автопогрузчик примерно 16–18 млн руб. Показанный на рис. 2.2 портальный автопогрузчик обозначается «1 через 3», так как он может штабе-

Различные варианты технического оснащения контейнерных площадок, представляющие собой сочетание этих видов оборудования на разных участках контейнерной площадки, которые должны рассматриваться при проектировании контейнерного терминала, показаны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Варианты технического оснащения контейнерных площадок

№ п/п	Типы применяемых подъемно-транспортных машин		
	в зоне хранения контейнеров	на участках погрузки-разгрузки транспорта	
		железнодорожного	автомобильного
1	Козловой кран (RMG)	Козловой кран (RMG)	Козловой кран (RMG)
2	RMG + ричстакер	RMG + ричстакер	RMG + ричстакер
3	RMG + RTG	RMG	RMG + RTG
4	RMG + SC	RMG	RMG + SC
5	Ричстакер	Ричстакер	Ричстакер
6	SC	Ричстакер	SC + ричстакер
7	RTG	Ричстакер	RTG + ричстакер

Варианты схем технического оснащения контейнерных площадок показаны на рис. 2.4–2.11.

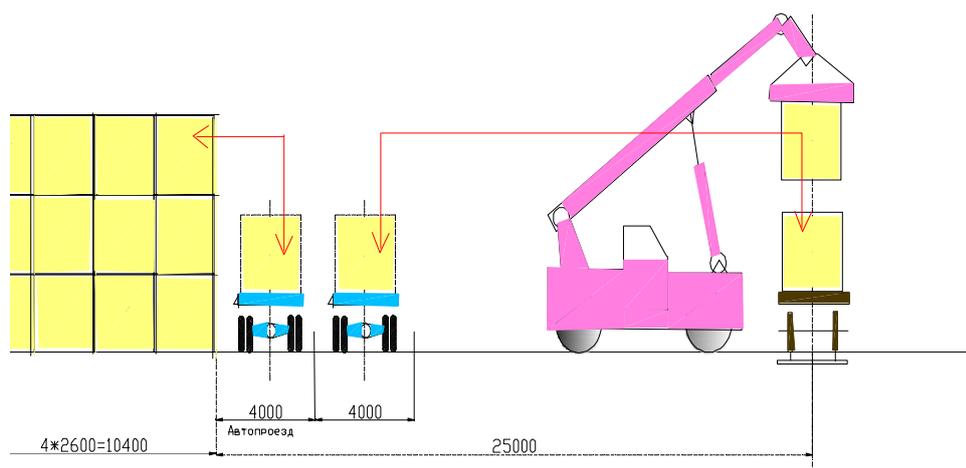


Рис. 2.4. Контейнерная площадка с автопогрузчиком АКС с крановой стрелой – ричстакером

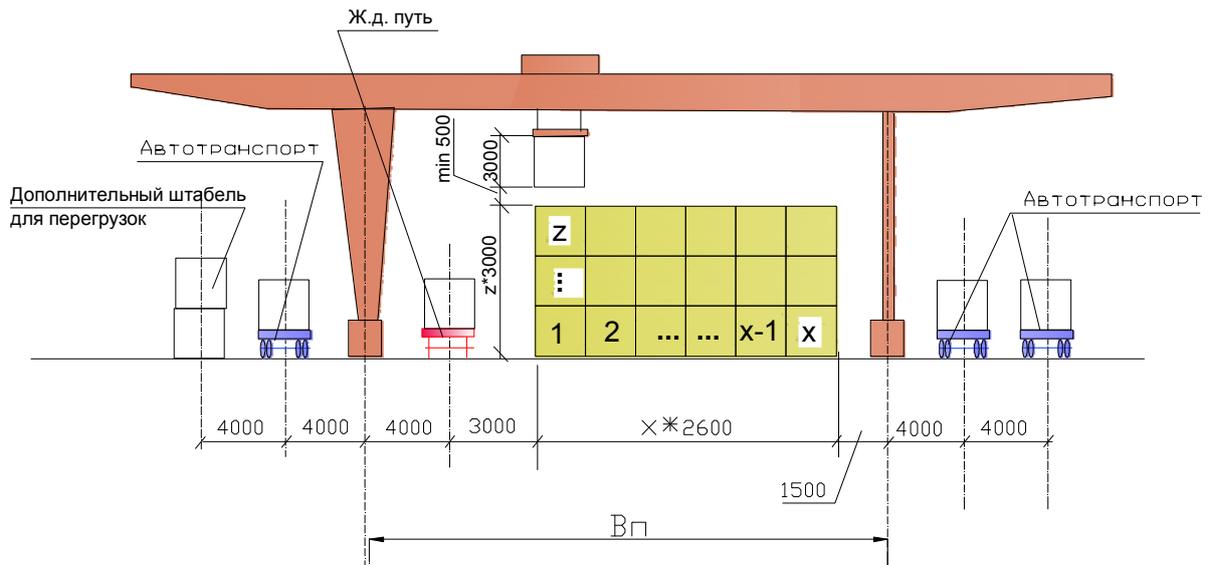


Рис. 2.5. Контейнерная площадка с козловым краном (RMG)

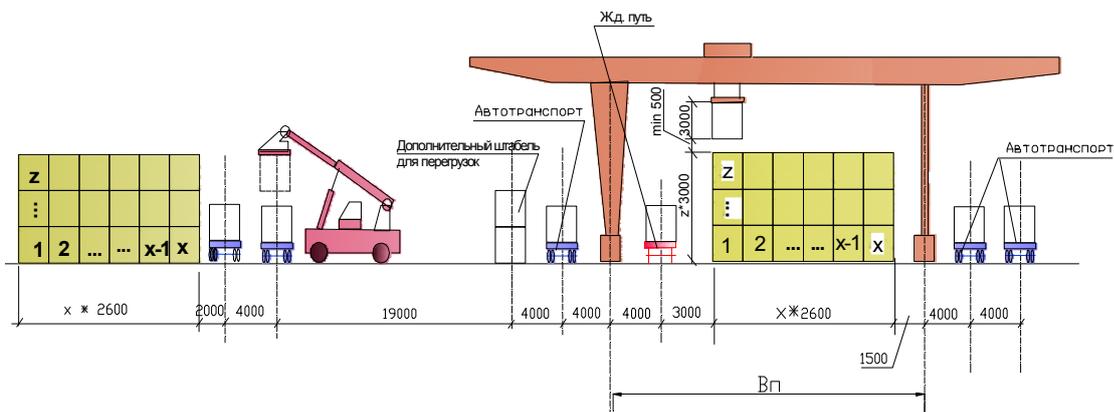


Рис. 2.6. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и ричстакером

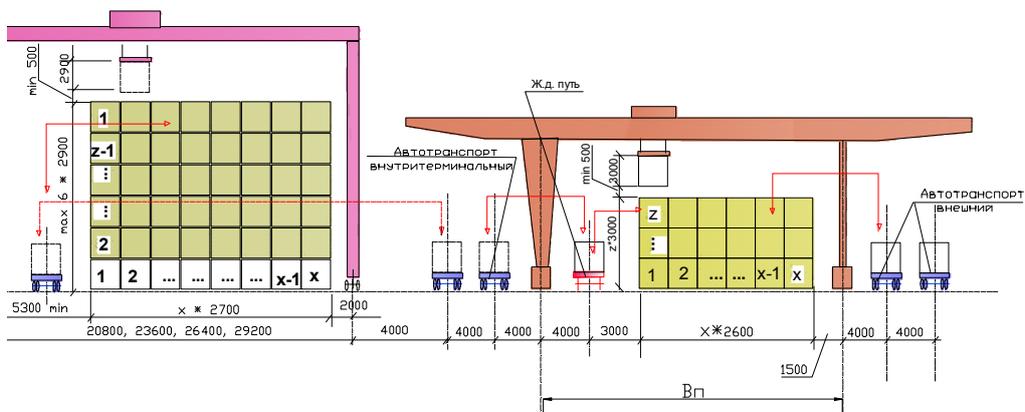


Рис. 2.7. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и порталным пневмоколёсным краном ППК (RTG)

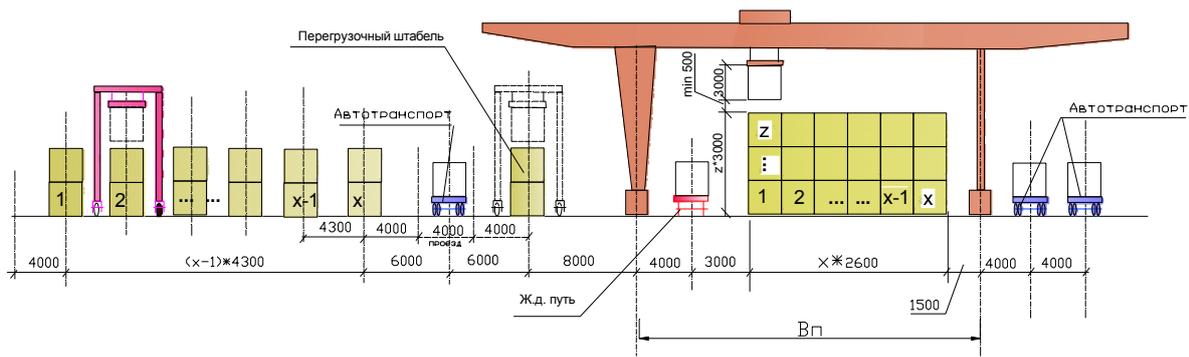


Рис. 2.8. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и портальным автопогрузчиком ПАП (*Straddle Carrier*)

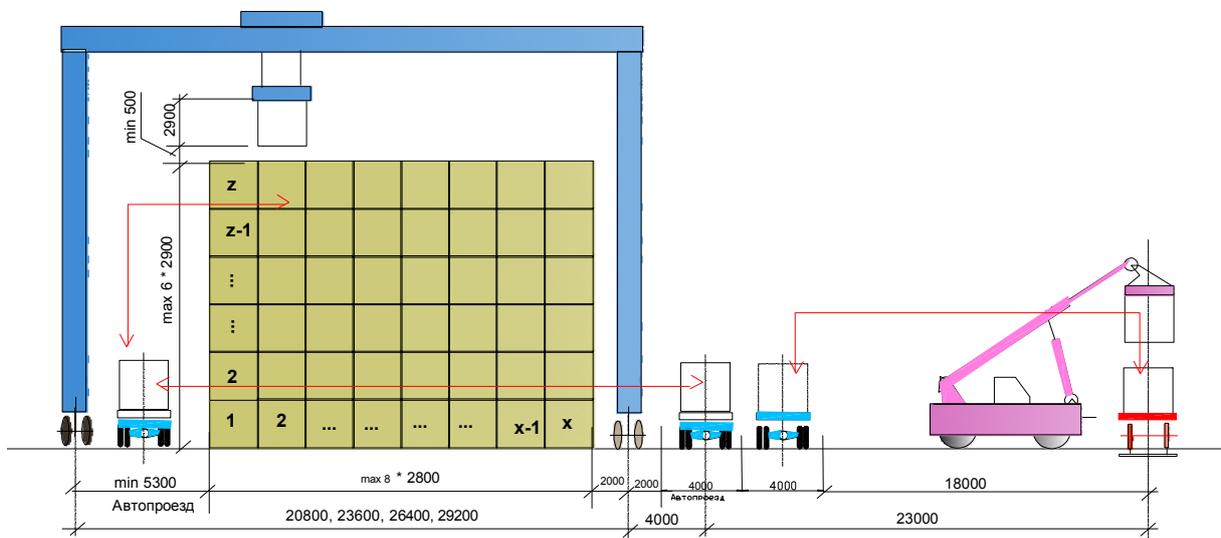


Рис. 2.9. Контейнерный терминал с ричстакерами и портальным мостовым пневмоколесным краном ППК (*RTG*)

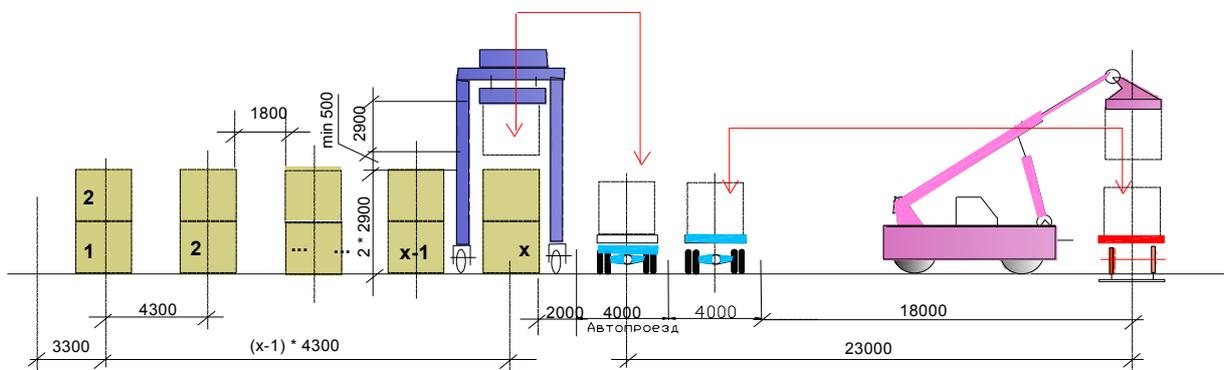


Рис. 2.10. Контейнерный терминал с ричстакерами и портальными автопогрузчиками ПАП (*Straddle Carrier*)

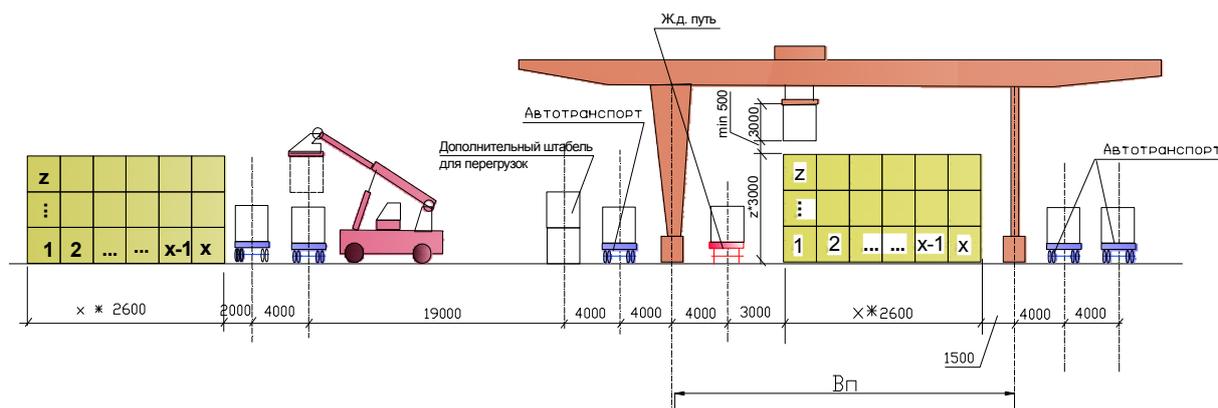


Рис. 2.11. Контейнерный терминал с козловым контейнерным краном (RMG) и ричстакером

По экономическим показателям эти варианты близки друг к другу; в каждом случае проектирования требуются особые технико-экономические обоснования, с учетом конкретных условий для выбора наилучшего варианта.

2.6. Внутрительминальный транспорт

При проектировании контейнерного терминала, кроме выбора технического оснащения трех основных зон (участков) контейнерной площадки, необходимо определить вид внутрительминального транспорта, который перемещает контейнеры с одних технологических участков терминала на другие. Эти перевозки могут осуществляться следующими видами транспорта:

- терминальными автотягачами с полуприцепами (на крупных терминалах большой площади);
- портальными автопогрузчиками ПАП (SC);
- автопогрузчиками с крановой стрелой (ричстакерами).

В последних двух случаях те же машины, которые транспортируют контейнеры по терминалу, могут обслуживать и зону хранения.

Оборудование крытых складов на контейнерных терминалах в этом учебном пособии не рассматривается. С ним можно познакомиться в специальной литературе по складам [3–5].

3. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

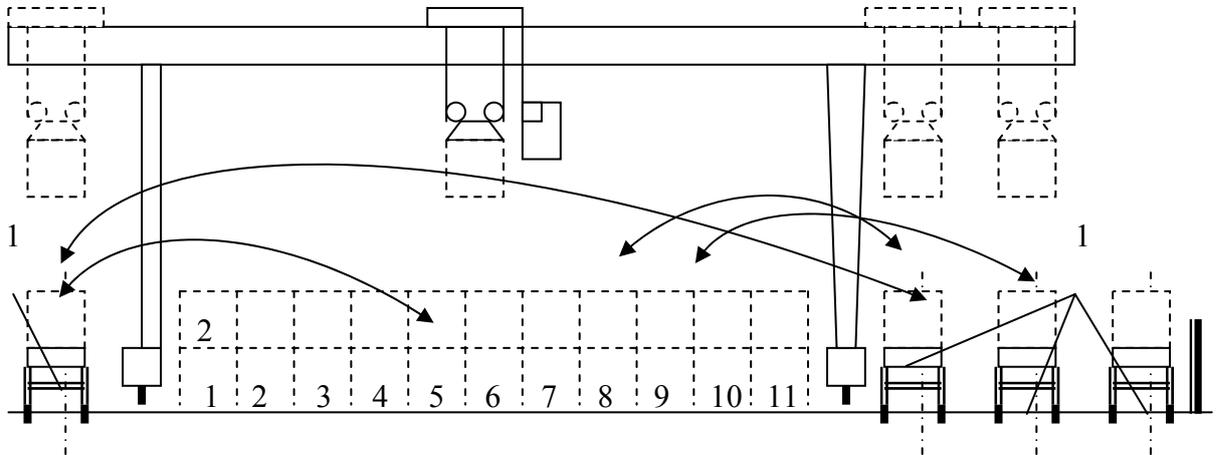
3.1. Технологические операции, выполняемые на контейнерном терминале

На контейнерном терминале могут выполняться следующие технологические операции с контейнерами и самими грузами:

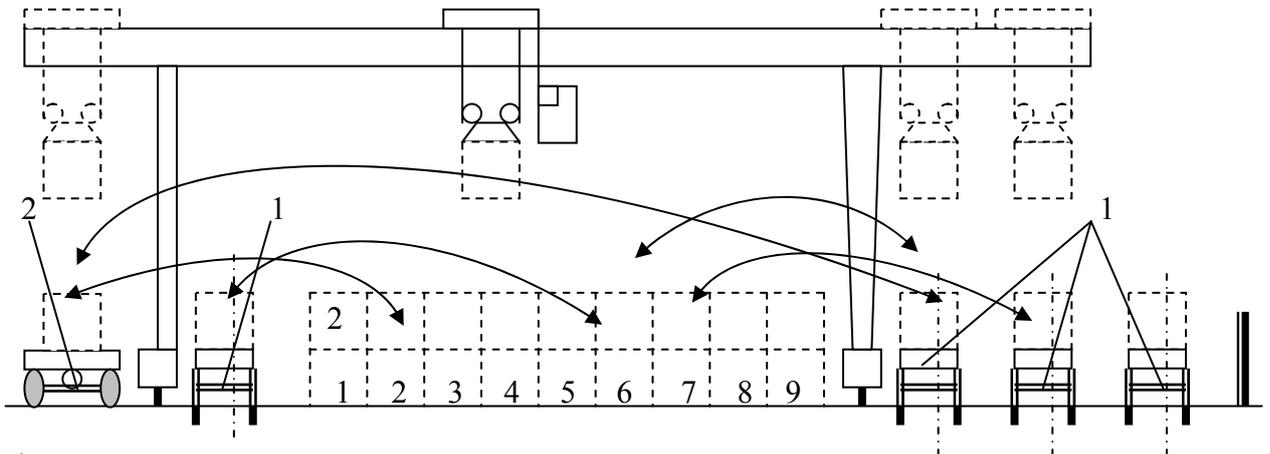
- выгрузка груженых и порожних контейнеров из транспортных средств морского, внутреннего водного, железнодорожного или автомобильного транспорта;
- внутрительминальные (в том числе интермодальные) перемещения контейнеров с одних технологических участков на другие.
- временное хранение груженых и порожних контейнеров на открытых складских площадках (сроки хранения контейнеров на терминалах могут быть от 2–3 до 10–15 суток и более, в зависимости от типа терминала, видов транспорта и характера контейнеропотоков; для хранения груженых и порожних контейнеров предусматриваются отдельные складские площадки);
- погрузка груженых и порожних контейнеров на транспортные средства различных видов транспорта (суда, железнодорожные платформы, автомобили);
- сортировка контейнеров по направлениям дальнейшей транспортировки, регионам, грузополучателям и т. д.;
- перегрузка грузов из железнодорожных вагонов и автомобилей в контейнеры и в обратном направлении, а также из одних контейнеров в другие;
- крепление контейнеров и грузов в транспортных средствах;
- таможенный досмотр, в том числе с выгрузкой грузов из контейнеров и обратной загрузкой;
- оформление транспортных документов на контейнеры и грузы;
- оформление таможенных документов;
- обмен информационными сообщениями с судоходными компаниями и предприятиями смежных видов транспорта;
- техническое освидетельствование транспортных средств, грузов, контейнеров, тары, подъемно-транспортных машин;
- разнообразные виды контроля грузов государственными органами;
- юридическое обеспечение мультимодальных перевозок (оформление договоров на перевозки и др.);
- техническое обслуживание и ремонт контейнеров, поддонов, подъемно-транспортных машин, устройств и сооружений терминала и т. д.

Некоторые варианты перегрузочных операций, выполняемых с контейнерами на терминале с козловым контейнерным краном, показаны на рис. 3.1.

а)



б)



в)

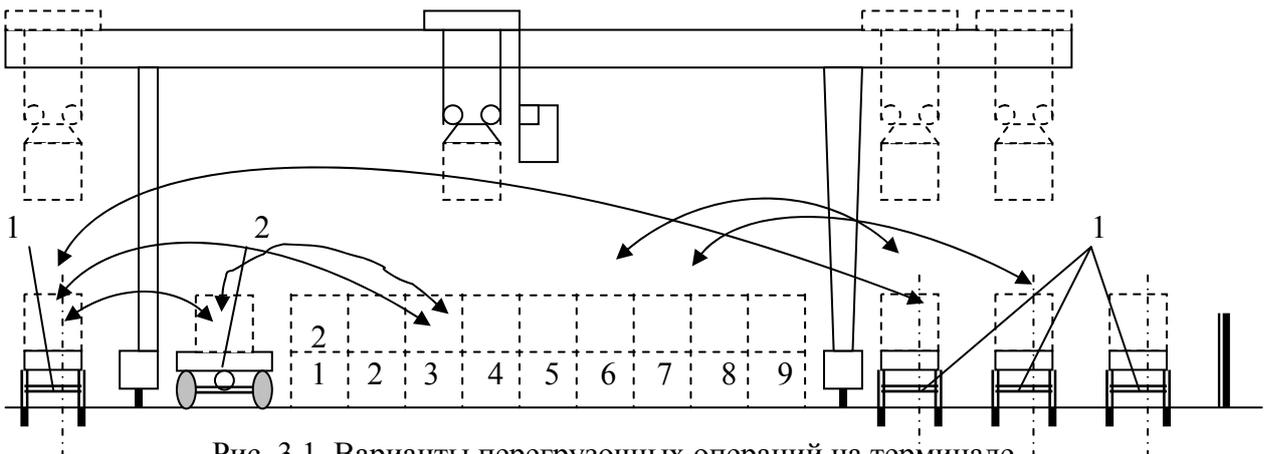


Рис. 3.1. Варианты перегрузочных операций на терминале с козловым контейнерным краном: с одного железнодорожного транспорта на другой (а); с железнодорожного на автомобильный транспорт с подъездом автомобилей под консоль крана (б) и с проездом для автомобилей в пролете крана (в); 1 – железнодорожный транспорт; 2 – автотранспорт

3.2. Технология обработки контейнеров на терминале

Технология обработки контейнеров на терминале в виде электронных документов о грузе может начинаться до прибытия контейнеров, поступающих в базу данных АСУ терминала заранее (БДТ). Таким образом, когда автомобиль с контейнером прибывает к воротам на терминал, в БД уже имеется информация о нем.

Перед въездом на терминал устанавливают большой щит со схемой движения автомобилей по площадке терминала и знак ограничения скорости движения.

Контрольные ворота представляют собой площадку прямоугольной формы, имеющей ограждения по периметру. Въезд автомобиля в ворота регулируется светофором.

Автомобиль останавливается у будки автоинспектора, который проверяет документы на автомобиль. Проверяется исправность контейнера (боковые поверхности и крыша – визуально, а также (либо) с помощью камер видеонаблюдения). Замеченные повреждения отмечаются в накладной на контейнер. Существуют автоматизированные системы пропуска автомобилей на терминалах, работающие на принципах радиочастотной идентификации транспортных средств и контейнеров.

Инспектор кладет транспортную накладную в пульт компьютерного терминала, наносит на нее штамп «Въезд разрешен» и возвращает ее водителю, после чего шлагбаум открывается и автомобиль проезжает к будке, где печатается въездной ярлык. В процессе его продвижения с контейнера считывается его номер. Оператор вводит информацию о контейнере (получатель груза, компания-отправитель, род груза, дата прибытия, стоимость груза, время прибытия, номер места разгрузки). Если эта информация уже есть в базе данных, то она проверяется.

Печатается ярлык с указанием места разгрузки, который вручается водителю автомобиля, и автомобиль следует к указанному месту разгрузки.

Время оформления автомобиля с контейнером на въездных воротах занимает 2–5 минут. Система контроля автомобиля и контейнера позволяет выполнять все операции без выхода водителя из кабины.

При выполнении последующих операций с контейнерами на территории терминала выход водителя из кабины запрещен. Территория терминала имеет тротуары шириной 1,5 м и пешеходные переходы типа «зебра», преимущество прохода на которых имеют пешеходы.

Автомобиль следует к заданному месту разгрузки от контрольных ворот по специальному проезду с дорожной разметкой. Проезды для автомобилей отделены от зоны хранения передвижными или стационарными ограждениями.

Номера мест разгрузки и погрузки написаны крупными яркими буквами на дорожном покрытии. Скорость на территории контейнерного терминала ограничивается 10 км/ч.

Возможна технология с выходом водителя из автомобиля перед контрольными воротами. В этом случае перед воротами должна быть стоянка для автомобилей, проход от которой к бюро инспектора-оператора оборудуется тротуарами, переходами «зебра» и обозначается дорожной разметкой. В бюро оператора документы на груз проверяются на полноту и правильность.

После проверки и оформления документов водитель идет к автомобилю, садится в кабину и подъезжает к контрольным воротам по зеленому сигналу светофора.

На контейнерном терминале предусматривается система адресования расположения контейнеров на площадке. Каждому месту нахождения контейнеров присваивается адрес, имеющий структуру: $A-x-y-z$, где A – номер (или код) блока контейнеров на площадке, x – номер места по ширине площадки, y – номер места по длине площадки, z – номер яруса по высоте (от 2–3 для груженых контейнеров до 5–6 – для порожних контейнеров).

Участки погрузки-выгрузки контейнеров с транспортных средств должны быть расположены вблизи соответствующих блоков, где хранятся контейнеры.

Контейнеры, груженые или порожние, могут прибывать на контейнерный терминал и отправляться с терминала на железнодорожном или автомобильном транспорте.

3.3. Алгоритм загрузки и разгрузки грузов на терминале

В соответствии с этим должна разрабатываться технология загрузки и разгрузки грузов, которую удобно представлять в виде блок-схемы алгоритмов. Пример такого алгоритма показан на рис. 3.2, 3.3.

Описание блок-схемы алгоритма (см. рис. 3.3):

1. Начало технологического процесса приема контейнеров с автомобильного транспорта и включение в действие соответствующей задачи автоматической системы управления терминалом (АСУТ).

2. Автомобиль с контейнером прибывает к воротам терминала и, если на въезде горит зеленый сигнал светофора, подъезжает и останавливается перед закрытым шлагбаумом так, что кабина водителя оказывается напротив кабины автодиспетчера-контролера. Если имеется внешняя автостоянка, то водитель может оставить автомобиль на ней и подойти с документами (*товарно-транспортной накладной – ТТН*) и оформить пропуск.

3. Водитель прибывшего автомобиля с контейнером, не выходя из кабины, передает на КПП автодиспетчеру-контролеру документы на груз и автомобиль, и контролер проверяет правильность их оформления и наличие всех необходимых сведений: код и наименование грузовладельца, перевозчика груза, номера ТТН и автомобиля, фамилию водителя, обращаясь к базе данных (БД) системы управления (АСУ).



Рис. 3.2. Блок-схема алгоритма приема контейнеров с автотранспорта (операторы 1–12)

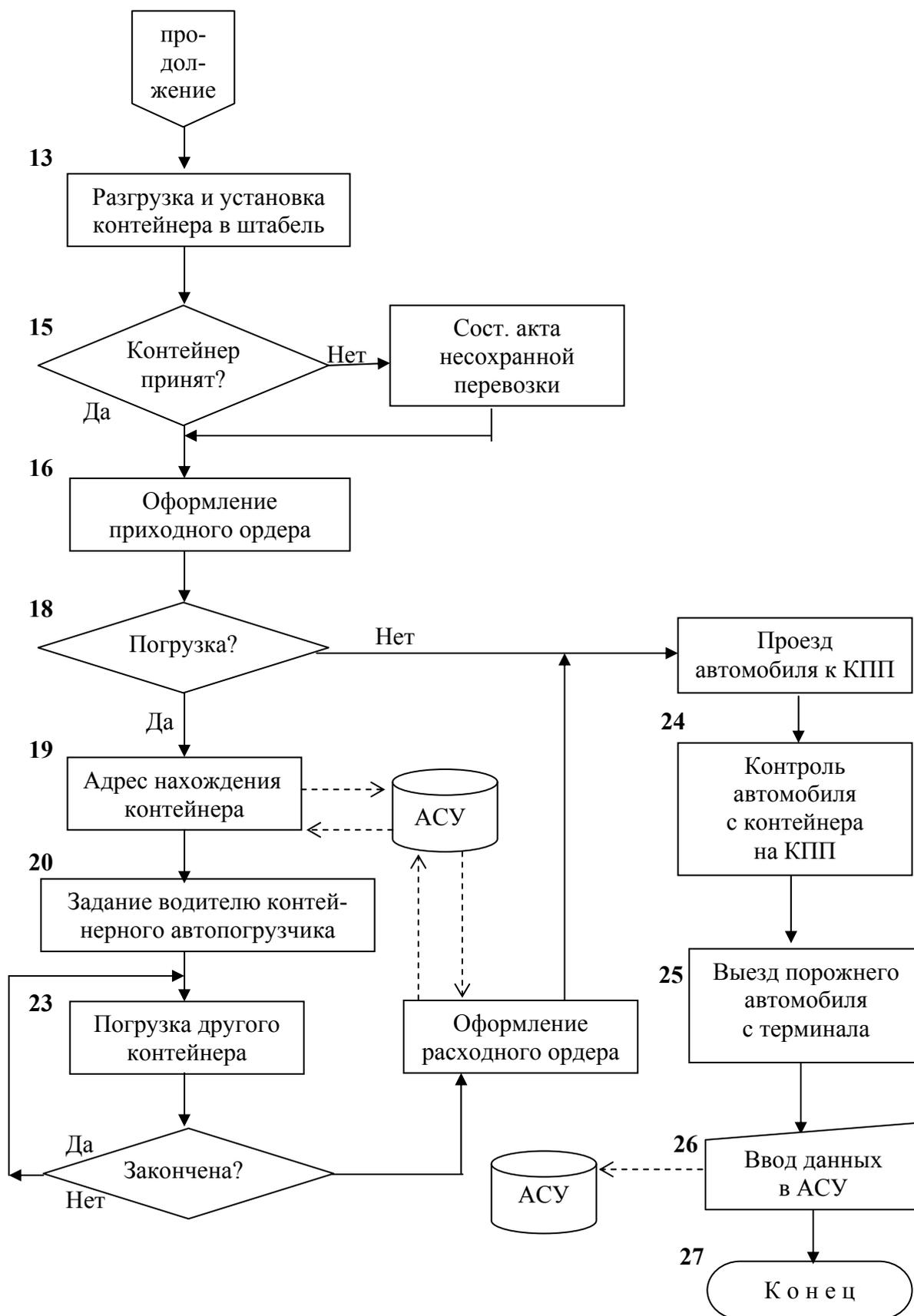


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритма приема контейнеров с автотранспорта (операторы 13–27)

4. Из БД контролер узнает, была ли предварительная заявка на завоз контейнера и поступали ли на него документы заранее.

5. Если сведений по предварительной заявке на прибытие контейнера в БД не обнаружено, контролер, проверив код грузовладельца (на наличие договора с ним на обслуживание его грузов на терминале), сам вводит в АСУ данные о контейнере и автомобиле и оформляет документы на въезд.

6. Если заявка на прибытие контейнера и документы на него поступали ранее, АСУ по запросу контролера выдает эти данные, сразу печатает *приходный ордер* и присваивает код операции приема контейнера. Код операции позволяет контролировать прохождение переработки контейнера и в дальнейшем – при необходимости найти сведения об этом в архиве БД. АСУ может печатать также *пропуск* на въезд автомобиля, но лучше если пропуском будет служить сам *приходный ордер*, это сократит число оформляемых документов.

7. Фиксируется, относится прибывший на автомобиле контейнер к разряду таможенных грузов или это контейнер свободного обращения.

8. Если прибывший контейнер относится к разряду таможенных грузов, то осуществляется переход к технологии приема таможенных грузов (см. отдельный алгоритм).

9. Если таможенный груз прибыл на автомобиле в контейнере, то в приходном ордере отмечается место разгрузки его контейнерным автопогрузчиком (КАП), чтобы водитель знал, куда подать автомобиль под выгрузку. Кроме этого, указывается и место установки таможенного контейнера в штабеле на площадке (это определяет АСУ по особому алгоритму).

10. Автомобиль с контейнером проходит контроль на КПП (внешний осмотр контейнера, пломбы, проверка документов) и проезжает на участок погрузки-разгрузки контейнеров. Здесь он останавливается в положенном месте, которое обозначено крупными цифрами на покрытии автодороги.

11. В момент прибытия автомобиля с грузным контейнером КАП может быть свободен или занят внутрискладской перегрузкой контейнеров. Водителю этого КАП с КПП сообщают (по радиотелефону, громкоговорящей диспетчерской связи или с помощью переносной радиостанции) о прибытии автомобиля с таможенным контейнером, который необходимо разгрузить и поставить на определенное место на контейнерной площадке. Разгрузка прибывшего на автомобиле таможенного контейнера имеет приоритет перед внутрискладскими перегрузочными операциями, поэтому КАП к моменту прибытия автомобиля должен быть, как правило, свободен (пока автомобиль подъезжает и проходит контроль на КПП).

12. Если КАП занят внутрискладскими перемещениями контейнеров, автомобиль, прибывший с контейнером, ожидает на том месте разгрузки, которое было для него определено при въезде на терминал. Поскольку время цикла работы КАП составляет порядка 3–7 мин, ожидание автомобилем его освобождения не превысит этого времени. Новую работу погрузчик не начнет, поскольку задания он получает от АСУ, которая назначит ему следующей работой разгрузку прибывшего автомобиля с контейнером.

13. Контейнер разгружается КАП с автомобиля и устанавливается в заданное место в штабель. Это занимает 2–5 мин, в зависимости от расстояния перемещения контейнера по площадке.

14. Кладовщик контейнерной площадки, осмотрев контейнер и пломбу на нем, проходит с водителем автомобиля в свой кабинет и вводит в АСУ дополнительные данные о приеме контейнера (номер контейнера, время приема, место установки контейнера (если оно отличается от того, которое раньше было предусмотрено АСУ), состояние контейнера и пломбы, дальнейшее его назначение).

15. Если контейнер или пломба на нем повреждены, то СУ по запросу кладовщика печатает *акт несохранной перевозки*, который подписывают водитель автомобиля и кладовщик. Дальнейшие действия по несохранным перевозкам – в особой инструкции.

16. Если прибывший контейнер и пломба на нем не имеют повреждений и замечаний нет, кладовщик ставит на приходном ордере свой личный штампик «Контейнер принят». Если для въезда на терминал используется еще и пропуск, то такой же штампик ставится на пропуске. Это служит основанием для пропуска автомобиля при проезде КПП.

17. Если контейнер терминалом принят, автомобиль может уезжать. Однако всегда целесообразно избегать порожних пробегов автомобилей, поэтому решается вопрос, есть ли на терминале контейнеры внутрироссийского обращения или таможенные, но уже прошедшие таможенную очистку, чтобы один из них можно было вывезти с терминала на этом автомобиле. Для этого кладовщик обращается в БД, которая сообщает, есть ли такие контейнеры в настоящее время. Если такие контейнеры к вывозу есть, то вопрос о погрузке другого контейнера на освободившийся автомобиль решается с водителем (который согласовывает это со своим автопредприятием).

Загрузка автомобиля другим контейнером всегда выгодна всем участникам логистического процесса: терминалу (так как освобождается место в зоне хранения для размещения других контейнеров), грузополучателю (так как он быстрее получит свой груз), автопредприятию-перевозчику и самому водителю (так как они заработают больше, избежав порожнего рейса).

18. Если контейнера для погрузки в освободившийся автомобиль нет или по каким-нибудь причинам его нельзя вывезти, автомобиль с участка погрузки-выгрузки контейнеров направляется к выезду с терминала.

19. Если есть контейнер, готовый к вывозу с терминала (например, уже прошедший таможенную очистку и получивший статус «Выпуск разрешен»), то АСУ по запросу кладовщика контейнерной площадки указывает номер этого контейнера, код операции его обработки и адрес нахождения на контейнерной площадке (адрес – номер штабеля, номер ряда по ширине и номер контейнера по длине штабеля). Повторная загрузка автомобиля контейнером согласовывается с водителем и с автопредприятием-

перевозчиком. Осуществляется переход к технологии выдачи контейнеров с терминала на автотранспорт.

20. АСУ дает команду (через диспетчера) водителю КАП: с какого адреса взять контейнер и каков номер места погрузки, где стоит автомобиль, на который следует загрузить этот контейнер. Команда о погрузке контейнера включает два адреса: откуда взять контейнер и куда его подать, она может быть дана (в зависимости от оснащения терминала) по радиотелефону, громкой диспетчерской связи или переносной радиостанции.

21. Контейнерный автопогрузчик перевозит грузеный (или порожний) контейнер с заданного места в штабеле и грузит его на автомобиль, стоящий на заданном месте участка погрузки-разгрузки контейнеров. Эта операция, в зависимости от расстояния перевозки контейнера, занимает 2–5 мин.

22. Автомобиль находится на заданном ему месте погрузки, пока на него не будет погружен другой контейнер.

23. Система управления по запросу кладовщика контейнерной площадки печатает *расходный ордер* на выдаваемый контейнер, который подписывают водитель автомобиля и кладовщик. Один экземпляр приходного ордера остается у кладовщика, а второй забирает с собой водитель, и он служит ему основанием для выезда с терминала (если не используются специальные пропуска). Если при въезде на терминал оформляется еще и специальный пропуск, то кладовщик ставит на нем свой личный штампик с указанием номера загруженного контейнера. Автомобиль с контейнером едет к выезду с терминала (оператор 18). Специальный пропуск может быть в виде пластиковой карты, которая выдается при въезде на терминал и сдается при выезде с терминала.

24. Автомобиль проходит контроль на КПП у ворот (осмотр порожнего автомобиля или автомобиля и контейнера, проверка документов, сдача пропуска, если он был выписан). Автодиспетчер-контролер на КПП вводит в АСУ сведения о времени выезда порожнего автомобиля и код операции заезда на терминал таможенных грузов. Время выезда с терминала отмечается также в ТГН на принятую транспортную партию груза (контейнер).

25. Порожний или грузеный контейнером автомобиль выезжает с терминала через ворота.

26. Кладовщик вводит при необходимости дополнительные данные в АСУ о приеме контейнера на терминал.

27. Окончание технологического процесса приема таможенных грузов с автотранспорта и соответствующей задачи АСУ.

На контейнерном терминале могут выполняться грузовые операции по загрузке или выгрузке грузов из контейнеров. Примеры таких операций приведены на рис. 3.4 и 3.5.

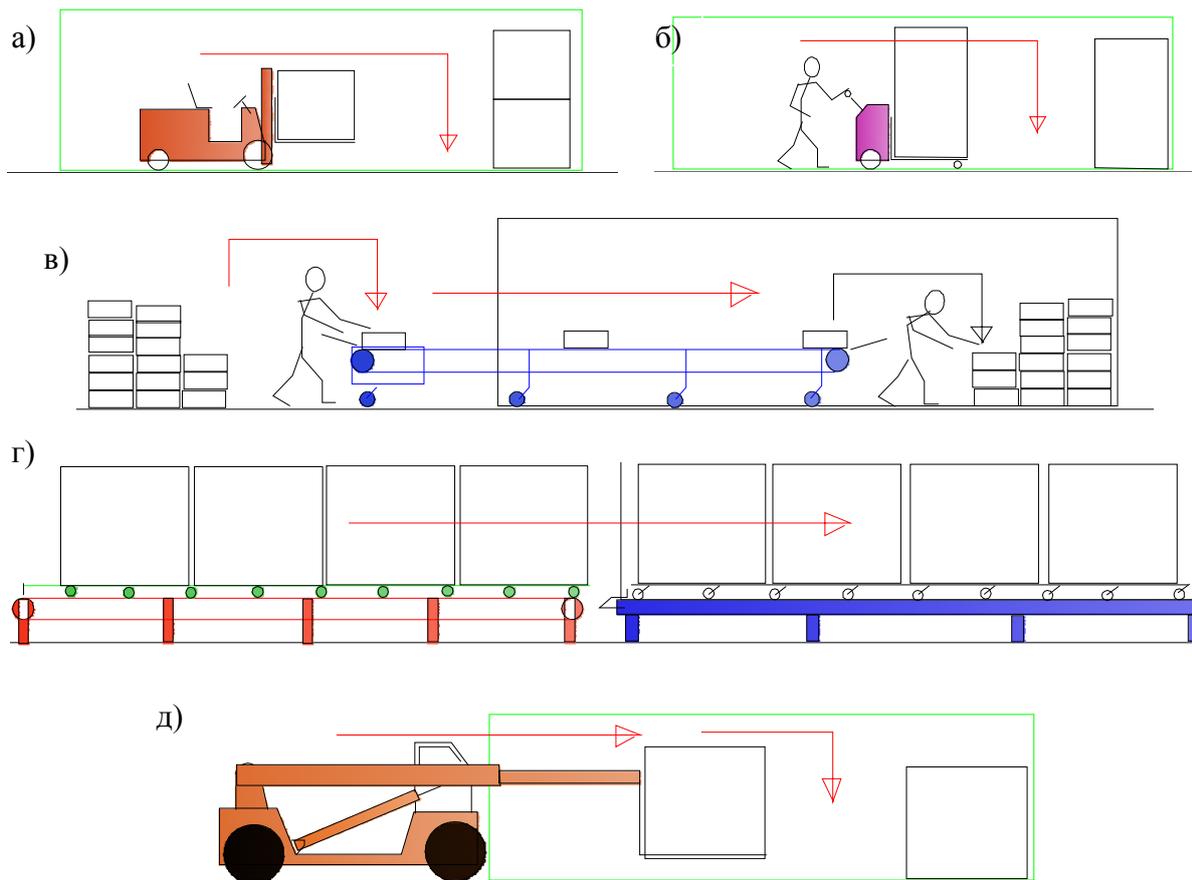


Рис. 3.4. Способы загрузки и выгрузки грузов из контейнеров:
 на поддонах погрузчиками (а) и электротележками (б),
 штучных – ленточным конвейером (в), крупногабаритных – передвижной
 платформой (г) и погрузчиком с выдвижным грузозахватом (д)

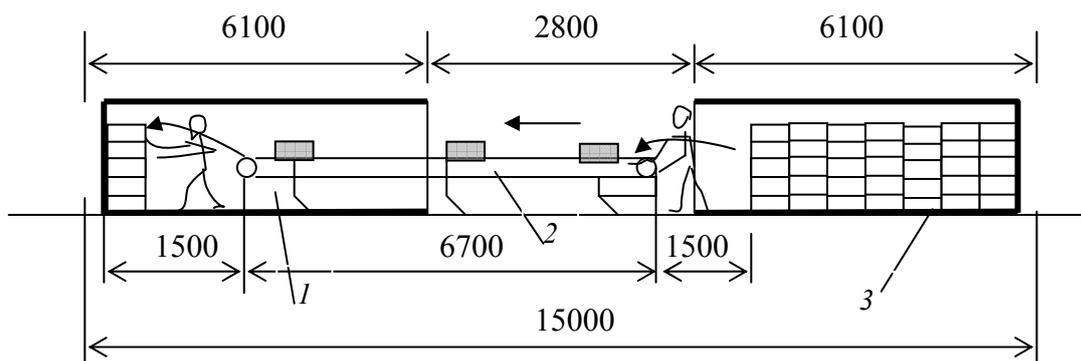


Рис. 3.5. Технологическая схема перегрузки штучных грузов из одного контейнера
 в другой на открытой площадке:
 1 – порожний контейнер, в который надо загрузить грузы;
 2 – передвижной ленточный конвейер;
 3 – груженный контейнер, из которого нужно выгрузить грузы

При перегрузке грузов из одного контейнера в другой на открытой площадке груженный и порожний контейнеры устанавливаются друг напротив друга, торцевыми стенками с дверями друг к другу, на расстоянии 2,7–

3 м. Двери обоих контейнеров открываются. Между ними устанавливается передвижной телескопический (раздвижной) ленточный конвейер. В работе участвует бригада из двух человек: один укладывает грузы на ленту конвейера в грузе­ном контейнере, другой снимает грузы с ленты конвейера в порожнем контейнере и укладывает их в штабель внутри контейнера.

Трудозатраты при укладке грузов на конвейер в грузе­ном контейнере и при снятии грузов с конвейера в порожнем, загружаемом, контейнере при средней выработке по нормам 0,5 чел.-ч/т и нагрузке контейнера 12 т:

$$2 \cdot 12 \text{ т} \cdot 0,5 \text{ чел.-ч/т} = 12 \text{ чел.-ч.} \quad (3.1)$$

Время перегрузки грузов из одного контейнера в другой:

$$12 \text{ чел.-ч} / 2 \text{ чел.} = 6 \text{ ч.} \quad (3.2)$$

Число контейнеров, которое может быть перегружено за год:

$$\frac{8 \text{ ч} \cdot 0,85}{6 \text{ ч/конт.}} \cdot 253 \text{ дней/год} = 286 \text{ конт./год.} \quad (3.3)$$

Занимаемая площадь:

$$15 \text{ м} \cdot 2,7 \text{ м} = 40 \text{ м}^2. \quad (3.4)$$

Аналогично могут перегружаться штучные грузы из контейнера в крытый вагон или в обратном направлении (рис. 3.6).

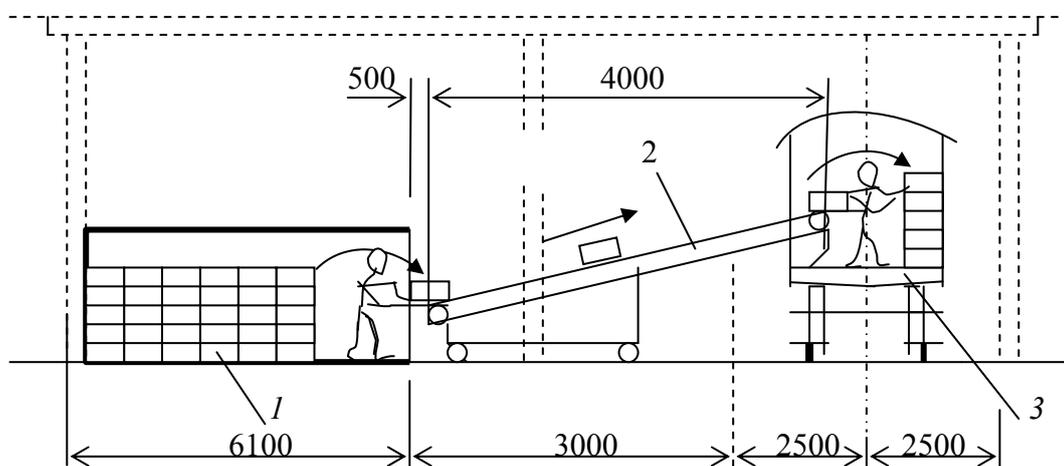


Рис. 3.6. Технологическая схема перегрузки штучных грузов из контейнера в крытый вагон:

1 – грузе­ный контейнер, из которого надо выгрузить грузы; 2 – передвижной ленточный конвейер; 3 – крытый вагон, в который нужно загрузить грузы

При перегрузке пакетированных грузов на поддонах в обоих этих случаях работа может быть выполнена механизировано, с помощью погрузчиков или вилочных электротележек. При этом применяется крытая рампа, аналогичная показанной на рис. 3.7.

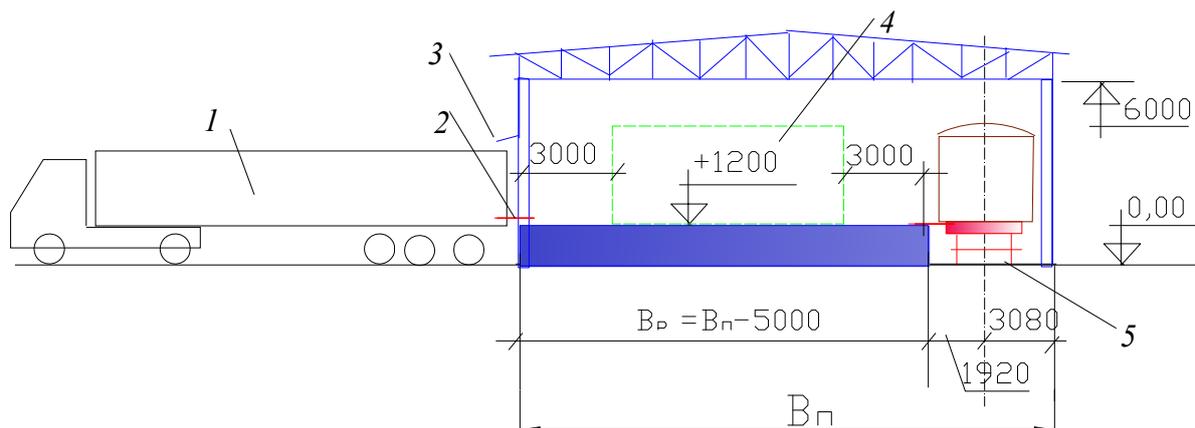


Рис. 3.7. Крытая рампа для прямой перегрузки грузов из контейнера или автофургона в вагон на контейнерном терминале:

- 1 – автофургон или контейнер; 2 – перегрузочный мостик;
- 3 – козырек шириной 1 м на отметке +4800;
- 4 – участок временного хранения грузов;
- 5 – железнодорожный путь

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

4.1. Условия и возможности размещения контейнерного терминала

Контейнерные терминалы размещают на горизонтальных участках с подъездными и внутриплощадочными железными и автомобильными дорогами, оснащают ливневой канализацией, устройствами освещения, пожаротушения, пожарной и охранной сигнализации, внешней, внутренней и диспетчерской громкоговорящей связи, автоматизированными системами управления (АСУ и т. д.). Длина выставочных и погрузочно-разгрузочных железнодорожных путей должна соответствовать размерам расчетного суточного вагонопотока и согласовываться со станцией примыкания подъездного пути.

Внутренние железнодорожные пути должны иметь радиусы кривых участков не менее 200 м, а автодороги – не менее 10–12 м при двухстороннем движении и 6–8 м при одностороннем. Для врезки стрелочного перевода в железнодорожном пути необходим прямой участок длиной около 30–40 м. Желательно избегать или делать как можно меньшим число пересечений автомобильных и железнодорожных внутренних путей (переездов). Рекомендуется предусматривать кольцевое одностороннее движение автотранспорта по терминалу, с направлением против часовой стрелки.

Состав и устройство объектов проектируемого контейнерного терминала должны соответствовать планируемым для него функциям по преобразованию контейнеропотоков в логистических цепях, которые будут проходить через него.

Первым этапом конкретного проектирования контейнерного терминала после уяснения места и функций контейнерного терминала в проходящих через него логистических цепях доставки грузов является выбор объектов терминала и разработка схемы их размещения на генеральном плане (генплане) терминала.

Поскольку возможны многочисленные варианты технических решений и взаимного расположения объектов на площадке терминала, следует рассматривать несколько конкурентоспособных вариантов генплана терминала. При этом можно руководствоваться схемами, представленными на рис. 1.3 и составлять аналогичные варианты с учетом формы, размеров земельного участка, схем подходов железнодорожного и автомобильного транспорта, окружающей городской застройки и других факторов. Число погрузочно-разгрузочных путей на этих схемах показано условно – оно определяется расчетами.

Зоны или участки хранения грузов на контейнерных терминалах служат для временного хранения грузов в течение некоторого периода времени (срока хранения), пока соответствующая транспортная партия не будет подготовлена, укомплектована и отправлена с терминала.

При проектировании контейнерного терминала следует иметь в виду то, что он служит не для хранения грузов, а для преобразования грузопотоков в пунктах передачи грузов с одних видов транспорта на другие. Поэтому при переработке грузов на терминале сроки хранения должны быть минимально необходимыми для комплектации и подготовки транспортных партий к отправке.

Основной задачей при проектировании зон хранения грузов на терминале является обеспечение их максимальной емкости при минимальном использовании шести основных ресурсов на их сооружение: пространства, времени, материалов, трудозатрат, энергии и капиталовложений.

Основным видом хранения контейнеров в настоящее время является штабельное хранение. Поэтому приведенные здесь методы проектирования контейнерных площадок подразумевают только такое хранение контейнеров.

Технология складирования и техническое оснащение участков хранения контейнерных площадок должны обеспечивать наиболее полное использование площади контейнерной площадки. Это требование является общим и неперенным условием достижения высоких экономических показателей контейнерного терминала, от этого зависят его перерабатывающая способность и основные технико-экономические показатели контейнерного терминала.

4.2. Расчет емкости контейнерной площадки

Возможны два варианта расчетов емкости контейнерной площадки:

- размеры контейнерной площадки известны (длина, ширина, конфигурация, площадь), требуется определить ее емкость и возможную перерабатывающую способность (при реконструкции существующего терминала);
- известен требуемый годовой грузопоток контейнеров, нужно определить емкость и размеры контейнерной площадки для переработки этого грузопотока (при строительстве нового терминала).

В обоих случаях используется один и тот же метод расчетов емкости, но в одном из них решается прямая задача, а в другом – обратная.

Общее число 20-футовых контейнеров*, которое находится на контейнерной площадке (емкость или вместимость площадки), ДФЭ – двадцатифутовый эквивалент или *TEU – Twenty-Feet-Equivalent Unit*) – общепринятая единица измерения контейнерных потоков определяется по формуле:

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (4.1)$$

где x – число контейнеров, помещающихся по ширине площадки;
 y – число контейнеров, помещающихся по длине контейнерной площадки;
 z – число ярусов хранения контейнеров по высоте.

Поскольку в действительности на контейнерных терминалах одновременно могут находиться 20-футовые контейнеры (ДФЭ) и 40-футовые контейнеры (СФЭ – 40-футовый эквивалент или *FEU – forty feet-equivalent unit*), то число физических единиц (штук) контейнеров на площадке будет меньше (обычно принимают коэффициент 0,6–0,7).

Однако для расчетов емкости контейнерной площадки это не имеет значения. Просто на площади, занимаемой одним СФЭ, должны будут разместиться 2 ДФЭ. То, что контейнеры бывают ДФЭ и СФЭ, нужно учесть позже, когда будет определяться производительность подъемно-транспортного оборудования, перерабатывающего контейнеры на площадке (при этом нужно будет сделать меньше циклов перегрузки).

Число контейнеров по ширине площадки для контейнерной площадки с автопогрузчиком – ричстакером:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - n \cdot A - 25}{2,6} \right\}, \quad (4.2)$$

* Все расчеты выполняются для 20-футовых контейнеров.

где B – ширина контейнерной площадки, м;
 n – число продольных проездов между штабелями контейнеров (принимается через 15–20 м по ширине площадки);
 A – ширина проезда для погрузчика с крановой стрелой (ричстакера) принимаемая 15 м;
2,6 – ширина одного контейнера, м, с зазорами между контейнерами в штабеле примерно 160 мм;
25 – ширина продольного проезда, м, вдоль ж.-д. пути, включающая: проезд для автопогрузчика-ричстакера, две полосы движения автомобилей вдоль железнодорожного пути (1 автомобиль загружается ричстакером, другие проезжают мимо) и габарит приближения к ж.-д. пути 2,5 м;
 $\varepsilon\{\dots\}$ – обозначение целой части числа, получающегося в результате выполнения действий в скобках.

Для определения числа контейнеров x по ширине контейнерной площадки сначала вычисляют число продольных проходов n , которое зависит от числа контейнеров, устанавливаемых по глубине штабеля x_1 :

$$n = \varepsilon \left\{ \frac{B - 2,6x_1 - 25}{5,2x_1 + 15} \right\} + 1, \quad (4.3)$$

где 25 – ширина продольного проезда для погрузчика и двух полос движения для автомобилей вдоль железнодорожного пути, м;
15 – ширина продольного проезда для автопогрузчика-ричстакера между штабелями контейнеров, м.

Число контейнеров, размещаемых по длине площадки, определяют по формуле:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - m \cdot A}{6,3} \right\}, \quad (4.4)$$

где L – длина контейнерной площадки, м;
 m – число поперечных проездов по площадке (для ричстакера принимаются через 70–80 м по длине площадки);
 $A = 15$ м – ширина проезда, такая же как ширина продольного проезда;
6,3 – длина одного контейнера ДФЭ, м, с зазорами между контейнерами примерно 130 мм.

Число ярусов хранения контейнеров по высоте z при обслуживании контейнерной площадки автопогрузчиком-ричстакером принимают:

- для груженых контейнеров – 2,5–3;
- порожних контейнеров – 4–5.

Для предварительных оценок емкость контейнерной площадки R может быть рассчитана с использованием удельного показателя необходимой площади для размещения одного контейнера ДФЭ ΔS :

$$R = \frac{S}{\Delta S}, \quad (4.5)$$

где S – площадь контейнерной площадки, м^2 (при простой форме площадки в виде прямоугольника $S = B \cdot L$, при площадке в форме трапеции $S = [(L_1 + L_2) \cdot B]/2$);

ΔS – удельный показатель необходимой площади для размещения одного контейнера ДФЭ, принимаемый для контейнерных площадок с автопогрузчиком-ричстакером, $\Delta S = 20\text{--}22$ при складировании контейнеров в 3 яруса по высоте, $\Delta S = 13\text{--}18 \text{ м}^2/\text{ДФЭ}$ при складировании контейнеров при помощи порталных автопогрузчиков, $\Delta S = 8\text{--}10 \text{ м}^2/\text{ДФЭ}$ при складировании контейнеров при помощи козлового контейнерного перегружателя, $\Delta S = 6\text{--}8 \text{ м}^2/\text{ДФЭ}$ при складировании контейнеров при помощи безрельсового пневмоколесного крана ППК.

Если размеры контейнерной площадки неизвестны, но известен планируемый годовой грузопоток контейнеров $Q_{\text{г}}$, ДФЭ/год (случай, когда подбирается новый земельный участок для строительства контейнерного терминала), сначала рассчитывают коэффициент оборачиваемости контейнеров:

$$\eta = \frac{365}{\tau_{\text{хр}}}, \quad (4.6)$$

где $\tau_{\text{хр}}$ – срок хранения контейнеров на терминале, сут.

Срок хранения грузеных контейнеров в России колеблется от 5 до 15 суток. В морских портах срок хранения составляет 6–8 суток. За рубежом контейнеры оборачиваются быстрее и срок хранения их на терминале составляет 2–5 суток.

При назначении срока хранения контейнеров на терминале необходимо руководствоваться статистическими данными по какому-либо действующему аналогичному терминалу и при этом учитывать следующие факторы:

- наличие и доля постоянных клиентов, направляющих свои контейнеры на терминал;
- наличие и доля крупных клиентов, направляющих контейнеры большими транспортными партиями;
- особенности расположения терминала;
- наличие морского порта;

- маршруты доставки контейнеров на терминал и с терминала, наличие таможенного поста на терминале и др.

По порожним контейнерам сроки хранения устанавливаются большие, в пределах 15–25 суток (в том числе для линейных контейнеров зарубежных судоходных компаний).

Зная коэффициент оборачиваемости контейнеров η , определяют требуемую емкость контейнерной площадки, ДФЭ, по формуле:

$$R = \frac{Q_{\Gamma}}{\eta}, \quad (4.7)$$

где Q_{Γ} – планируемый годовой грузопоток контейнеров, ДФЭ/год.

Далее решается обратная задача: зная требуемую емкость контейнерной площадки R , определяют:

x – число контейнеров ДФЭ, помещаемых по ширине площадки;

y – число контейнеров ДФЭ, помещаемых по длине площадки;

z – число ярусов контейнеров по высоте штабеля и необходимые размеры контейнерной площадки.

Поскольку неизвестных 3, а уравнение всего одно, нужно некоторыми неизвестными величинами задаваться. Число ярусов по высоте для грузенных контейнеров принимаем $z = 3$, а для порожних контейнеров $z = 5$. Остаются только 2 неизвестных – x и y .

Число контейнеров по длине площадки можно определить исходя из заданной длины площадки, которая может быть, например, принята по длине фронта подачи для установки фитинговых платформ под погрузку-выгрузку контейнеров:

$$L = m \cdot l_{\text{ф.п}}, \quad (4.8)$$

где m – число фитинговых платформ в подаче на терминал;

$l_{\text{ф.п}} = 19,62$ м – длина 60-футовой фитинговой платформы по автоцепкам.

Число фитинговых платформ m в подаче вагонов на терминал может быть определено исходя из расчетного суточного грузопотока контейнеров по формуле:

$$m = \frac{Q_{\Gamma} \cdot k_{\text{н}}}{365 \cdot 3 \cdot p}, \quad (4.9)$$

где Q_{Γ} – планируемый годовой грузопоток контейнеров, ДФЭ/год;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности суточного грузопотока (принимается по аналогичному терминалу в пределах 1,1–1,3);

365 – число дней в году;

3 – число 20-футовых контейнеров на фитинговой 60-футовой платформе;

p – число подач вагонов на терминал за сутки.

Зная длину контейнерной площадки L , можно определить число контейнеров, размещаемых по длине площадки.

Теперь осталось одно неизвестное x – число контейнеров ДФЭ, размещаемых по ширине площадки, которое можно вычислить по формуле (4.1), решая обратную задачу:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{R}{y \cdot z} \right\} + 1, \quad (4.10)$$

где $\varepsilon \{ \dots \}$ обозначает целую часть числа, полученного в результате выполнения действий в скобках (округляется в меньшую сторону до целого контейнера); $\varepsilon \{ \dots \} + 1$ – округление до целого ряда контейнеров в большую сторону.

Далее ширина контейнерной площадки B_k , м, определяется путем решения обратной задачи:

$$B_n = x \cdot 2,6 + B_{ж} + B_{пр} \cdot n_{пр}, \quad (4.11)$$

где x – число контейнеров ДФЭ, устанавливаемых по ширине площадки; 2,6 – ширина площадки, м, занимаемая контейнером, с учетом ширины самого контейнера (2438 мм) и зазора между контейнерами в штабеле $2600 - 2438 = 162$ мм;

$B_{ж} = 25$ м – ширина продольного проезда вдоль ж.-д. пути, включающая: проезд для автопогрузчика-ричстакера, 2 полосы движения автомобилей вдоль железнодорожного пути (1 автомобиль загружается ричстакером, другие проезжают мимо) и габарит приближения к железнодорожному пути 2,5 м;

$B_{пр} = 15$ м – ширина проезда для автопогрузчика-ричстакера;

$n_{пр}$ – число продольных проходов для автопогрузчика (принимается из того расчета, чтобы число контейнеров от прохода в глубину штабеля было не более 3–4).

Для контейнерной площадки с козловым краном число контейнеров по ширине площадки определяется по формуле:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{L_{п} - 2 \cdot 1,5 - n_{ж} \cdot 4,9}{2,6} \right\}, \quad (4.12)$$

где $L_{\text{п}}$ – пролет козлового контейнерного крана, м, принимают $L_{\text{п}} = 25$ м или $L_{\text{п}} = 32$ м);
 2 – число зазоров между опорой с ходовыми колесами и штабелем контейнеров в пролете крана (с двух сторон);
 1,5 – зазор по ширине площадки между подкрановым путем и штабелем контейнеров, м;
 $n_{\text{ж}}$ – число железнодорожных путей, введенных в пролет козлового крана (принимают 1, 2 или 0, т. е. в пролет пути могут не вводиться, а подходить под консоли крана – под одну или под обе);
 4,9 – ширина габарита приближения строения к железнодорожному пути по ГОСТ 9238–73, м (по 2,45 м в каждую сторону от пути);
 2,6 – ширина контейнера, м, с зазорами между контейнерами около 160 мм.

Если железнодорожные пути (1 или 2) введены в пролет козлового крана, то под одной из консолей можно поставить еще два ряда контейнеров, так как вылет консолей у контейнерных козловых кранов равен 8 м. Тогда общее число контейнеров по ширине контейнерной площадки составит $x + 2$.

Число контейнеров по длине площадки с козловым краном определяется по формуле:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - 2 \cdot 10 - n \cdot 1,5}{6,3} \right\}, \quad (4.13)$$

где L – длина контейнерной площадки, м;
 2 – число пролетов контейнерной площадки;
 10 – резерв длины площадки, м, на приближение крана к контейнеру в торце площадки;
 n – число поперечных противопожарных проходов на площадке с козловым краном в пролете крана (принимаются через 30–50 м);
 1,5 – ширина поперечного прохода, м, между контейнерами;
 6,3 – длина одного контейнера ДФЭ, м, с зазорами между контейнерами примерно 130 мм.

Число ярусов контейнеров по высоте штабеля для площадки с козловым краном принимают: $z = 2-3$. Последовательность и порядок расчета для контейнерной площадки с козловым краном такие же, как для варианта с ричстакерами.

Для варианта оснащения контейнерной площадки порталными автопогрузчиками ПАП (SC) (см. рис. 2.2) число контейнеров по ширине площадки определяется по формуле:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - 2 \cdot 4}{4,3} \right\}, \quad (4.14)$$

где B – ширина контейнерной площадки;
 2 – число боковых проходов вдоль площадки (с обеих сторон);
 4 – ширина продольных проездов, м, для автотранспорта вдоль площадки хранения контейнеров;
 $4,3$ – округленная ширина одного продольного ряда контейнеров, м (контейнер 2438 мм и проезд между рядами контейнеров 1800 мм, см. рис. 2.2);
 $\varepsilon\{\dots\}$ – обозначение целой части числа, получающегося в результате выполнения действий в скобках.

Число контейнеров по длине зоны хранения, обслуживаемой портальными автопогрузчиками ПАП (SC):

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - 2 \cdot 20}{6,3} \right\}, \quad (4.15)$$

где L – длина контейнерной площадки, м;
 20 – расстояние по длине площадки, м, на выход ПАП из зоны штабельного хранения с 40-футовым контейнером (в каждом торце);
 2 – число торцов контейнерной площадки;
 $6,3$ – длина 20-футового контейнера, м, с зазорами между контейнерами $6300 - 6048 = 252$ мм.

Число ярусов по высоте штабеля для портальных автопогрузчиков принимают $z = 2$ (так как при $z = 3$ стоимость портальных автопогрузчиков очень велика).

Остальные расчеты при определении емкости контейнерной площадки, обслуживаемой портальными автопогрузчиками ПАП, такие же, как приведены ранее для площадки с автопогрузчиками с выдвигной крановой стрелой АКС – ричстакерами.

Для варианта оснащения контейнерной площадки портальными мостовыми пневноколесными кранами (ППК или RTG) число контейнеров x по ширине площадки определяется по данным компаний – изготовителей RTG , в зависимости от ширины площади, по пролету RTG L_{Π} (см. рис. 2,3):

при $L_{\Pi} = 20,8$ м $x = 5$;

$L_{\Pi} = 23,6$ м $x = 6$;

$L_{\Pi} = 26,4$ м $x = 7$;

$L_{\Pi} = 29,2$ м $x = 8$

во всех этих случаях учитывается проезд для автомобиля.

Число контейнеров с *RTG* по длине площадки определяется по такой же формуле, как и для порталных автопогрузчиков ПАП:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L_k - 2 \cdot 20}{6,3} \right\}, \quad (4.16)$$

где 20 – расстояние по длине на выход *RTG* из зоны штабеля в торцах площадки.

Число ярусов контейнеров по высоте штабеля принимается по данным компании – изготовителя крана на пневмоходу *RTG* в зависимости от высоты подъема спредерного грузозахвата $H_{\text{п}}$:

при $H_{\text{п}} = 12\ 340$ мм $z = 3$ – модель «1 через 3»;
 $H_{\text{п}} = 15\ 240$ мм $z = 4$ – модель «1 через 4»;
 $H_{\text{п}} = 18\ 100$ мм $z = 5$ – модель «1 через 5»;
 $H_{\text{п}} = 21\ 000$ мм $z = 6$ – модель «1 через 6».

Высота подъема спредера у *RTG* рассчитана так, чтобы можно было складировать в указанное число ярусов по высоте контейнеры повышенного объема (*high cube*), высотой 9,5 футов (2900 мм).

При первоначальных проработках по контейнерной площадке с козловыми кранами (*RMG*), с порталными автопогрузчиками ПАП (*SC*) и с безрельсовыми порталными пневмоколесными кранами ППК (*RTG*) емкость контейнерных площадок, так же как и по площадкам с автопогрузчиками с крановой стрелой АКС – ричстакерами, можно оценивать ориентировочно по укрупненным измерителям требуемой площади ΔS , м²/ДФЭ, в расчете на один контейнер ДФЭ.

4.3. Перерабатывающая способность контейнерного терминала

После того, как установлена емкость контейнерной площадки (количество 20-футовых контейнеров ДФЭ, которое контейнерная площадка может переработать за год), ее перерабатывающая способность определяется по формуле:

$$Q_{\text{г}} = R \cdot \eta = R \cdot \frac{365}{\tau}, \quad (4.17)$$

где R – количество контейнеров ДФЭ, которое может одновременно поместиться на контейнерной площадке (вместимость или емкость контейнерной площадки);

η – оборачиваемость контейнеров за год, 1/год;

τ – средний срок хранения контейнеров на площадке, сут.

Расчеты по формуле (4.17) выполняются отдельно по каждому типу контейнеров, поскольку по каждому типу предусмотрены разные сроки хранения.

Вычисляется *грузооборот* контейнерного терминала Q , т. е. сумма годовых грузопотоков по прибытию $Q_{\text{п}}$ и по отправлению $Q_{\text{от}}$, ДФЭ/год:

$$Q = Q_{\text{п}} + Q_{\text{от}}. \quad (4.18)$$

Далее выполняются расчеты погрузочно-разгрузочных участков контейнерного терминала, на которых осуществляется погрузка и/или разгрузка грузеных и порожних контейнеров с железнодорожных (фитинговых) платформ и с автомобилей. Эти участки могут быть специализированными (только для погрузки или только для разгрузки, только для грузеных или только для порожних контейнеров) или совмещенными, на которых выполняется и погрузка и разгрузка контейнеров, и грузеных и порожних.

Длина участка погрузки-разгрузки железнодорожных вагонов на контейнерной площадке, м, определяется по формуле:

$$L_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{p} \cdot L_1, \quad (4.19)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – расчетный суточный грузопоток контейнеров на терминале, ДФЭ/сут; часть из этих контейнеров прибывает по железной дороге, другая часть отправляется по железной дороге (если невозможно достаточно точно установить, какая часть контейнеров будет приходиться по железной дороге, какая – на автомобилях и какую часть фитинговых платформ можно обслужить по сдвоенной операции выгрузки-погрузки, то в этом расчете принимается, что все контейнеры или приходят, или отправляются на железнодорожном транспорте; при перевозках в маршрутных контейнерных поездах $Q_{\text{сут}}$ может быть принят равным числу контейнеров ДФЭ в маршрутном поезде); p – число подач вагонов с контейнерами за сутки со станции примыкания (принимается 1–3 подачи в сутки, в зависимости от величины контейнеропотока, организации маневровой работы, длины грузовых фронтов для обработки контейнерных перевозок и т. д.); L_1 – длина железнодорожного пути, необходимая для установки одной фитинговой платформы; платформы бывают 40-футовые – на 2 ДФЭ (для них длина $L_1 = 15$ м), 60-футовые – на 3 ДФЭ, или 1 СФЭ + 1ДФЭ (для них $L_1 = 20$ м), 80 футовые (длиннобазовые) – на 2 СФЭ (для них $L_1 = 26$ м).

Расчетный суточный грузопоток по прибытию контейнеров на терминал может быть определен по формуле, ДФЭ/сут:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{г}}}{365} \cdot k_{\text{н}} k_{\text{н}}, \quad (4.20)$$

где $Q_{\text{г}}$ – годовой грузопоток терминала (годовая перерабатывающая способность по прибытию, ДФЭ/год;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент суточной неравномерности контейнеропотока прибытия, с учетом сезонных и других колебаний (принимается $k_{\text{н}} = 1,2-1,5$).

Если грузовой терминал формирует или обрабатывает маршрутные контейнерные поезда, то общая длина железнодорожных путей на нем должна быть не менее 850 м – для возможности установки полносоставного контейнерного поезда из 41 фитинговой 40-футовой платформы. Поскольку такой длины площадки бывают редко, предусматривают 2–3 пути общей длиной 850 м.

Время разгрузки подачи вагонов, ч, с контейнерами определяется по формуле:

$$T = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot t}{p \cdot 60}, \quad (4.21)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – расчетный суточный контейнеропоток, ДФЭ/сут;

t – среднее время цикла перегрузки одного контейнера, мин (определяется расчетом, по хронометражу или принимается $t = 3-5$ мин, в зависимости от типа подъемно-транспортной машины, технологии работы, способа подготовки к разгрузке или погрузке контейнерного поезда, квалификации водителя);

k_1 – коэффициент, учитывающий фактическое число контейнеров из-за наличия части 40-футовых контейнеров (определяется расчетом или принимается $k_1 = 0,6-0,7$);

p – число подач вагонов с контейнерами на терминал за сутки (принимается $p = 1-3$);

60 – число минут в часе.

Число мест одновременной погрузки-разгрузки контейнеров с автомобилями на площадке определяют так:

$$m_{\text{а}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot t}{1 \text{ конт/авт} \cdot T \cdot 60}, \quad (4.22)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий фактическое количество контейнеров из-за наличия некоторой части 40-футовых контейнеров;
 t – время цикла подъемно-транспортной машины при разгрузке или погрузке контейнера на автомобиль, мин; это время для разгружаемых контейнеров можно принимать 3–4 мин, а для загружаемых на автомобиль контейнеров – 5–7 мин, так как иногда приходится для доступа к нужному контейнеру переставлять 1–2 других контейнера, поэтому в среднем следует принимать t в пределах 4–6 мин;
 l конт./авт. – число контейнеров на автомобиле;
 T – время работы контейнерного терминала в сутки по обслуживанию автомобильного транспорта, ч, принимается $T = 8–10$ ч/сут (поскольку автомобильный транспорт ночью не работает);
 60 – число минут в часе.

Общая перерабатывающая способность контейнерного терминала ДФЭ/год в тоннах может быть определена по формуле:

$$Q_k = (Q_c \cdot 12 + Q_c) \cdot 10^{-3}, \quad (4.23)$$

где 12 – средняя статистическая нагрузка 20-футового контейнера, т (масса груза в контейнере);
 Q_c – перерабатывающая способность крытых перегрузочных складов на контейнерном терминале, т/год;
 10^{-3} – пересчет т/год в тыс. т/год.

Если на грузовом терминале предусматриваются перегрузочные рампы для прямой перегрузки грузов из вагонов и автомобилей в контейнеры, то к общей перерабатывающей способности контейнерного терминала прибавляются еще грузопотоки прямой перегрузки через эти рампы.

Перерабатывающая способность перегрузочной рампы рассмотрена в специальной литературе по складам [3, 4, 5]. Последовательность и методика проектирования складов штучных грузов приведены там же.

При строительстве нового контейнерного терминала его требуемая перерабатывающая способность должна быть задана, т. е. величины Q_k и Q_c известны. Поэтому при расчетах решается обратная задача – по известному грузопотоку определяется требуемая емкость контейнерной площадки, ДФЭ:

$$R = Q_k \cdot \frac{\tau_1}{365}, \quad (4.24)$$

где Q_k – планируемый контейнеропоток, проходящий через терминал, ДФЭ/год;
 τ_1 – средний срок хранения контейнеров на площадке;
 365 – число дней в году.

При необходимости могут быть отдельно определены требуемые емкости контейнерных площадок для разных типов контейнеров, для грузовых и порожних контейнеров.

Поскольку в технологическом процессе переработки контейнеров на терминале подъемно-транспортные машины выполняют разные грузовые операции на разных участках терминала, в проекте определяется общее количество этих машин, для всего терминала, с учетом всех выполняемых ими операций.

Количество подъемно-транспортных машин на контейнерной площадке определяют по формуле:

$$r = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot N_{\text{пер}} \cdot t}{T \cdot 60}, \quad (4.25)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – расчетный суточный контейнеропоток, контейнер/сут;
 $N_{\text{пер}}$ – коэффициент переработки контейнеров, учитывающий многократную перестановку контейнеров на площадке (принимается в пределах от минимального количества перегрузок-разгрузок от 2 (погрузка и выгрузка) до 5–6 (с учетом дополнительных перестановок – для того, чтобы добраться до нужного контейнера в штабеле; в среднем принимают $N_{\text{пер}} = 2-4$);

t – среднее время цикла работы ричстакера или крана, мин, зависит от планировки терминала, расстояний перемещения погрузчиков технологии работ, типа и скоростей механизмов, квалификации водителя и принимается в пределах 3–5 мин (для более точных расчетов время рабочего цикла погрузчиков определяется по формулам, приведенным в специальной литературе по складам) [5, 6, 7];

T – число часов работы контейнерной площадки в сутки, принимается с учетом режима работы терминала, условий прибытия вагонов и автомобилей и коэффициента использования оборудования по времени в пределах 10–20 часов;

60 – число минут в часе.

В этом расчете должно использоваться количество физических контейнеров, а не ДФЭ, так как механизмы, перегружая 40-футовые контейнеры, перегружают как бы 2 контейнера ДФЭ. Если нет точных данных по доле 40-футовых и 20-футовых контейнеров в общем контейнеропотоке, ориентировочно можно принимать число физических контейнеров 0,7 от общего числа контейнеров в 20-футовом исчислении или более точно этот коэффициент определять по формуле:

$$k_1 = \frac{СФЭ + ДФЭ}{2 \cdot СФЭ + ДФЭ}, \quad (4.26)$$

где СФЭ – количество 40-футовых контейнеров в транспортной партии;
ДФЭ – количество 40-футовых контейнеров в транспортной партии.
Полученное по формуле (4.25) число подъемно-транспортных машин округляется в большую сторону до целого числа и распределяется по типам машин.

При необходимости более детальных расчетов отдельно рассчитывают количество каждой из этих групп подъемно-транспортных машин. Кроме того, более точно определяют время цикла t , мин, каждой подъемно-транспортной машины по формуле, имеющей в обобщенном виде следующий вид:

$$t = (1 - \varphi) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v_i} + t_0, \text{ мин}, \quad (4.27)$$

где φ – коэффициент совмещения элементарных операций в цикле работы подъемно-транспортной машины (захват груза, подъем, перемещение и т. д.);

l_i – расстояние перемещения грузозахвата подъемно-транспортной машины в i -й элементарной операции, м;

v_i – скорость движения грузозахвата подъемно-транспортной машины в i -й элементарной операции, м/мин (принимается по технической характеристике предприятий – изготовителей оборудования и уточняется по условиям работы терминала);

n – число элементарных операций перемещения, из которых состоит общий цикл работы подъемно-транспортной машины (включая движение с грузом и без груза);

t_0 – дополнительные затраты времени на вспомогательные операции в цикле перемещения груза.

В состав проекта контейнерного терминала включают сводную заказную спецификацию на покупное технологическое оборудование по конвейерным площадкам, крытым складам и перегрузочным рампам.

Библиографический список

1. *Гриневич Г. П.* Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г. П. Гриневич. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1981. – 343 с.
2. *Журавлев Н. П.* Транспортно-грузовые системы / Н. П. Журавлев, О. Б. Маликов. – Москва : Маршрут, 2006. – 368 с.
3. *Кузнецов А. Л.* Оборудование контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов, А. Л. Степанов ; под общ. ред. д-ра техн. наук А. Л. Степанова. – Санкт-Петербург : Фреш Эйр, 2001. – 102 с.
4. *Маликов О. Б.* Деловая логистика / О. Б. Маликов. – Санкт-Петербург : Политехника, 2003. – 236 с.
5. *Маликов О. Б.* Проектирование автоматизированных складов штучных грузов / О. Б. Маликов. – Л. : Машиностроение. 1981. – 240 с.
6. *Маликов О. Б.* Склады и грузовые терминалы / О. Б. Маликов. – Санкт-Петербург : Бизнес-пресса, 2005. – 647 с.
7. *Маликов О. Б.* Склады промышленных предприятий : справочник / О. Б. Маликов, А. Р. Малкович. – Л. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

Оглавление

Введение	3
1. Устройство и генплан терминала	4
1.1. Понятие о грузовых терминалах на транспорте	–
1.2. Понятие о контейнерах и их классификация.....	5
1.3. Контейнерные терминалы как часть контейнерной транспортной системы	7
1.4. Классификация контейнерных терминалов на железнодорожном транспорте	9
1.5. Контейнерные терминалы на автомобильном транспорте	–
1.6. Классификация контейнерных терминалов по схемам генплана	10
1.7. Принципы разработки схемы генплана контейнерного терминала	–
1.8. Расчет некоторых параметров контейнерного терминала	12
2. Оборудование контейнерных терминалов	14
2.1. Основное технологическое оборудование участков контейнерного терминала	–
2.2. Козловые краны	15
2.3. Автопогрузчики	16
2.4. Портальные контейнерные автопогрузчики	19
2.5. Мостовые портальные пневмоколесные краны	20
2.6. Внутритерминальный транспорт	24
3. Технология работы контейнерных терминалов.....	25
3.1. Технологические операции, выполняемые на контейнерном терминале	–
3.2. Технология обработки контейнеров на терминале	27
3.3. Алгоритм загрузки и разгрузки грузов на терминале	28
4. Определение основных параметров контейнерного терминала	36
4.1. Условия и возможности размещения контейнерного терминала	–
4.2. Расчет емкости контейнерной площадки	38
4.3. Перерабатывающая способность контейнерного терминала	45
Библиографический список	51

Учебное издание

**Маликов Олег Борисович,
Коровяковский Евгений Константинович,
Коровяковская Юлия Владимировна**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ**

Учебное пособие

Редактор и корректор *И. А. Шабранская*
Компьютерная верстка *Л. А. Каратановой*

План 2013 г., № 44

Подписано в печать с оригинал-макета 06.05.2015.

Формат 60×84 1/16. Бумага для множ. апп. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 3,375. Тираж 200 экз.

Заказ 465.

ФГБОУ ВПО ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9.

Типография ФГБОУ ВПО ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9.