

АО “Ўзбекистон темир йўллари”

Ташкентский институт инженеров железнодорожного
транспорта

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО СЕРВИСА ПРИ
ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ**

Методические указания к выполнению курсового проекта
для студентов 3-го курса бакалавриата направления образования
5610600 – “Техника и технология оказания услуг”
(железнодорожный транспорт) по дисциплине
“Транспортный сервис и управление логистическими
услугами”

Ташкент – 2019

УДК 656.073

В методических указаниях приведена методика проектирования сервисного центра, выбора вариантов технических решений по механизированным складам тарно-штучных грузов на основе расчётов и сравнения технико-экономических показателей.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Техника и технология оказания услуг» (железнодорожный транспорт). Могут быть использованы для лекционных и практических занятий по дисциплинам «Транспортный сервис и управление логистическими услугами», «Логистика складирования», «Транспортная логистика и экспедиторские услуги».

Работа рекомендована к изданию решением Учебно-методического Совета института.

Разработали: Илесалиев Д.И. – к.т.н., доц.;
Турсунходжаева Р.Ю. – асс.

Рецензенты: Сарвирова Н.С. – к.э.н., доц. (ТИПСЭАД);
Худойбергенов С.К. – к.т.н., доц.

Введение

Цель курсового проекта заключается в закреплении теоретических знаний в области транспортного сервиса и управлении логистическими услугами, полученные на лекциях и при изучении дополнительной литературы, а также приобретение необходимых навыков в расчете и проектировании складских устройств и схем комплексной механизации. Цель данного методического указания – дать руководящие указания студентам направления бакалавриата «Техника и технология оказания услуг» по выполнению данного курсового проекта.

В указаниях рассматриваются следующие вопросы: выбор наиболее рационального способа укладки грузов в транспортные пакеты; выбор наиболее рациональной технологии разгрузки тарно-штучных грузов из крытых вагонов на склад; сравнение вариантов затрат на перегрузку тарно-штучных грузов в контейнер; проектирование склада тарно-штучных грузов; проектирование контейнерной площадки, а также проектирование схемы генплана сервисного центра.

Курсовой проект выполняется на основе следующих методических положений:

- анализа отечественного и зарубежного опытов комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- учета требований Устава железных дорог;
- обеспечение принципа взаимного соответствия формы и параметров грузов, погрузочно-разгрузочных машин, перевозочных средств и складов;
- максимального использования типовых проектов складов; технико-экономического обоснования проектных решений.

ГЛАВА 1. ПЕРЕРАБОТКА ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

1.1. Выбор наиболее рационального способа укладки грузов в транспортные пакеты

Дано:

α – длина груза, мм (больший размер в плане);

β – ширина груза, мм (меньший размер в плане);

δ – высота груза, мм;

g – масса одного груза, кг;

a – длина поддона, мм (больший размер в плане);

b – ширина поддона, мм (меньший размер в плане);

C_n – высота транспортного пакета, мм.

Определить наиболее рациональный способ укладки грузов в транспортный пакет на заданном поддоне;

N – число грузов, укладываемых в транспортный пакет;

G – масса транспортного пакета, кг;

f_T – коэффициент заполнения объема транспортного пакета.

Нарисовать схему укладки грузов в транспортный пакет (в трех проекциях);

Определяем допустимую высоту укладки грузов на поддоне:

$$C = C_n - 150 \text{ мм} \quad (1.1)$$

где C_n – заданная высота транспортного пакета, мм;

150 мм – высота стандартного деревянного двухнастильного поддона.

По формулам, приведенным в табл. 1, определяем количество грузов N , помещающиеся в транспортном пакете, по каждому из четырнадцати способов укладки.

Находим i -й способ укладки грузов, при котором обеспечивается максимальное количество грузов в транспортном пакете, и принимаем его за искомый:

$$N_{uc} = \max_{i=1,14} \{N_i\} \quad (1.2)$$

Определяем массу транспортного пакета:

$$G = g \cdot N_{uc} \quad (1.3)$$

где g – заданная масса одного груза, кг.

Определяем коэффициент заполнения объема транспортного пакета грузами:

$$f_T = \frac{N_{uc} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \delta}{a \cdot b \cdot c} \quad (1.4)$$

Нарисовать схему укладки грузов в транспортный пакет, в

трех проекциях, по аналогии с рисунком 1.1.

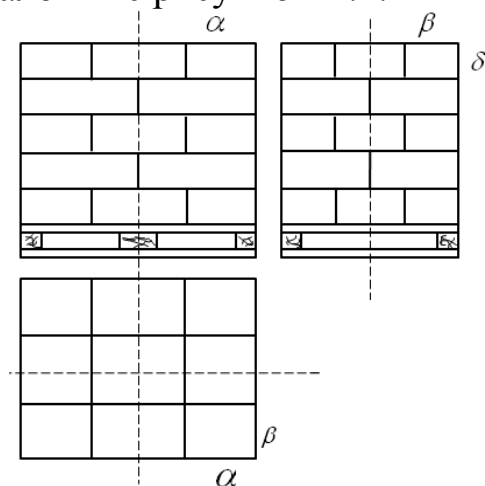
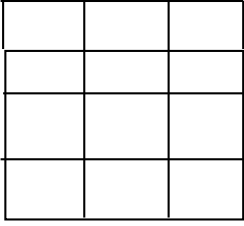
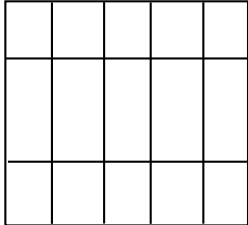
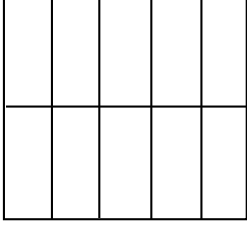
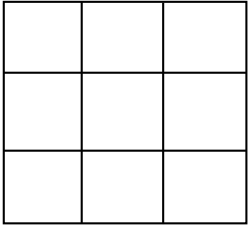
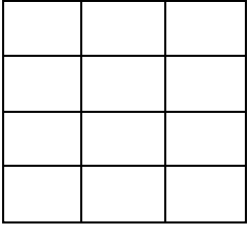
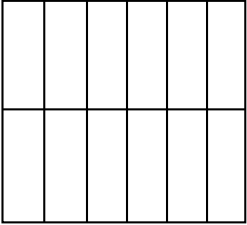


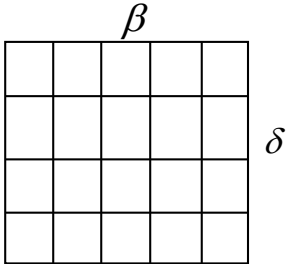
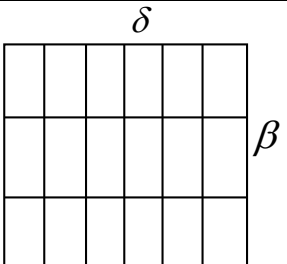
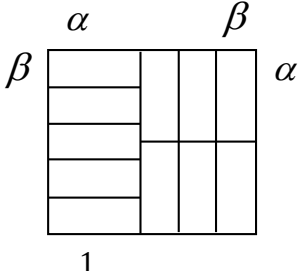
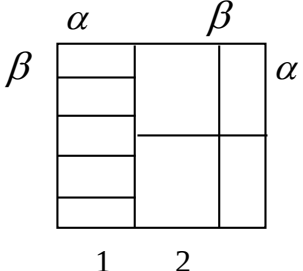
Рис. 1.1. Схема транспортного пакета

Таблица 1.1

Математические модели разных способов кладки грузов на поддоны

№ способов	Формулы для расчета числа грузов на поддоне (математические модели раскладки грузов на поддон)	Характеристика способов раскладки	Схема в плане
1	2	3	4
1.	$N_1 = \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right)$	Длинная сторона груза укладывается вдоль длины поддона. Докладки нет.	
2.	$N_2 = \varepsilon \left(\frac{a}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right)$	Короткая сторона груза укладывается вдоль длины поддона. Докладки нет.	

3.	$N_3 = \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c/2}{\delta} \right) +$ $+ \varepsilon \left(\frac{a}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left[\frac{c - \varepsilon \left(\frac{c/2}{\delta} \right) \cdot \delta}{\delta} \right]$	Примерно половина слоев укладывается по способу 1, остальные – по способу 2 (полная перевязка слоев).	нечетные слои α  четные слои β 
4.	$N_4 = \varepsilon \left(\frac{a}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c/2}{\delta} \right) +$ $+ \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left[\frac{c - \varepsilon \left(\frac{c/2}{\delta} \right) \cdot \delta}{\delta} \right]$	Примерно половина слоев укладывается по способу 2, остальные – по способу 1 (полная перевязка слоев).	Нечетные слои β  четные слои α 
5.	$N_5 = \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\delta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\beta} \right)$	Длинная сторона груза укладывается вдоль длины поддона, а высота – вдоль его ширины.	α  δ
6.	$N_6 = \varepsilon \left(\frac{a}{\delta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\beta} \right)$	Длинная сторона грузов укладывается вдоль ширины поддона, а высота – вдоль его длины.	δ  α

7.	$N_7 = \varepsilon \left(\frac{a}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\delta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\alpha} \right)$	Длинная сторона грузов укладывается вдоль высоты поддона, а их ширина – вдоль длины поддона.	
8.	$N_8 = \varepsilon \left(\frac{a}{\delta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\alpha} \right)$	Высота грузов укладывается вдоль длины поддона, а длина вдоль его высоты.	
9.	$N_9 = \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right) \cdot \left[\varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) + \varepsilon \left(\frac{a - \alpha}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \right]$	В каждом слое 1 ряд грузов по ширине поддона укладывается длинной стороной вдоль длины поддона, а в остальном пространстве слоя – длинной стороной вдоль ширины поддона (частичная перевязка слоев).	
10.	$N_{10} = \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right) \cdot \left[2 \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) + \varepsilon \left(\frac{a - 2 \cdot \alpha}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \right]$	В каждом слое 2 ряда грузов по ширине поддона укладывается длинной стороной вдоль длины поддона, а в остальном пространстве слоя – длинной стороной вдоль ширины поддона (частичная перевязка слоев).	

11.	$N_{11} = \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right) \cdot \left\{ \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) + \right.$ $\left. + \varepsilon \left[\frac{a - \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \alpha}{\beta} \right] \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\alpha} \right) \right\}$	Грузы укладываются длинной стороной вдоль длины поддона, пока помещаются, а в остальном пространстве слоя – длинной стороной вдоль ширины поддона (частичная перевязка слоев).	
12.	$N_{12} = \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right) \cdot \left[\varepsilon \left(\frac{a}{\beta} \right) + \right.$ $\left. + \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b - \alpha}{\beta} \right) \right]$	В каждом слое накладывается 1 ряд грузов по длине поддона длинной стороной вдоль ширины поддона, а в остальное пространство – длинной стороной вдоль длины поддона (частичная перевязка слоев).	
13.	$N_{13} = \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\delta} \right) +$ $+ \varepsilon \left(\frac{a}{\alpha} \right) \cdot \varepsilon \left[\frac{b - \varepsilon \left(\frac{b}{\beta} \right) \cdot \beta}{\delta} \right] \cdot \varepsilon \left(\frac{c}{\alpha} \right)$	Грузы укладываются по способу 1 пока помещаются, а затем – докладка по ширине, так, чтобы высота груза была вдоль ширины поддона, а ширина – вдоль его длины.	

14.	$N_{14} = \varepsilon\left(\frac{a}{\alpha}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{b}{\beta}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{c}{\delta}\right) +$ $+ \varepsilon\left(\frac{a}{\alpha}\right) \cdot \varepsilon\left[\frac{b - \varepsilon\left(\frac{b}{\beta}\right) \cdot \beta}{\delta}\right] \cdot \varepsilon\left(\frac{c}{\beta}\right)$	Грузы укладываются по способу 1 пока помещаются, а затем – докладка по ширине, так, чтобы высота груза была вдоль ширины поддона, а длина груза – вдоль длины поддона.	
-----	--	--	--

$\varepsilon(\dots)$ – обозначение целой части числа, получающееся в результате выполнения действий в скобках).

Написать заключение и словесное описание выбранного способа укладки грузов в транспортный пакет – по аналогии со следующим текстом:

Наиболее рациональным способом укладки грузов $\alpha \times \beta \times \delta$ мм в транспортный пакет оказался способ № 3, при котором нечетные слои 1, 3 и 5-й укладываются по способу 1 (длинная сторона грузов вдоль длинной стороны поддона a), а четные слои 2 и 4-й – по способу 2 (длинная сторона грузов a «вдоль» ширины поддона b). При этом обеспечивается полная перевязка слоев, способствующая устойчивому положению грузов в пакете. Коэффициент использования объема транспортного пакета получился $f_T = \dots\dots\dots$, а общая масса пакета $G = \dots$ кг.

1.2. Выбор наиболее рациональной технологии разгрузки тарноштучных грузов из крытых вагонов на склад

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся технологии по перегрузочным работам на перевалочных складах для двух вариантов механизации разгрузки.

Для прибывающих грузов на погрузочно-разгрузочный участок поштучно (рисунок 1.2):

- ручная укладка грузов на поддоны, потом электропогрузчиком в зону хранения перевалочных складов, назовём этот способ разгрузки, сокращённо – Р-П-Э;
- использование передвижного конвейера, далее укладка на поддоны

и транспортировка электропогрузчиком в зону хранения перевалочных складов, код технологии – К-Р-П-Э.

Определение капитальных затрат на перегрузку тарно-штучных грузов на погрузочно-разгрузочном участке определяется по общей формуле 1.5

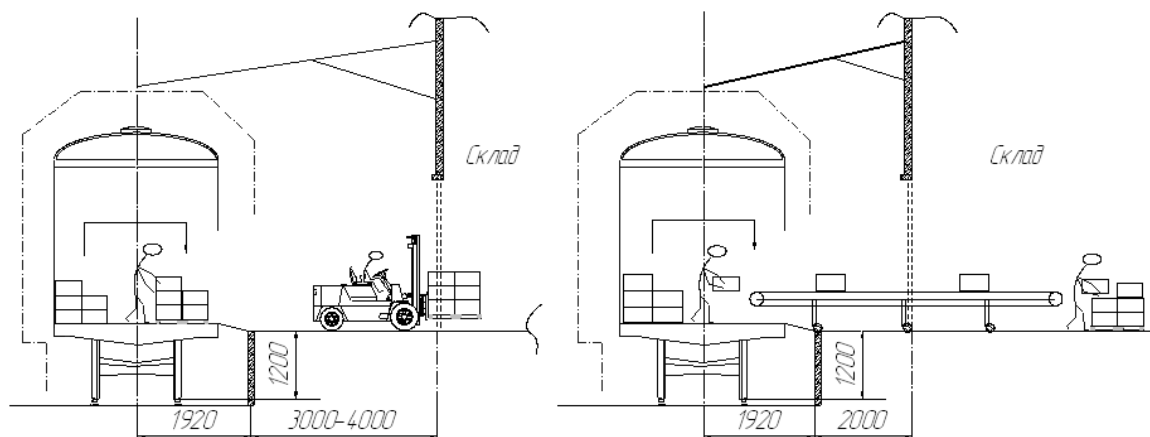


Рис. 1.1. Варианты разгрузки из вагонов непакетированных тарно-штучных грузов:
а) с помощью поддонов и электропогрузчика Р-П-Э;
б) с помощью передвижного ленточного конвейера К-Р-П-Э

Определение капитальных затрат перегрузки штучных грузов.

Общая формула на капитальные расходы

$$K_{1,2} = \left(\frac{Q_c \cdot 15}{q_v \cdot x_n} \cdot S_n + \frac{Q_c \cdot 15}{q_v \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p + \gamma_1 \cdot \frac{Q_c}{G} \cdot T_n \cdot S_n \right) \cdot 10^{-3} +$$

$$+ \gamma_2 \cdot \frac{Q_c \cdot t_v \cdot S_v}{q_v \cdot x_n \cdot G \cdot \tau_{жс} \cdot 60} + \gamma_3 \cdot \frac{Q_c}{q_v \cdot x_n} \cdot (B_p + 2) \cdot S_k \quad (1.5)$$

где Q_c – суточный грузопоток прибытия, т/сут ($Q_c = \frac{Q_{год}}{365}$, т/сут).

15м – длина железнодорожного пути для установки одного крытого вагона, м.;

q_v – средняя загрузка вагона, т;

x_n – число подач вагонов в сутки ($x_n=1 \div 3$);

$S_{жс}$ – стоимость погонного метра железнодорожного пути, тыс. у.е. ($S_{жс}=12000-15000$ у.е./м);

B_p – ширина грузовой рампы, м. ($B_p=2-6$ м);

S_p – стоимость 1 м² грузовой рампы с козырьком крытого склада, тыс. у.е. ($S_p=4000-6000$ у.е./м²);

γ_1 – булева переменная, принимая в зависимости от вариантов механизации: $\gamma_1=1$ – для варианта ручной укладки на поддоны непакетированных грузов; $\gamma_1=0$ – для варианта разгрузки пакетированных грузов;

G – масса транспортного пакета, т.;

T_n – число суток, на которое должен иметься запас пустых поддонов ($T_n = 1-3$ сут);

S_n – стоимость одного стандартного плоского поддона, у.е. ($S_n = 150-200$ у.е.);

γ_2 – булева переменная, принимая в зависимости от вариантов: $\gamma_2=0$ – разгрузки непакетированных тарно-штучных грузов при помощи передвижного конвейера; $\gamma_2=1$ – для всех остальных вариантов;

t_3 – время цикла электропогрузчика при транспортировке одного пакета с разгрузочного участка на склад, мин. (принимаем $t_3=3$ мин. – для пакетированных грузов; $t_3= 2,5$ мин. – для варианта ручной укладки грузов на поддон в вагоне; $t_3= 0$ мин. – для варианта разгрузки непакетированных грузов с помощью передвижного конвейера);

S_3 – стоимость электропогрузчика или электротележки, тыс. у.е. (принимаются $S_3=700-800$ тыс. у.е. – для электропогрузчиков и $S_3=200$ тыс. для варианта с электротележкой);

$\tau_{жс}$ – время на разгрузку подачи вагонов, ч.

60 – число минут в часе, мин.;

γ_3 – булева переменная, принимая в зависимости от варианта погрузочно-разгрузочных работ: $\gamma_3=1$ – для варианта разгрузки непакетированных тарно-штучных грузов при помощи передвижного конвейера, $\gamma_3=0$ – для всех остальных вариантов погрузки-разгрузки;

S_k – стоимость одного метра длины передвижного конвейера ($S_k=8-10$ тыс. у.е).

Для грузов, разгружаемых поштучно

$$K_{P-II-3} = Q_c \cdot \left(\frac{15}{q_6 \cdot x_n} \cdot S_{жс} + \frac{15}{q_6 \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p + \frac{1}{G} \cdot T_n \cdot S_n + \frac{t_3 \cdot S_3}{q_6 \cdot x_n \cdot G \cdot \tau_{жс} \cdot 60} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (1.6)$$

$$K_{K-P-II-3} = \left(\frac{Q_c \cdot 15}{q_6 \cdot x_n} \cdot S_n + \frac{Q_c \cdot 15}{q_6 \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p + \frac{Q_c}{G} \cdot T_n \cdot S_n \right) \cdot 10^{-3} + \frac{Q_c}{q_6 \cdot x_n} \cdot (B_p + 2) \cdot S_k \cdot 10^{-3}, \quad (1.7)$$

Определение годовых эксплуатационных расходов

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{1,2} = & \left(\frac{Q_c \cdot 15}{q_6 \cdot x_n} \cdot S_{\text{жс}} \cdot (\alpha_{\text{жс}} + \beta_1) + \frac{Q_c \cdot 15}{q_6 \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p \cdot (\alpha_p + \beta_1) + \right. \\ & \left. + \gamma_1 \cdot \frac{Q_c}{G} \cdot T_n \cdot S_n \cdot (\alpha_n + \beta_2) \right) \cdot 10^{-5} + \\ & + \frac{Q_c \cdot 10^{-2}}{q_6 \cdot x_n} \cdot \left[\gamma_2 \cdot \frac{t_3 \cdot S_3 \cdot (\alpha_3 + \beta_2)}{G \cdot \tau_{\text{жс}} \cdot 60} + \gamma_3 \cdot (B_p + 2) \cdot S_k \cdot (\alpha_k + \beta_2) \right] + K \cdot H_u \cdot 10^{-2} + , \quad (1.8) \\ & + \frac{Q_c \cdot T_z \cdot k_{c3} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{q_6 \cdot x_n} \cdot \left(\gamma_2 \cdot \frac{t_3 \cdot t_3 \cdot N_3 \cdot \eta_1}{G \cdot \tau_{\text{жс}} \cdot 60} + \gamma_3 \cdot N_k \cdot \eta_2 \cdot \tau_{\text{жс}} \right) + \\ & + \frac{Q_c \cdot \varphi_{c1} \cdot z \cdot 12 \cdot k_{\phi}}{x_n \cdot \tau_{\text{жс}}} \cdot \left(\gamma_1 \cdot w + \gamma_2 \cdot \frac{t_3}{G \cdot 60} \right) + \frac{Q_c \cdot 15}{q_6 \cdot x_n} \cdot (B_p + 5) \cdot T_{oz} \cdot T_{oc} \cdot \varphi_{oc} \cdot k_{oz} \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

где $\alpha_{\text{жс}}$ – амортизационные отчисления на капитальные ремонты и полное восстановление железнодорожного разгрузочного пути, % ($\alpha_{\text{жс}}=3,5\%$);

β_1 – отчисления на текущие ремонты здания и строительных сооружений (железнодорожного пути, грузовой ramпы), % ($\beta_1=18,1\%$);

α_p – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление ramпы, % ($\alpha_p=2,5\%$);

α_n – амортизационные отчисления по поддонам, % ($\alpha_n=18,1\%$);

10^{-2} – пересчет процентов в десятичный дробь;

α_3 – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление электропогрузчика и электротележки, % ($\alpha_3=1,2\%$);

β_2 – отчисления на текущий ремонт оборудования и инвентаря (поддонов, конвейеров, погрузчиков и т.д.), % ($\beta_2=6\%$)

α_k – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление передвижного конвейера, % ($\alpha_k=9,1\%$);

H_u – ставка налога на имущества, % ($H_u=2,2\%$)

T_z – число дней прибытия грузов в вагонах на склад, сут.

k_{c3} – стоимость одного кВт-часа силовой электроэнергии, тыс. у.е./кВт-ч. ($k_{c3}=0,006$ тыс. у.е./кВт-ч.);

1,1 – коэффициент, учитывающий расходы на смазочные и обтирочные материалы;

t_3 – время зарядки аккумуляторной батареи электропогрузчика или электротележки, час. (для электропогрузчика $t_3=8$ час, для электротележки $t_3=6$ час.);

N_3 – установленная мощность электродвигателей на электропогрузчика или электротележке, кВт (для электропогрузчиков $N_3=8$ кВт, для электротележки $N_3=3$ кВт);

η_1 – коэффициент использования мощности для машин

циклического действия, $\eta_1=0,5$;

N_k – установленная мощность электродвигателя передвижного конвейера, кВт; ($N_k = 3$ кВт);

η_2 – коэффициент использования мощности машин непрерывного действия, $\eta_1=0,8$;

φ_{cn} – коэффициент перехода к списочному составу рабочих ($\varphi_{cn} = 1,1 \div 1,3$);

z – средняя заработная плата одного рабочего в месяц, тыс. у.е./мес.; ($z=12\ 000-15000$ у.е./мес);

12 – число месяцев в году;

k_ϕ – коэффициент, учитывающий отчисления от фонда оплаты труда во внебюджетные фонды (пенсионные, занятости, медицинского страхования и т.д.) $k_\phi = 1,26$;

w – трудоёмкость ручной разгрузки с укладкой грузов на поддоны, чел-ч/т. ($w = 0,322$ чел-ч/т. при использовании поддонов и погрузчиков, $w = 0,300$ чел-ч/т. при использовании передвижного ленточного конвейера);

T_{oz} – число дней освещения разгрузочного участка в течение года в условиях Узбекистана, $T_{oz} = 60$ сут.

T_{oc} – число часов освещения разгрузочного участка в сутки, $T_{oc}=8 \div 12$ час.;

φ_{oc} – установленная мощность осветительных приборов на разгрузочном участке, Вт/м² ($\varphi_{oc}=8 \div 10$ Вт/м²);

k_{oz} – стоимость 1 кВт-час. осветительной электроэнергии, у.е./кВт-ч. ($k_{oz}= 0,9$ у.е./кВт-ч)

Для грузов, разгружаемых поштучно:

$$\begin{aligned} \Theta_1 = Q_c \cdot \left(\frac{15}{q_g \cdot x_n} \cdot S_{жс} \cdot (\alpha_{жс} + \beta_1) + \frac{15}{q_g \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p \cdot (\alpha_p + \beta_1) + \right. \\ \left. + \frac{1}{G} \cdot T_n \cdot S_n \cdot (\alpha_n + \beta_2) \right) \cdot 10^{-2} + \frac{Q_c \cdot 10^{-2}}{q_g \cdot x_n} \cdot \\ \cdot \left[\frac{t_3 \cdot S_3 \cdot (\alpha_3 + \beta_2)}{G \cdot \tau_{жс} \cdot 60} \right] + K \cdot H_u \cdot 10^{-2} + \frac{Q_c \cdot T_z \cdot k_{сз} \cdot 11 \cdot 10^{-3}}{q_g \cdot x_n} \cdot \left(\frac{t_3 \cdot t_3 \cdot N_3 \cdot \eta_1}{G \cdot \tau_{жс} \cdot 60} \right) + \\ + \frac{Q_c \cdot \varphi_{cn} \cdot z \cdot 12 \cdot k_\phi}{x_n \cdot \tau_{жс}} \cdot \left(w + \frac{t_3}{G \cdot 60} \right) + \frac{Q_c \cdot 15}{q_g \cdot x_n} \cdot (B_p + 5) \cdot T_{oz} \cdot T_{oc} \cdot \varphi_{oc} \cdot k_{oz} \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad , \quad (1.9)$$

$$\begin{aligned}
\mathcal{E}_2 = & \left(\frac{Q_c \cdot 15}{q_\theta \cdot x_n} \cdot S_{\text{жс}} \cdot (\alpha_{\text{жс}} + \beta_1) + \frac{Q_c \cdot 15}{q_\theta \cdot x_n} \cdot B_p \cdot S_p \cdot (\alpha_p + \beta_1) + \right. \\
& \left. + \frac{Q_c}{G} \cdot T_n \cdot S_n \cdot (\alpha_n + \beta_2) \right) \cdot 10^{-2} + \\
& + \frac{Q_c \cdot 10^{-2}}{q_\theta \cdot x_n} \cdot [(B_p + 2) \cdot S_\kappa \cdot (\alpha_\kappa + \beta_2)] + K \cdot H_u \cdot 10^{-2} + \\
& + \frac{Q_c \cdot T_\varepsilon \cdot k_{\text{сз}} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{q_\theta \cdot x_n} \cdot (N_k \cdot \eta_2 \cdot \tau_{\text{жс}}) + \\
& + \frac{Q_c \cdot \varphi_{\text{сн}} \cdot z \cdot 12 \cdot k_\phi}{x_n \cdot \tau_{\text{жс}}} + \frac{Q_c \cdot 15}{q_\theta \cdot x_n} \cdot (B_p + 5) \cdot T_{\text{оз}} \cdot T_{\text{ос}} \cdot \varphi_{\text{ос}} \cdot k_{\text{оз}} \cdot 10^{-6}
\end{aligned} \quad , \quad (1.10)$$

Для грузов, разгружаемых транспортными пакетами, формула эксплуатационных затрат имеет один и тот же вид при разгрузке грузов электропогрузчиком, и при разгрузке вилочной электротележкой, разница только в стоимости S_3 . Для $\mathcal{E}_1$ $S_3=S_{\text{эн}}$ (стоимость электропогрузчика), соответственно для $\mathcal{E}_2$ $S_3=S_{\text{этв}}$ (стоимость вилочной электротележки).

Анализируем соотношения по двум сравниваемым вариантам технологии разгрузки грузов: K_1 , $\mathcal{E}_1$ и K_2 , $\mathcal{E}_2$:

- $K_1 > K_2$ и $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$, то более эффективен вариант разгрузки 2;
- $K_1 < K_2$ и $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2$, то более эффективен вариант разгрузки 1;
- $K_1 > K_2$ и $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2$, то задаёмся сроком окупаемости капиталовложений $T=1 \div 3$ года и определяем коэффициент экономической эффективности капиталовложений:

$$\varepsilon = \frac{1}{T}, \quad (1.11)$$

Определяем приведенные затраты по двум вариантам технологии разгрузки грузов:

$$\begin{aligned}
\Pi Z_1 &= \mathcal{E}_1 + \varepsilon \cdot K_1; \\
\Pi Z_2 &= \mathcal{E}_2 + \varepsilon \cdot K_2;
\end{aligned} \quad (1.12)$$

Если $\Pi Z_1 > \Pi Z_2$, то наиболее эффективным является вариант 2, и наоборот.

По выбранному наиболее рациональному варианту определяем:

- себестоимость разгрузки одной тонны грузов:

$$S_r = \frac{\mathcal{E} \cdot 10^3}{Q_c \cdot T_r}, \quad (1.13)$$

- себестоимость разгрузки грузов из одного вагона:

$$s_B = S_r \cdot \overline{q_B}, \quad (1.14)$$

Определяем срок окупаемости по тому варианту, который оказался лучше (например, по варианту 1):

$$T_1 = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}, \text{ лет} \quad (1.15)$$

Записываем вывод: расчёты экономических показателей по двум рассмотренным вариантам технологии и механизации разгрузки грузов из вагонов показывает, который обеспечивает экономию капитальных затрат в сумме $K_1 - K_2 = \dots\dots\dots$, тыс. у.е., (или годовых эксплуатационных расходов в сумме $\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = \dots\dots\dots$, тыс. у.е.); срок окупаемости $T = \dots\dots\dots$ года; себестоимость разгрузки грузов из одного вагона $S_g = \dots\dots\dots$, у.е./вагон. Рисуем схему наиболее рационального варианта разгрузки грузов из вагонов.

1.3. Сравнение вариантов затрат на перегрузку тарно-штучных грузов в контейнер (контрейлер)

Наиболее часто встречающиеся технологии по погрузке в контейнер на перевалочных складах при отсутствии и наличии грузовой рампы для двух вариантов механизации являются:

Для погрузки в контейнер пакетированных грузов (рисунок 1.3):

- при отсутствии грузовой рампы электропогрузчик подвозит пакетированные грузы в контейнер, далее загружаются ручными тележками, сокращенно П-ЭП-Рт;
- при наличии грузовой рампы, используется вилочная электротележка при погрузке пакетированных грузов в контейнер, сокращенно – П-ВЭТ

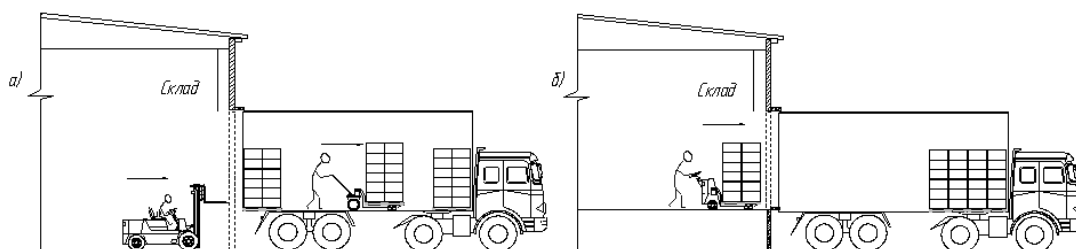


Рис. 1.3. Технология загрузки пакетированных грузов в контейнер:

- а) при помощи электропогрузчика и ручной тележки и отсутствии грузовой рампы;
б) при помощи вилочной электротележки при наличии грузовой рампы

Технология загрузки тарно-штучных грузов в контейнер или контрейлер при отсутствии и наличии грузовой рампы.

Определение массы грузов, загружаемых в один контейнер (контрейлер), поштучно и без поддона.

$$q_k = A \cdot B \cdot C \cdot f_k \cdot \frac{G}{a \cdot b \cdot (C_n - 0,15)}, \quad (1.16)$$

где A – внутренняя длина контейнера, (принимается для 20-футовых

контейнеров массой брутто 20 т $A=5900$ мм, для 40-футовых контейнеров массой брутто 30 т $A=11900$ мм);

B – внутренняя ширина контейнера ($B=2300$ мм);

C – внутренняя высота контейнера или высота укладки грузов в контейнере, мм ($C=1800-2300$ мм);

f_k – коэффициент заполнения объема контейнера (контрейлера) грузами ($f_k=0,6-0,8$);

G – масса транспортного пакета, т;

a и b – размеры транспортного пакета или поддона, применяемого для перегрузочно-складских, мм;

C_n – высота поддона с уложенными на него грузами, мм;

150 – высота стандартного двухнастильного поддона, мм.

При загрузке контейнера (контрейлера) целыми пакетами сначала определяют число транспортных пакетов, помещающихся в контейнер при установке их в контейнере двумя способами.

$$N_1 = \varepsilon\left(\frac{A}{a}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{B}{b}\right), \quad (1.17)$$

$$N_2 = \varepsilon\left(\frac{A}{b}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{B}{a}\right) + \varepsilon\left(\frac{B-a}{b}\right) \cdot \varepsilon\left(\frac{A}{a}\right), \quad (1.18)$$

где $\varepsilon(\dots)$ – обозначение целой части числа, поступающих в результате действий в скобках.

Определение массы груза в контейнере, используя в расчете большую из величин N_1, N_2 :

$$q_k = \max_{1,2}\{N_1, N_2\} \cdot G, \quad (1.19)$$

Определение числа мест одновременной загрузки контейнеров (контрейлеров) на погрузочном участке склада:

$$m_k = \varepsilon\left\{\frac{Q_c \cdot t_k}{q_k \cdot n_{cm} \cdot T_{cm} \cdot k_t \cdot 60}\right\} + 1, \quad (1.20)$$

где Q_c – суточный грузопоток выдачи грузов со склада на контейнеры (контрейлеры), т/сут;

t_k – продолжительность загрузки контейнера (контрейлер) грузами, мин. (принимают $t_k=20-40$ мин – в зависимости от рода грузов, технологии загрузки, требований транспортно-экспедиционной компании, перевозящие контейнеры);

n_{cm} – число смен работы склада по загрузке контейнеров ($n_{cm}=1-3$);

T_{cm} – продолжительность рабочей смены, ч ($T_{cm}=8 \dots 12$ ч);

k_t – коэффициент использования рабочего времени ($k_t=0,8 \dots 0,9$);

60 – число минут в часе.

Определение годовых эксплуатационных расходов по загрузке

тарно-штучных грузов в контейнер (контрейлер) выполняется по следующей общей формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{1,2} = \gamma_1 \cdot \frac{q_k \cdot m_k \cdot t_3}{G \cdot t_k} \cdot \left[S_3 \cdot (\alpha_3 + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + N_3 \cdot \eta_1 \cdot T_z \cdot k_{cs} \cdot 11 \cdot 10^{-3} + \right. \\ \left. + \varphi_{cn} \cdot z \cdot 12 \cdot k_\phi \right] + \\ + \gamma_2 \cdot m_k \cdot \left[S_T \cdot (\alpha_T + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + \frac{q_k \cdot w \cdot 60}{t_k} \cdot \varphi_{cn} \cdot z \cdot 12 \cdot k_\phi \right] + \\ + \gamma_3 \cdot \left[m_k \cdot L_k \cdot S_k \cdot (\alpha_k + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + \frac{Q_c \cdot T_r \cdot t_k}{q_k \cdot 60} \cdot N_k \cdot \eta_2 \cdot k_{cs} \cdot 10^{-3} \right] \end{aligned} \quad , \quad (1.21)$$

где γ_1 – булева переменная, принимая в зависимости от вариантов механизации: $\gamma_1=0$ – для варианта с передвижным ленточным конвейером; $\gamma_1=1$ – для всех вариантов, в которых используется электропогрузчик и электротележка;

t_3 – время цикла электропогрузчика или вилочной электротележки:

$$t_3 = \frac{t_k \cdot G}{q_k} \quad \text{для вариантов перевозки пакетов грузов}$$

электропогрузчиком к загружаемому контейнеру; $t_3=2$ мин – для вилочной электротележки, мин;

t_k – время загрузки одного контейнера (контрейлера), м (принимаются $t_k=20 \dots 30$ мин для контейнера массой брутто 20 т., $t_k=30 \dots 40$ мин – для контейнера массой брутто 30 т);

S_3 – стоимость электропогрузчика или электротележки, тыс. у.е. ($S_3 = 700 - 1000$ тыс. у.е. – для электропогрузчика);

α_3 – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление электропогрузчика и электротележки, % ($\alpha_3=16,7\%$);

β – отчисления на текущий ремонт оборудования, % ($\beta_2=6\%$)

H_u – ставка налога на имущество, % ($H_u=2,2\%$);

10^{-2} – перевод процентов в десятичные дроби;

N_3 – установленная мощность электродвигателей на электропогрузчике или электротележке, кВт (для электропогрузчиков $N_3=8$ кВт, для электротележки $N_3=3$ кВт);

η_1 – коэффициент использования мощности для машин циклического действия, $\eta_1=0,5$;

t_3 – время зарядки аккумуляторной батареи электропогрузчика или электротележки, час. (для электропогрузчика $t_3=8$ час, для электротележки $t_3=6$ час.);

T_z – число дней работы в году по приёму и выдаче грузов на автомобильный транспорт ($T_z=255$ дней – при работе по пятидневной рабочей неделе, $T_z=271$ дней – при работе по шестидневной рабочей недели, $T_z=365$ дней – при работе автотранспорта без выходных);

$k_{сэ}$ – стоимость одного кВт-часа силовой электроэнергии, тыс. у.е./кВт-ч. ($k_{сэ}=0,006$ тыс. у.е./кВт-ч.);

1,1 – коэффициент, учитывающий расходы на смазочные и обтирочные материалы;

10^{-3} – перевод у.е. в тыс. у.е.;

$\varphi_{сн}$ – коэффициент перехода к списочному составу рабочих ($\varphi_{сн}=1,1\div 1,3$)

z – средняя заработная плата одного рабочего в месяц, тыс. у.е./мес. (принимает $z=15000-17000$ у.е.);

12 – число месяцев в году;

k_{ϕ} – коэффициент, учитывающий отчисления от фонда оплаты труда во внебюджетные фонды (пенсионные, занятости, медицинского страхования и т.д.) $k_{\phi}=1,26$;

γ_2 – булева переменная, принимая в зависимости от вариантов: $\gamma_2=1$ – для вариантов с ручными работами; $\gamma_2=0$ – для варианта без ручных работ с вилочной электротележкой;

S_T – стоимость ручной тележки, которая используется в варианте для перегрузки тарно-штучных грузов внутри контейнера (контрейлер), тыс. у.е. (принимают $S_T=50$ тыс. у.е.);

α_T – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление ручной тележки, % ($\alpha_T=8,3\%$);

w – трудоёмкость перегрузочных работ с применением ручного труда, чел.-ч/т. ($w=0,422$ чел.-ч/т. – ручная перегрузка; $w=0,294$ чел.-ч/т – с передвижным конвейером; $w=\frac{1}{30 \cdot G}$ чел.-ч/т. –

перегрузка целых пакетов с ручной вилочной электротележкой);

γ_3 – булева переменная, принимая в зависимости от технологии: $\gamma_3=1$ – для варианта с передвижным ленточным конвейером; $\gamma_3=0$ – для всех вариантов;

L_k – длина передвижного конвейера, $L_k=6$ м – для загрузки контейнеров массой брутто 20 т. и $L_k=10$ м – для загрузки контейнеров массой брутто 30 т.;

S_k – стоимость одного метра длины передвижного конвейера, тыс. у.е. (принимают $S_k=8000-10000$ у.е.)

α_k – амортизационные отчисления на капитальный ремонт и полное восстановление передвижного конвейера, % ($\alpha_k=9,1\%$);

N_k – установленная мощность электродвигателя передвижного конвейера, кВт (принимают $N_k=1$ кВт для конвейеров длиной 6 м и $N_k=1,5$ кВт для конвейеров длиной 10 м);

η_2 – коэффициент использования мощности машин непрерывного

действия, $\eta_1=0,8$;

Для грузов, загружаемых пакетами в контейнер (контрейлер):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 = & \frac{q_k \cdot m_k \cdot t_{\mathcal{E}}}{G \cdot t_k} \cdot [S_{\mathcal{E}} \cdot (\alpha_{\mathcal{E}} + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + N_{\mathcal{E}} \cdot \eta_1 \cdot T_{\mathcal{E}} \cdot k_{\mathcal{E}} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} + \varphi_{\mathcal{E}} \cdot z \cdot 12 \cdot k_{\phi}] + \\ & + m_k \cdot \left[S_T \cdot (\alpha_T + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + \frac{q_k \cdot w \cdot 60}{t_k} \cdot \varphi_{\mathcal{E}} \cdot z \cdot 12 \cdot k_{\phi} \right] \end{aligned} \quad (1.22)$$

$$\mathcal{E}_{1,2} = \frac{q_k \cdot m_k \cdot t_{\mathcal{E}}}{G \cdot t_k} \cdot [S_{\mathcal{E}} \cdot (\alpha_{\mathcal{E}} + \beta + H_u) \cdot 10^{-2} + N_{\mathcal{E}} \cdot \eta_1 \cdot T_{\mathcal{E}} \cdot k_{\mathcal{E}} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} + \varphi_{\mathcal{E}} \cdot z \cdot 12 \cdot k_{\phi}], \quad (1.23)$$

Сравниваем варианты технологии загрузки грузов в контейнеры (контрейлеры) по годовым эксплуатационным расходам $\mathcal{E}$ и определяем лучший вариант.

Определяем стоимость загрузки одного контейнера (контрейлер):

$$C_{\mathcal{E},k} = \frac{\mathcal{E} \cdot q_k}{Q_c \cdot T_{\mathcal{E}}}, \text{ тыс. у.е./конт} \quad (1.24)$$

Записываем вывод с результатами расчётов и сравнения вариантов технологии загрузки грузов в контейнер (контрейлер)

1.4. Определение места расположения сервисного центра

$Q_{\text{год}}^{\text{под}}$ – годовой грузопоток, под/год ($Q_{\text{год}}^{\text{под}} \approx \frac{Q_{\text{год}}}{G}, \text{ под/год}$);

α – доля грузопотока торговой организации;

d – доход от продаж одного поддона груза, у.е./под. ($d = 500$ у.е./под.);

d_n – расходы на доставку одного поддона на километр, у.е./под-км ($d_n = 10$ под-км.).

Требуется:

Годовые грузопотоки для каждого склада:

$$Q_i = Q_{\text{год}}^{\text{под}} \cdot \alpha, \text{ под/год} \quad (1.25)$$

Координаты $x_{\text{сц}}$ и $y_{\text{сц}}$ сервисного центра;

$$x_{\text{сц}} = \frac{\sum Q_i \cdot x_i}{\sum Q_i}, \text{ км} \quad (1.26)$$

$$y_{\text{сц}} = \frac{\sum Q_i \cdot y_i}{\sum Q_i}, \text{ км} \quad (1.27)$$

Расстояние L_i от сервисного центра до склада:

$$L_i = \sqrt{(x_u - x_i)^2 + (y_u - y_i)^2}, \text{ км} \quad (1.28)$$

Доход для каждого склада:

$$D_i = Q_i \cdot (d - d_n \cdot L_i), \text{ млн. у.е./под.} \quad (1.29)$$

Рациональный склад, получаемый наибольшую выручку в расчёте

на один поддон товара:

$$\beta_i = \frac{D_i}{Q_i}, \text{ у.е./под.} \quad (1.30)$$

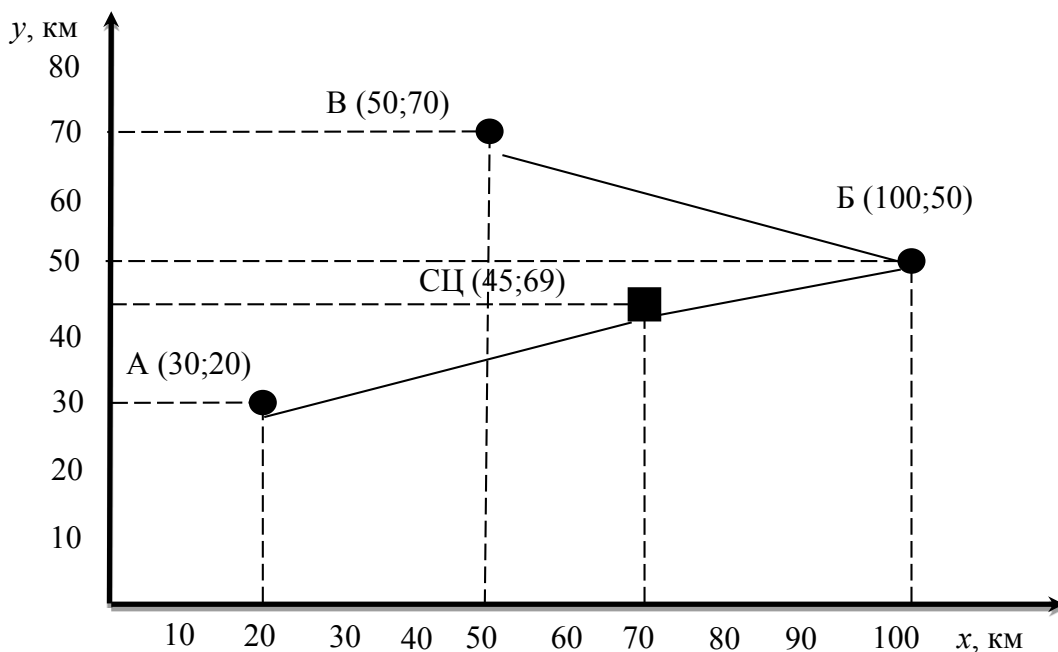


Рис. 1.4. Расположение складов, а также сервисного центра (СЦ)

Последовательность работы:

1. Начертить график-схему расположения пунктов потребления товаров;
2. Определить грузопоток для каждого склада;
3. Рассчитать координаты расположения $x_{сц}$, $y_{сц}$;
4. Нанести расположения СЦ на график-схеме;
5. Определить расстояние от СЦ до каждого склада;
6. Рассчитать доходы по каждому магазину;
7. Определить удельный доход в расчете на 1 у.е/под. для каждого склада;
8. Проанализировать результаты и сделать выводы.

ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДА ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

2.1. Выбор типа разгрузочного участка автоматизированного склада тарно-штучных грузов

Для разгрузки и погрузки штучных грузов на железнодорожный транспорт создаются специальные технологические участки – разгрузочный и погрузочный, которые оснащаются устройствами, сооружениями и оборудованием, наиболее подходящими для выполнения погрузки и разгрузки грузов. Особенностью погрузочно-разгрузочных участков склада является то, что они осуществляют взаимодействие с внешними системами транспорта прибытия и транспорта отправления грузов со склада. Внутрискладские грузопотоки зарождаются на разгрузочном участке склада, и заканчиваются на погрузочном участке.

Железнодорожный путь может быть подведен к складу снаружи или введен внутрь склада.

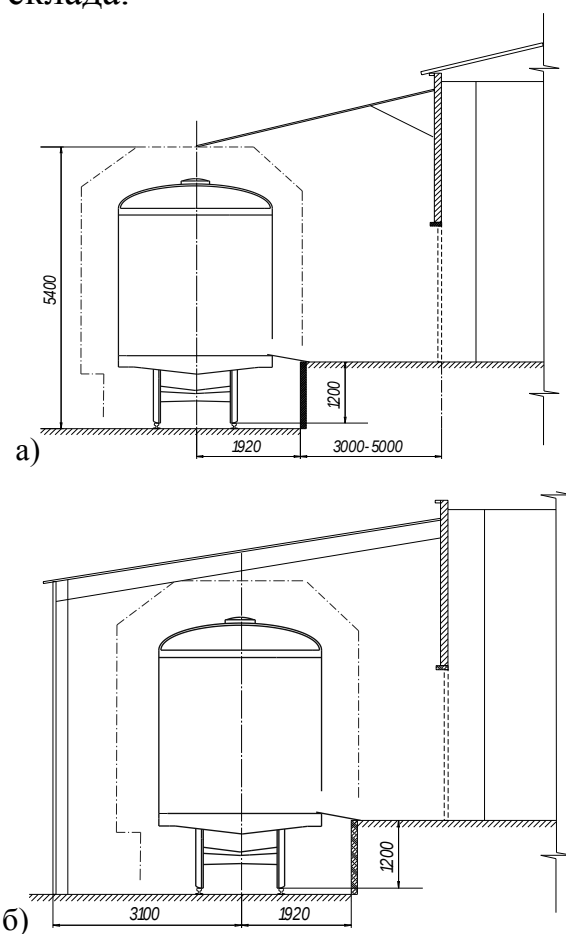


Рис.2.1. Варианты подхода железнодорожного погрузочно-разгрузочного участка к складу: а) наружный подход; б) внутренний подход.

Преимуществом наружного подхода железнодорожного пути к складу является то, что при этом железнодорожный путь не занимает полезных складских объёмов. Недостатками этого способа являются: возможность влияния погодных условий на погрузочно-разгрузочные механизмы, перегружаемые грузы и персонала склада. Однако эти недостатки могут быть устранены путем сооружения козырька или навеса над грузовой рампой, который может быть полностью обшит ограждающими конструкциями.

Ввод железнодорожного пути внутрь склада обеспечивает условия для погрузочно-разгрузочных машин и персонала, а также сохранности груза, но при этом полоса шириной примерно 6 м ($3300+2470=5750$ мм) занимает железнодорожным путём и не может быть использована для складирования.

Погрузочно-разгрузочный участок должен быть оборудован грузовой рампой высотой 1200 мм над уровнем головки рельсов. Подпорная стенка рампы устанавливается в соответствии с габаритом приближения строения на расстоянии 1920 мм от оси железнодорожного пути.

Высота ворот складов, выходящих на грузовую рампу, должна соответствовать габариту приближения строения. Обычно для проезда погрузчика делают ворота размерами $2,4 \times 2,4$ м.

Ширина грузовых рамп должна быть не менее 1,5 м для прохода персонала и 3 м при работе погрузчиков. Для выезда на рампы или склад, имеющий уровень пола выше уровня земли, для этого предусматриваются наклонные пандусы шириной на 800 мм шире перемещающихся по нему транспортных средств с уклоном 1/6 до 1/15.

Определение годового вагонопотока, проходящий через склад.

$$N_z = \frac{Q_{\text{сут}}}{q_g} \cdot 365, \text{ ваг / год} \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – заданный суточный грузопоток прибытия грузов на склад в железнодорожных вагонах, т/сут.

q_g – заданная средняя загрузка одного крытого вагона, т.

Определение требуемой длины железнодорожного разгрузочного участка.

$$L_{\text{жс}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{q_g \cdot x_n} \cdot 15, \text{ м} \quad (2.2)$$

где x_n – число подач вагонов к складу за сутки (принимается от $x_n = 1 \div 3$);

15 – длина железнодорожного пути, необходимая для установки одного вагона под разгрузку.

Должно обеспечиваться условие: $L \geq L_{жс}$. При $L_{жс} > L$ увеличиваем число подач одного вагона под разгрузку x_n .

Определение капитальных вложений для сооружения разгрузочного участка с наружным подходом железнодорожного пути:

$$K_n = L_{жс} \cdot [S_{жс} + B_p \cdot S_p + (B_p + 5) \cdot S_m] \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. у.е.} \quad (2.3)$$

$S_{жс}$ – стоимость одного метра длины железнодорожного пути (принимается $S_{жс} = 12000 \div 15000$ у.е./м);

B_p – ширина грузовой рампы, м (принимается $B_p = 3 \div 6$ м в зависимости от технологии и механизации разгрузочных работ);

S_p – стоимость 1 м^2 грузов рампы с козырьком, у.е. (принимается $S_p = 4000 \div 6000$ у.е./ м^2);

5 м – ширина участка земли, занимаемого железнодорожным путём снаружи склада;

S_m – стоимость 1 м^2 земельного участка, занимаемого складом и подъездным путём, у.е. (принимается $S_m = 1000 \div 3000$ у.е./ м^2 в зависимости от месторасположения склада);

10^{-3} – перевод у.е. в тыс. у.е.

Определение годовых эксплуатационных расходов по разгрузочному участку склада при наружном подходе железнодорожного пути:

$$\mathcal{E}_n = L_{жс} \cdot (S_{жс} + B_p \cdot S_p) \cdot (\alpha_a + \alpha_p + H_u) \cdot 10^{-5}, \text{ тыс. у.е./год} \quad (2.4)$$

где α_a – амортизационные отчисления, включающие расходы на полное восстановление и капитальный ремонт зданий и сооружений, % (принимается $\alpha_a = 3$ %);

α_p – отчисления на текущие ремонты складского здания и железнодорожного пути, % (принимается $\alpha_p = 1,5$ %);

H_u – ставка налога на имущество, % (принимается $H_u = 2,2$ %);

10^{-5} – пересчет процентов в десятичные дроби и у.е. в тыс. у.е.

Определение капитальных вложений на сооружение участка разгрузки вагонов по варианту с вводом железнодорожного пути внутрь складского здания.

$$K_v = L_{жс} \cdot [S_{жс} + (B_p + 5) \cdot H \cdot \psi_c] \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. у.е.}, \quad (2.5)$$

где ψ_c – стоимость 1 м^3 объёма складского здания, у.е./ м^3 (принимается $\psi_c = 1000 \div 1500$ у.е./ м^3).

H – полезная высота склада от пола до низа фермы покрытия, м.

Определение годовых эксплуатационных расходов по разгрузочному участку при внутреннем вводе железнодорожного пути в складское здание

$$\mathcal{E}_v = L_{жс} \cdot [S_{жс} + (B_p + 5) \cdot H \cdot \psi_c] \cdot (\alpha_a + \alpha_p + H_u) \cdot 10^{-5}, \text{ тыс. у.е./год}, \quad (2.6)$$

Анализируются соотношения величин: K_n , $\mathcal{E}_n$, и K_v , $\mathcal{E}_v$.

- если $K_n > K_v$ и $\mathcal{E}_n > \mathcal{E}_v$, наиболее рационален вариант с внутренним вводом железнодорожного пути на склад;
- если $K_n < K_v$ и $\mathcal{E}_n < \mathcal{E}_v$, наиболее рационален вариант с наружным вводом железнодорожного пути на склад;
- если $K_n > K_v$ и $\mathcal{E}_n < \mathcal{E}_v$, то определяются приведенные затраты по формуле

$$ПЗ_n = \mathcal{E}_n + \varepsilon \cdot K_n \quad (2.9)$$

$$ПЗ_v = \mathcal{E}_v + \varepsilon \cdot K_v \quad (2.8)$$

Если $ПЗ_n > ПЗ_v$, то принимаем вариант внутреннего ввода железнодорожного пути, если $ПЗ_n < ПЗ_v$, то лучший вариант – наружный подход железнодорожного пути.

Определение экономии эксплуатационных расходов при более рациональном варианте разгрузочного участка в расчете на один переработанный вагон:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_v - \mathcal{E}_n}{N_p} \cdot 10^3, \text{ у.е./ваг}, \quad (2.10)$$

где $\mathcal{E}_v$, $\mathcal{E}_n$ – годовые эксплуатационные расходы соответственно большие (в менее рациональном варианте) и меньшие (при более рациональном варианте рассматриваемого участка), тыс. у.е./год.
 10^3 – пересчет тыс. у.е. в у.е.

При сооружении разгрузочного участка автоматизированного склада по варианту достигается экономия капитальных вложений тыс. у.е./год и эксплуатационных расходов тыс. у.е./год. В расчёте на один переработанный вагон достигается экономия капитальных вложенийу.е., и эксплуатационных расходов у.е./год.

2.2. Определение основных параметров зоны хранения грузов на автоматизированном складе

Зона хранения грузов на складе любого типа и назначения является основным производственным компонентом складской системы по занимаемой площади, капитальным затратам, техническому оснащению, технологии и организации перегрузочно-складских работ. От правильного выбора параметров зоны хранения, способов складирования грузов, типов и конструкции стеллажного и штабелирующего оборудования зависят в наибольшей степени основные технико-экономические показатели складской системы, ее эффективность работы, доходы и прибыль, создаваемая складом

добавочная ценность перерабатываемых товаров, направляемых на рынки.

Поэтому определение основных технических решений по зоне хранения грузов является первым и основным, наиболее важным этапом проектирования складского комплекса любого типа и назначения. В качестве примера для простоты рассматривается однопролетное складское здание, в котором нужно механизировать складирование грузов с применением стеллажей: каркасных фронтальных – в случае переработки многономенклатурных грузов. Обслуживаются электропогрузчиками с вынесенными опорами, высоким подъемом и выдвижным грузозхватом – см. рис. 2.2.

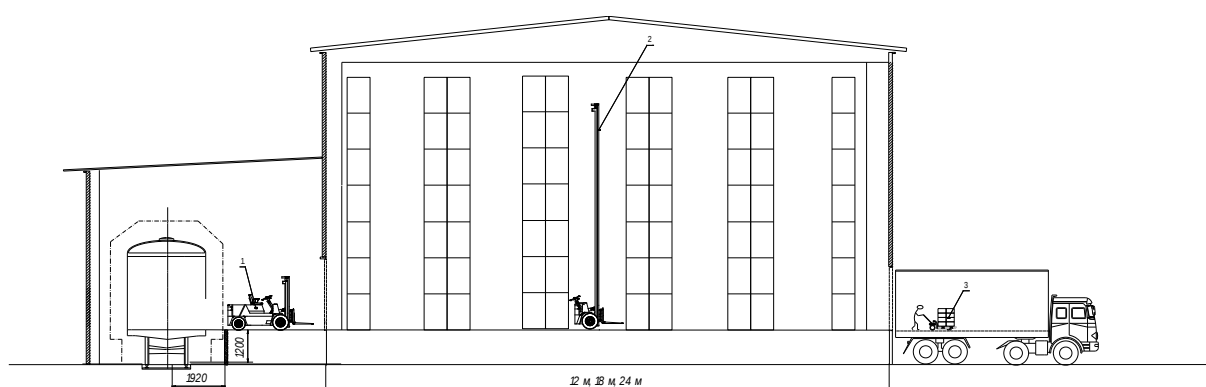


Рис.2.2. Механизация складирования грузов с применением электропогрузчиков на многономенклатурном складе с рядным складированием в каркасных фронтальных стеллажах.

Исходные данные для проектирования зоны хранения:

К исходным данным для проектирования зоны хранения относятся следующие:

L – длина складского здания (по строительным разбивочным осям), м;
 B – общая ширина складского здания (по строительным разбивочным осям), м;

H – высота склада от уровня чистого пола до низа ферм покрытия, м;
 $\tau_{хр}$ – желаемый (или нормативный) срок хранения грузов, сутки.

Параметры транспортных пакетов, в которых грузы поступают и хранятся в зоне хранения:

a – длина поддона (размер, которым поддон с грузом будет устанавливаться вдоль длины стеллажей), мм;

b – ширина поддона (размер, которым поддон с грузом будет устанавливаться в глубину стеллажей), мм;

C_n – высота транспортно-складского пакета с грузом, мм;

G – масса пакета, кг;

Технологические расчеты по зоне хранения:

Основные параметры зоны хранения, которые нужно определить при проектировании:

R – число транспортных пакетов, помещающихся в складе;

E – вместимость (емкость) склада, т;

Q_c – годовой грузопоток, который может переработать склад (перерабатывающая способность), т/год.

$C_{я}$ – высота яруса в стеллажах, мм;

z – число ярусов по высоте стеллажей;

H_n – высота подъема вилочного грузозахвата погрузчика, мм;

x – число грузовых складских единиц (поддонов с грузом) размещаемых по ширине складского здания;

y – число грузовых складских единиц (поддонов с грузом), размещаемых по длине складского здания;

Определения высоты яруса в стеллажах

$$C_{я} = C_n + 200, \text{ мм} \quad (2.11)$$

где C_n – высота транспортного пакета, мм

200 мм – размер по высоте, включающий толщину опорных конструкций для груза и зазор между пакетом и конструкцией стеллажа при упаковке и съема груза.

Определение числа ярусов стеллажей по высоте

$$z = \varepsilon \left\{ \frac{H}{C_{я}} \right\}, \quad (2.12)$$

где H – высота склада от уровня чистого пола до низа ферм покрытия, м;

$\varepsilon\{\dots\}$ – обозначения целой части числа, получающего в результате выполнения действий в скобках.

Определение требуемой высоты подъема вилочного грузозахвата электропогрузчика

$$H_n = (z - 1) \cdot C_{я} + 200, \text{ мм} \quad (2.13)$$

где z – число ярусов по высоте стеллажей;

Определение числа грузовых складских единиц (поддонов с грузом) по ширине

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - B_o - B_{np}}{b + 0,1} \right\}, \quad (2.14)$$

где B_o – часть ширины склада, которая не может быть занята стеллажами (ширина строительных колонн, зазоры между колоннами и конструкциями стеллажа, зазоры для устройств водопровода, отопления, пожаротушения и т. д.), мм, принимают

$B_o=1000...1500$ мм в зависимости от толщины строительных конструкций по краям пролета;

B_{np} – ширина проезда между стеллажами для электропогрузчика, мм (принимают $B_{np}=3$ м – для универсальных электропогрузчиков с фронтальным вилочным грузозахватом и высоте подъема $H_n \leq 3$ м, $B_{np}=2,5$ м – для электропогрузчиков с вынесенными опорами и выдвижным грузозахватом при $H_n = 4 \div 10$ м);

b – ширина поддона, мм;

100 мм – зазор между поддоном и конструкцией стеллажа;

Определение числа грузовых складских единиц (поддонов с грузом) по длине стеллажей

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - n_n \cdot B_{np} - L_{\varepsilon}}{a + \lambda} \right\}, \quad (2.15)$$

где L – длина складского здания (по строительным разбивочным осям), м;

n_n – число поперечных проездов по длине склада, принимается

$$n_n = \varepsilon \left\{ \frac{L}{80} \right\}, \quad (2.16)$$

L_{ε} – длина приемо-отправочных экспедиций принимают, $L_{\varepsilon} = (0,1 \div 0,2) \cdot L$, мм;

a – длина транспортного пакета (размер, которым поддон устанавливается вдоль стеллажей), мм; например, при поддонах 800×1200 мм для фронтальных стеллажей $a=800$ мм, для глубинных стеллажей $a=1200$ мм;

λ – зазоры между грузами по длине стеллажей, м (принимают: $\lambda = 0,2$ м – для клеточных каркасных стеллажей на складе мелких отправок, $\lambda = 0,3$ м – для въездных стеллажей на складе повагонных отправок).

Определение общих транспортных пакетов, помещающихся в зоне хранения склада

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (2.17)$$

где x, y, z – число пакетов соответственно по ширине, длине, и высоте стеллажей.

Определение вместимости склада

$$E = R \cdot G, \text{ т}, \quad (2.18)$$

где G – масса транспортного пакета, т

Определение оборачиваемости грузов на складе:

$$\eta = \frac{365}{\tau_{xp}}, \quad (2.19)$$

где τ_{xp} – желаемый (или нормативный) срок хранения грузов, сут.

Определение грузопотока, который может переработать склад.

$$Q_e = E \cdot \eta, \text{ т/год} \quad (2.20)$$

Вывод: При заданных размерах склада и сроке хранения $\tau_{xp} = \dots$ сут. на нём можно переработать за год $Q_e \dots$ тонн грузов, транспортируемых мелкими отправлениями.

2.3. Расчёт погрузочно-разгрузочных участков складов

Для расчёта параметров погрузочно-разгрузочного участка и требуемого количества подъёмно-транспортных машин в крытом перевалочном складе сначала определяют расчётный суточный грузопоток, проходящий через этот склад:

$$Q_c = \frac{Q_g \cdot K_n}{365}, \text{ т/сут}, \quad (2.21)$$

где Q_g – годовой грузопоток прибытия штучных грузов, т/год;

K_n – коэффициент суточной неравномерности грузопотока прибытия грузов на перевалочный склад (при отсутствии статистических данных принимается $K_n = 1,2-1,4$);

Площадь приёмо-отправочной экспедиции со стороны подхода железнодорожного транспорта определяют по формуле

$$S_n = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot t_n}{q_n \cdot 24}, \text{ м}^2, \quad (2.22)$$

где 24 – число часов в сутки;

t_n – срок временного хранения и переработки грузов, прибывающих и отправляемых с перегрузочного склада на железнодорожном транспорте, ч ($t_n = 2-10$ ч);

q_n – нагрузка на 1 м² участка приёма и сортировки грузов при штабельном хранении в два яруса по высоте, с учётом проездов для погрузчиков, принимается $q_n = 1$ т/м²;

На перевалочном складе, при наличии вдоль железнодорожного погрузочно-разгрузочного пути широкой грузовой рампы под навесом, её площадь может быть частично использована для временного хранения принятых или подготовленных к отправке транспортных партий грузов и входить в размер площади, вычисленной по формуле 2.22.

Требуемое число одновременно работающих погрузчиков для разгрузки и погрузки вагонов можно определить по формуле:

$$r_n = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot t}{x_n \cdot G \cdot T_{\text{жс}} \cdot 60} \cdot (1 - \alpha), \quad (2.23)$$

где t – среднее время цикла погрузчика по погрузке-выгрузке грузов из крытых вагонов, мин (принимают $t = 2 \dots 3$ мин);

$T_{\text{жс}}$ – нормативное время разгрузки подачи грузов, ч (принимают $T_{\text{жс}}$

=2,5 часа для пакетированных грузов, $T_{ж} = 7$ часов для штучных грузов);

60 – число минут в часе;

α – доля суточного грузопотока, загружаемого в вагоны по прямому варианту.

Для определения числа ворот в перевалочном складе для погрузки-разгрузки автомобилей сначала определяют число обрабатываемых автомобилей у перевалочного склада за сутки:

$$N_a = \frac{Q_r \cdot \alpha \cdot 2 \cdot K_n}{T_c \cdot q_a}, \text{ авто / сут} \quad (2.24)$$

где 2 – число грузовых операций с автомобилями у перевалочного склада (погрузки и разгрузки);

T_c – число дней работы в году по приёму и выдаче грузов на автомобильный транспорт ($T_c=255$ дней – при работе по пятидневной рабочей неделе, $T_c=255$ дней – при работе по шестидневной рабочей неделе, $T_c=365$ дней – при работе автотранспорта без выходных);

q_a – средняя загрузка одного автомобиля, т (принимается $q_a = 10 \dots 20$ т);

Число ворот в перевалочном складе для разгрузки и погрузки автомобилей:

$$m_a = \frac{N_a \cdot t_a}{T_c}, \quad (2.25)$$

где t_a – время занятия ворот автомобилем (включая подъезд и отъезд от ворот), ч (принимается $t_a = 0,7 \dots 2$ ч, в зависимости от состояния грузов – пакетированные на поддонах или поштучно без поддонов);

T_c – время работы перевалочного склада по обслуживанию автомобилей за сутки, ч (принимается с учётом сгущения прибытия автомобилей в течение дня $T_c = 8 \dots 12$ ч);

Площадь приёмо-отправочной экспедиции на крытом перевалочном складе со стороны подхода автомобильного транспорта определяется по формуле:

$$S_n = \frac{13,6 \cdot 2,5 \cdot N_a \cdot T_n}{T_c \cdot k_n}, \text{ м}^2 \quad (2.26)$$

где 13,6 – длина, м (большегрузного автофургона объёмом 80 м³);

2,5 – ширина большегрузного автофургона, м;

T_n – число часов временного хранения транспортных партий в приёмо-отправочной экспедиции в процессе их обработки, ч (принимаются в пределах $T_n = 2 \dots 4$ ч);

k_n – коэффициент, учитывающий площадь проходов и проездов на участках приёма и комплектации (принимают $k_n = 0,5$ – при

использовании погрузчиков для перевозки грузов внутри склада и $k_n = 0,6 \dots 0,7$ – при использовании вилочных электротележек);

На современных сервисных центрах около перевалочных складов предусматриваются площадки для ожидания автомобилем погрузки, разгрузки и оформления документов. При высокоорганизованной технологии работы терминала за рубежом время нахождения автомобиля на терминале не превышает 1,5...2 часа. Однако в узбекских терминалах бывают большие очереди по обслуживанию очереди автомобилей. Поэтому необходимо предусмотреть охраняемые стоянки для большегрузных автомобилей. Место таких автостоянок определяют по формуле:

$$R_a = \frac{N_a \cdot T_o}{T_c}, \quad (2.27)$$

где T_o – время ожидания автомобилем обслуживания, ч ($T_o=10\dots12$ ч)

2.4. Определение количества подъёмно-транспортных машин

Требуемое количество погрузчиков для перевалочного склада определяется по формуле:

$$r = \frac{Q_{\text{сум}} \cdot \alpha \cdot N_{\text{пер}}^1 \cdot t_1}{T_c \cdot 60} + \frac{Q_{\text{сум}} \cdot (1 - \alpha) \cdot N_{\text{пер}}^2 \cdot t_2}{T_c \cdot 60}, \quad (2.28)$$

где $N_{\text{пер}}^2$ – коэффициент переработки, учитывающий многократные перемещения пакетных грузов на складе (сначала из транспортного средства – в зону хранения, из зоны хранения – на участок комплектации, с участка комплектации на погрузку в транспортное средство $N_{\text{пер}}^1=2\dots4$);

$N_{\text{пер}}^1$ – при прямой перегрузке ($N_{\text{пер}}^1=1$);

t_1 и t_2 – время цикла штабелирующей машины, мин, соответственно при прямой перегрузке грузов и через зону хранения (принимают 2-3 мин).

Общее количество подъёмно-транспортных машин на перевалочном складе, вычисленное по формуле 2.28, распределяют по типам и характеру работ:

- на штабелирующие машины, которые только обслуживают высотные стеллажи в зоне хранения грузов (40-50 %);
- универсальные уравновешенные погрузчики, загружающие и разгружающие железнодорожные вагоны (20-30 %);
- вилочные электротележки, загружающие и разгружающие автотранспорт фургона и контейнера (20-30%).

ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНОЙ ПЛОЩАДКИ

3.1. Оборудование контейнерных площадок

Оборудование контейнерных терминалов можно разделить на две группы:

- основное технологическое оборудование для переработки, перегрузок и складирования контейнеров (краны, погрузчики, грузозахватные 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.

3.2. 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 с крановой 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.

3.3. Козловые краны

Козловые краны для переработки крупнотоннажных контейнеров изготавливает 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 Узбекистане 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 у.е.).

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).

3.4. 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. 3.1 и табл. 3.1).

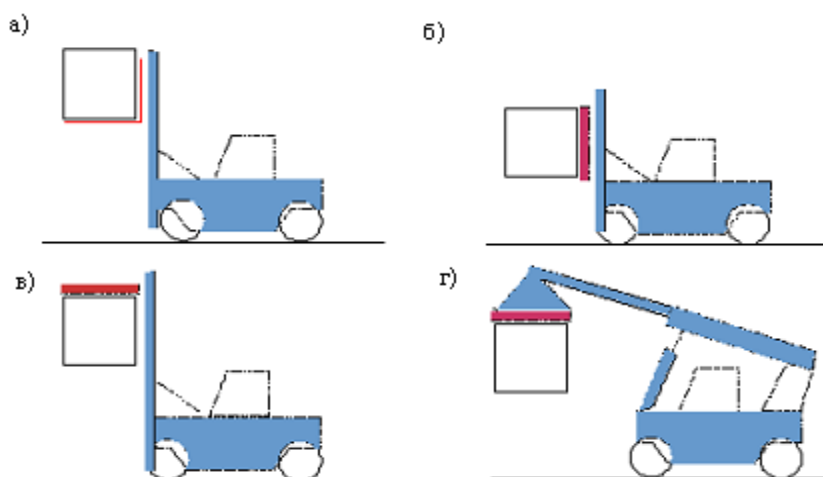


Рис. 3.1. Контейнерные автопогрузчики с фронтальным грузозахватом: с вилочным грузозахватом (а); с боковым спредерным грузозахватом (б); с верхним спредерным грузозахватом (в); с выдвижной крановой стрелой АКС (ричстакер) (г)

Таблица 3.1

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, у.е./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 у.е./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 у.е.), 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.

3.5. Портальные контейнерные автопогрузчики

Портальный контейнерный автопогрузчик (ПАП или *Straddle Carrier* (SC)), показанный на рис. 3.2, 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.

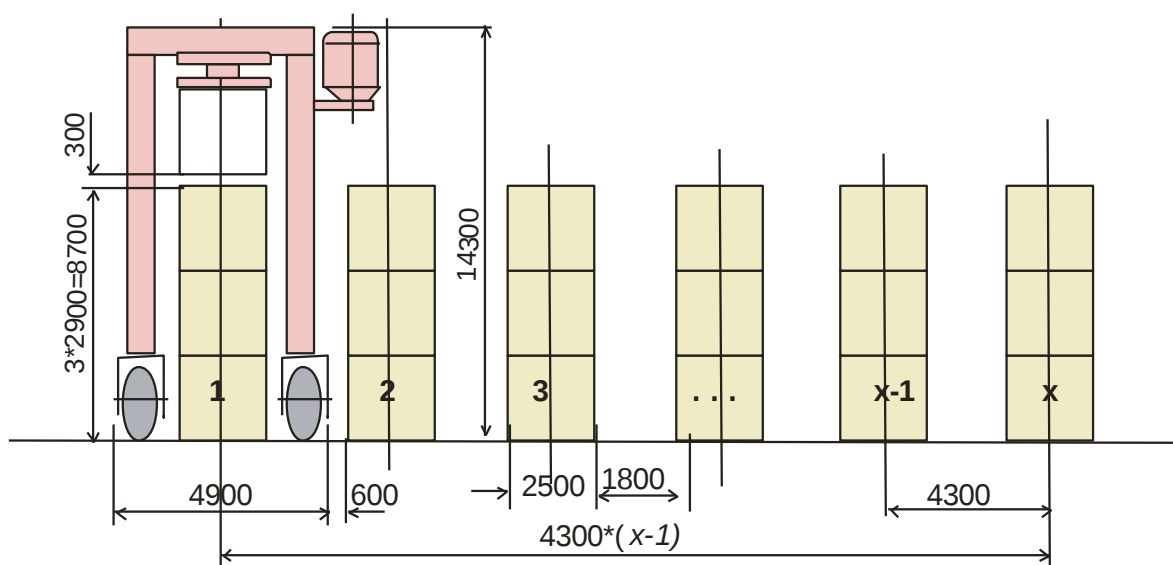


Рис. 3.2. Портальный контейнерный автопогрузчик (ПАП или *Straddle Carrier*)

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 у.е. Показанный на рис. 3.2 портальный автопогрузчик обозначается «1

через 3», так как он может штабелировать 3 контейнера и еще пронести один контейнер над ними. Однако стоимость такого погрузчика достигает 25 млн у.е.

Ричстакеры АКС и порталные автопогрузчики ПАП дают примерно одинаковые показатели вместимости контейнерных площадок (примерно 15–22 м²/ДФЭ или 500–700 контейнеров на 1 га контейнерной площадки).

3.6. Мостовые порталные пневмоколесные краны

Мостовые порталные пневмоколесные краны (ПКК или *RTG – Rubber Tyred Gantry*, рис. 3.3) появились на крупных контейнерных терминалах примерно 15-20 лет тому назад. Их основное достоинство – большая емкость контейнерной площадки (показатель требуемой площади составляет 6-10 м²/ДФЭ, т. е. 1000–1600 20-футовых контейнеров ДФЭ в расчете на 1 га территории).

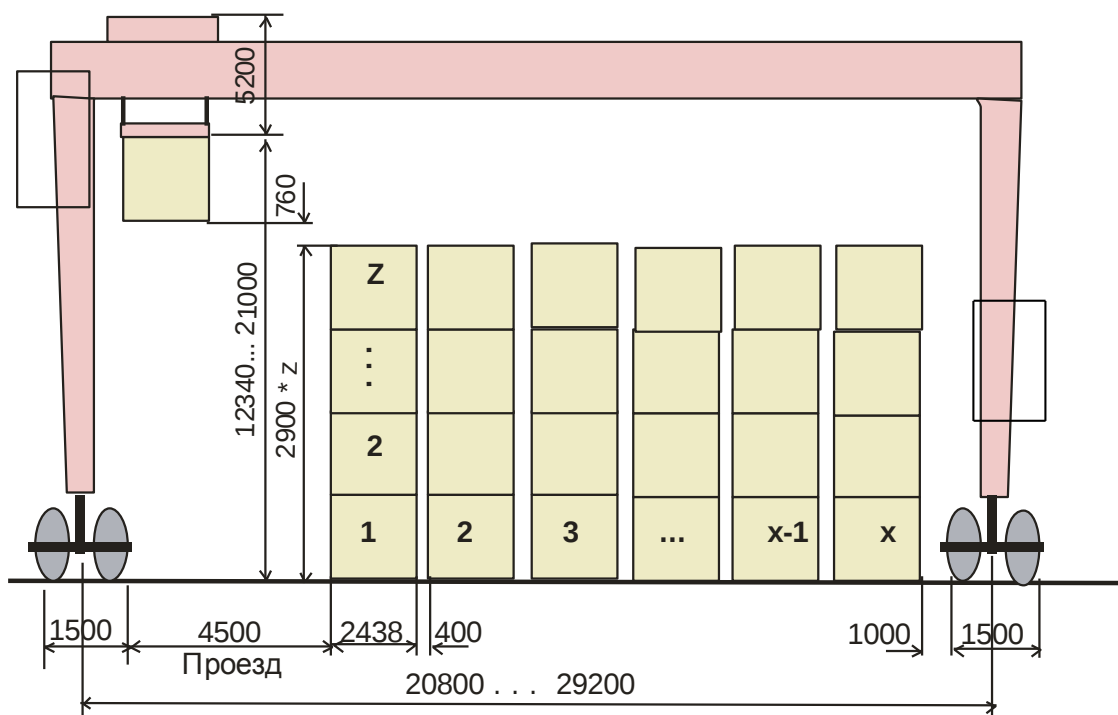


Рис. 3.3. Мостовой порталный пневмоколесный кран (ПКК или *RTG – Rubber Tyred Gantry*)

Основные недостатки пневмоколесных кранов – громоздкость и высокая стоимость. Пневмоколесные краны обозначаются в зависимости от числа устанавливаемых контейнеров по ширине пролета и по высоте. Например, показанный на рис. 3.3 ПКК может иметь обозначение «1 через 4 / 6 + 1» (т. е. 4 контейнера по высоте и 1

контейнер можно перевозить выше штабеля и 6 по ширине и еще остается проезд для автомобилей).

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. 3.2.

Таблица 3.2

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. 3.4–3.11.

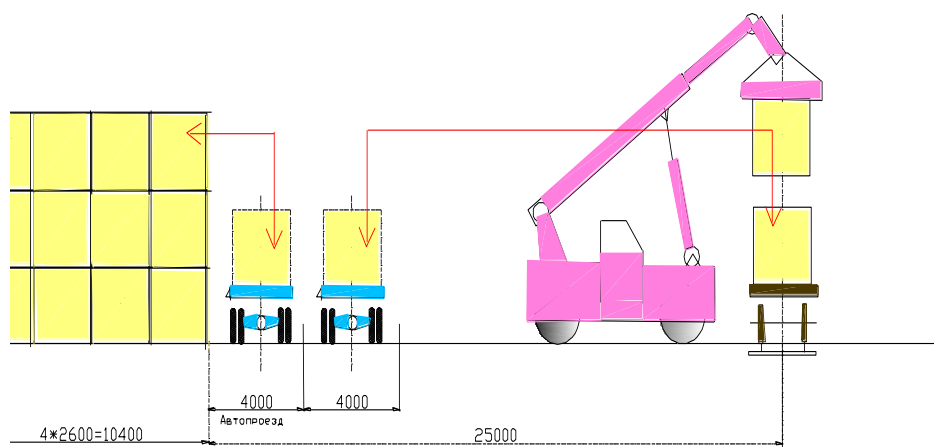


Рис. 3.4. Контейнерная площадка с автопогрузчиком АКС с крановой стрелой – ричстакером

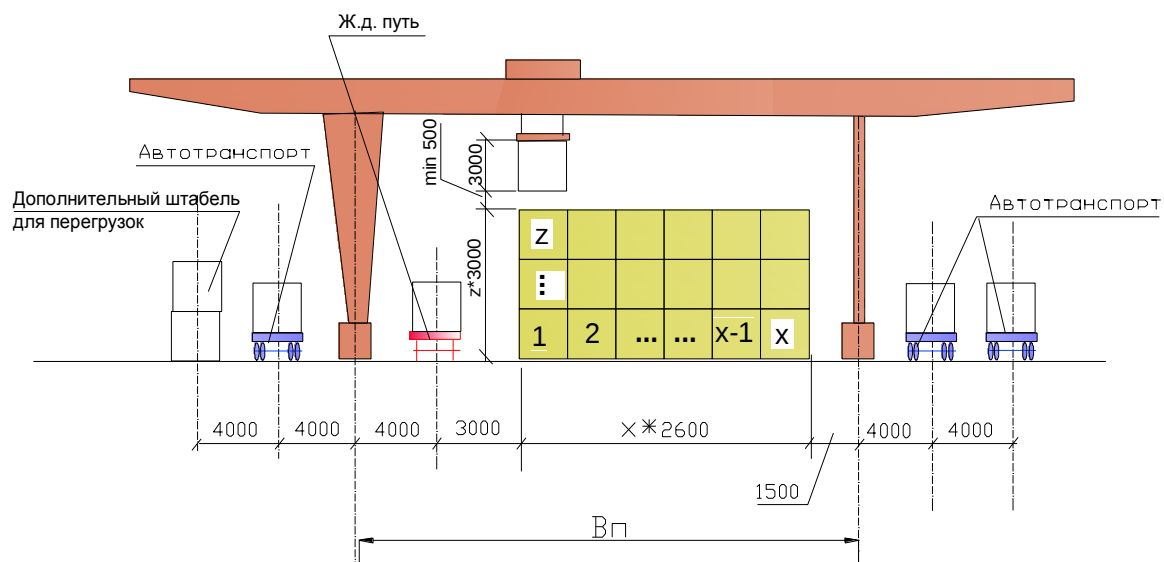


Рис. 3.5. Контейнерная площадка с козловым краном (RMG)

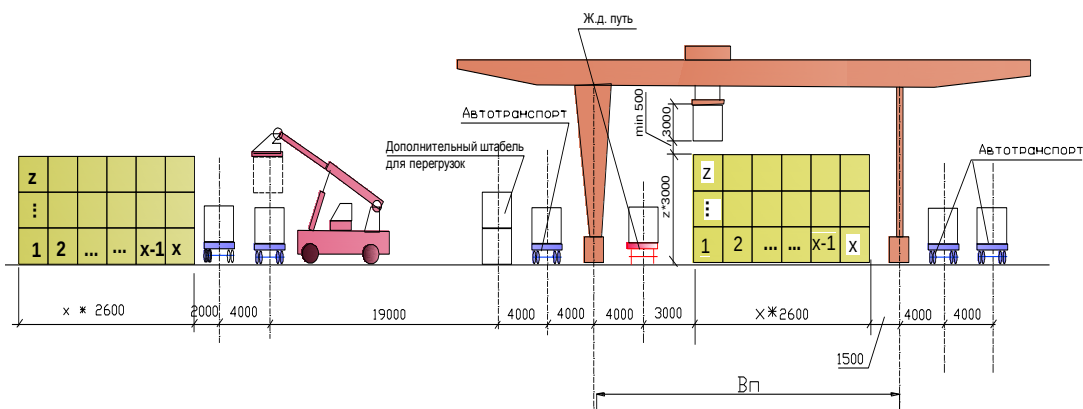


Рис. 3.6. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и ричстакером

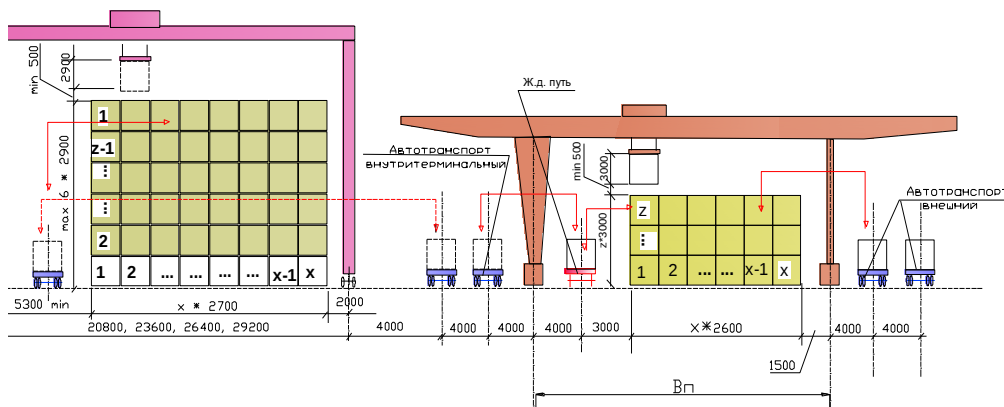


Рис. 3.7. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и порталным пневмоколёсным краном ППК (RTG)

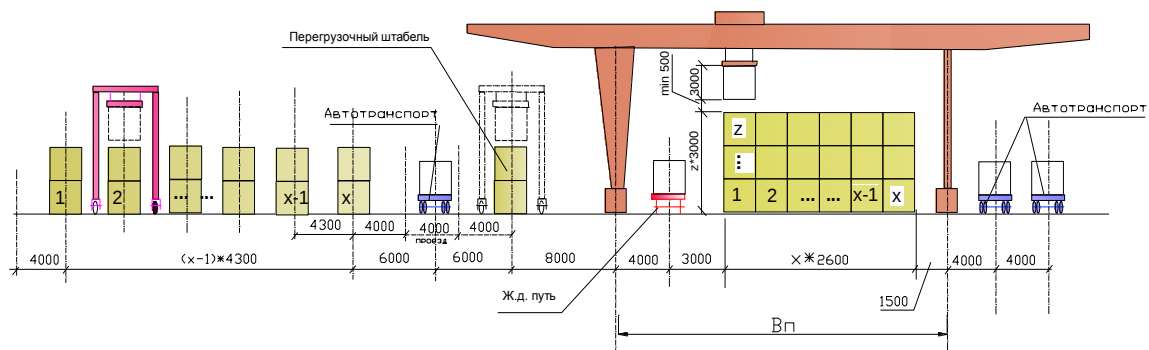


Рис. 3.8. Контейнерный терминал с козловым рельсовым краном (RMG) и порталным автопогрузчиком ПАП (Straddle Carrier)

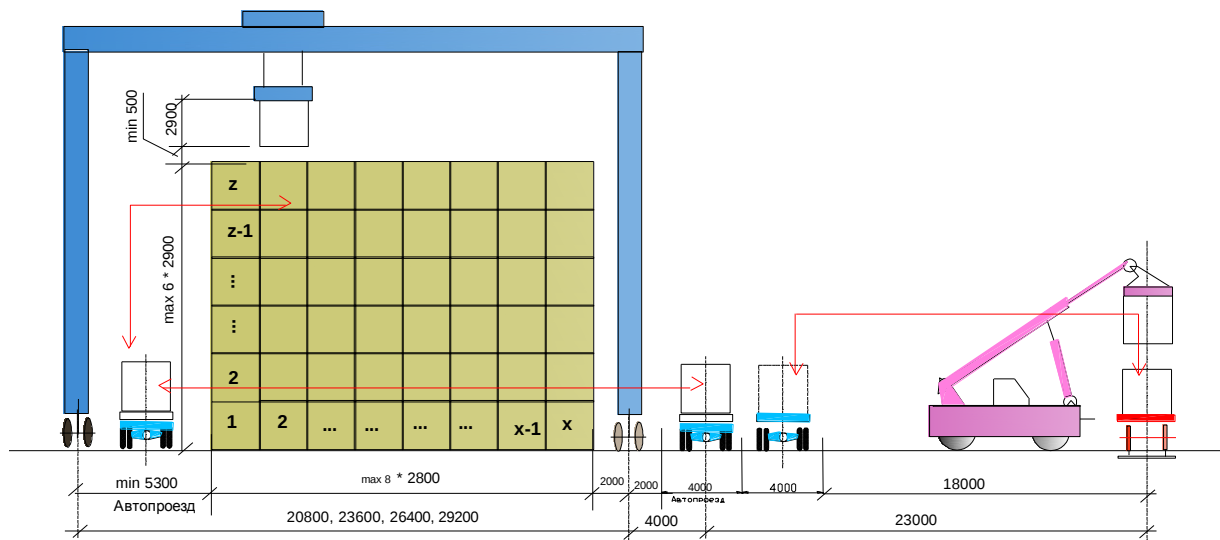


Рис. 3.9. Контейнерный терминал с ричстакерами и порталным мостовым пневмоколовым краном ППК (RTG)

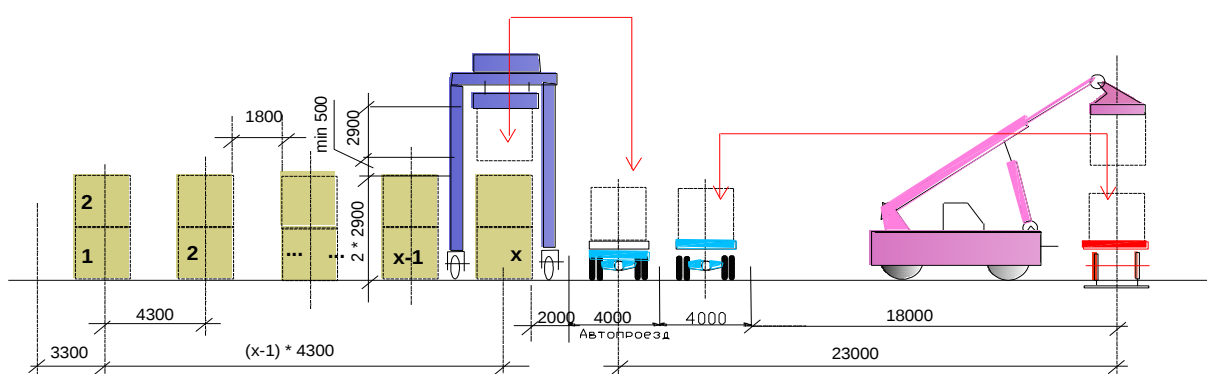


Рис. 3.10. Контейнерный терминал с ричстакерами и порталными автопогрузчиками ПАП (Straddle Carrier)

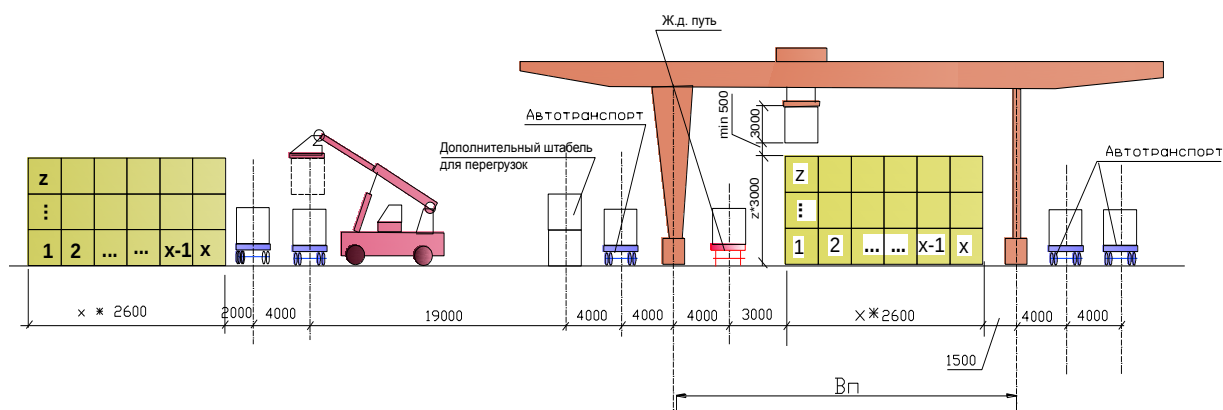


Рис. 3.11. Контейнерный терминал с козловым контейнерным краном (RMG) и ричстакером

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.

3.7. Расчёт ёмкости 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 контейнеров¹, 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:

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (3.1)$$

где x — число контейнеров, помещающихся по ширине площадки;

y — число контейнеров, помещающихся по длине контейнерной

¹ Все расчеты выполняются для 20-футовых контейнеров.

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:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - n \cdot A - 25}{2,6} \right\}, \quad (3.2)$$

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 :

$$n = \varepsilon \left\{ \frac{B - 2,6 \cdot x_1 - 25}{5,2 \cdot x_1 + 15} \right\} + 1 \quad (3.3)$$

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:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - m \cdot A}{6,3} \right\}, \quad (3.4)$$

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 :

$$R = \frac{S}{\Delta S}, \quad (3.5)$$

где S – площадь контейнерной площадки, м² (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, $\Delta S = 20-22$ при складировании контейнеров в 3 яруса по высоте, $\Delta S = 13-18$ м²/ДФЭ при складировании контейнеров при помощи порталных автопогрузчиков, $\Delta S = 8-10$ м²/ДФЭ при складировании контейнеров при помощи козлового контейнерного перегружателя, $\Delta S = 6-8$ м²/ДФЭ при складировании контейнеров при помощи безрельсового пневмоколесного крана ППК.

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

$$n = \frac{365}{t_{xp}}, \quad (3.6)$$

где t_{xp} – срок хранения контейнеров на терминале, сут.

Срок хранения грузеных контейнеров в Узбекистане 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:

$$R = \frac{Q_{\Gamma}}{\eta}, \quad (3.7)$$

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 задаваться некоторыми неизвестными величинами. Число ярусов по высоте для грузеных 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:

$$L = m \cdot l_{\phi.п}, \quad (3.8)$$

где m – число фитинговых платформ в подаче на терминал;

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

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

$$m = \frac{Q_{\Gamma} \cdot k_n}{365 \cdot 3 \cdot p}, \quad (3.9)$$

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

k_n – 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 (3.1), решая обратную задачу:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{R}{y \cdot z} \right\} + 1, \quad (3.10)$$

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:

$$B_n = x \cdot 2,6 + B_{жс} + B_{нр} \cdot n_{нр}, \quad (3.11)$$

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;

$B_{жс} = 25$ 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;

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

n_{np} – 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:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{L_{\pi} - 2 \cdot 1,5 - n_{ж} \cdot 4,9}{2,6} \right\}, \quad (3.12)$$
$$x = \varepsilon \left\{ \frac{L_n}{2,6} \right\}$$

где L_{π} – пролет козлового контейнерного крана, м, принимают $L_{\pi} = 25$ м или $L_{\pi} = 32$ 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;

$n_{ж}$ – 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:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - 2 \cdot 10 - n \cdot 1,5}{6,3} \right\}, \quad (3.13)$$

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 портальными автопогрузчиками ПАП (SC) (см. рис. 2.2) число контейнеров по ширине площадки определяется по формуле:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - 2 \cdot 4}{4,3} \right\}, \quad (3.14)$$

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):

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - 2 \cdot 20}{6,3} \right\}, \quad (3.15)$$

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 ранее приведенные для площадки с автопогрузчиками с выдвижной крановой стрелой АКС – ричстакерами.

Для варианта оснащения контейнерной площадки портальными

мостовыми пневмоколесными 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):

$$\begin{aligned} \text{при } L_{\Pi} &= 20,8 \text{ м } x = 5; \\ L_{\Pi} &= 23,6 \text{ м } x = 6; \\ L_{\Pi} &= 26,4 \text{ м } x = 7; \\ L_{\Pi} &= 29,2 \text{ м } x = 8 \end{aligned}$$

во всех этих случаях учитывается проезд для автомобиля.

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

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L_k - 2 \cdot 20}{6,3} \right\}, \quad (3.16)$$

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_{Π} :

$$\begin{aligned} \text{при } H_{\Pi} &= 12\,340 \text{ мм } z = 3 - \text{модель «1 через 3»}; \\ H_{\Pi} &= 15\,240 \text{ мм } z = 4 - \text{модель «1 через 4»}; \\ H_{\Pi} &= 18\,100 \text{ мм } z = 5 - \text{модель «1 через 5»}; \\ H_{\Pi} &= 21\,000 \text{ мм } z = 6 - \text{модель «1 через 6»}. \end{aligned}$$

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 порталыми автопогрузчиками ПАП (*SC*) и с безрельсовыми порталыми 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.

3.8 Расчет некоторых параметров контейнерной площадки

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

$$R_a = \frac{(N_{\text{пр}} + N_{\text{от}}) \cdot t_a}{T_a}, \quad (3.17)$$

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:

$$A_{\text{КПП}} = \frac{(N_{\text{пр}} + N_{\text{от}}) \cdot t_{\text{КПП}}}{T_a \cdot 60}, \quad (3.18)$$

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:

$$K_S = \frac{1}{S \cdot 10^4} \sum_{i=1}^n S_i, \quad (3.19)$$

где S_i – площадь i -го объекта, м^2 ;

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:

$$K_T = \frac{1}{S \cdot 10^4} \left(\sum_{i=1}^n S_i + \sum_{j=1}^m S_j \right), \quad (3.20)$$

где S_i – площадь i -й контейнерной площадки, м^2 ;

n – количество контейнерных площадок на терминале;

S_j – площадь j -го крытого склада или перегрузочной рампы, м^2 ;

m – количество крытых складов и перегрузочных рамп.

3.9. Перерабатывающая способность контейнерной площадки

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:

$$Q_r = R \cdot \eta = R \cdot \frac{365}{\tau}, \quad (3.21)$$

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 (3.21) 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:

$$Q = Q_{\text{п}} + Q_{\text{от}}. \quad (3.22)$$

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

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

$$L_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{p} \cdot L_1, \quad (3.33)$$

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 приходить по железной дороге, какая – на автомобилях и

какую часть фитинговых платформ можно обслужить по сдвоенной операции вырузки-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 при-
мыкания (принимается 1-3 подачи в сутки, в зависимости от вели-
чины 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:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{г}}}{365} \cdot k_{\text{н}} k_{\text{н}}, \quad (334)$$

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 полно-
составного 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:

$$T = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot t}{p \cdot 60}, \quad (4.35)$$

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 автомобилей на площадке определяют так:

$$m_a = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot t}{1 \text{ конт/авт} \cdot T \cdot 60}, \quad (3.36)$$

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;

1 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:

$$Q_k = (Q_c \cdot 12 + Q_c) \cdot 10^{-3}, \quad (3.37)$$

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 рассмотре-

на 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:

$$R = Q_k \cdot \frac{\tau_1}{365}, \quad (3.38)$$

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 груженых 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:

$$r = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot k_1 \cdot N_{\text{пер}} \cdot t}{T \cdot 60}, \quad (3.39)$$

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 форму-

лам, 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:

$$k_1 = \frac{\text{СФЭ} + \text{ДФЭ}}{2 \cdot \text{СФЭ} + \text{ДФЭ}}, \quad (3.40)$$

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:

$$t = (1 - \varphi) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v_i} + t_0, \text{ мин}, \quad (3.41)$$

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.

ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ ГЕНПЛАНА СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

4.1. Выбор схемы компоновки сервисного центра

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.

Некоторые основные схемы генплана контейнерных терминалов показаны на рис. 4.1.

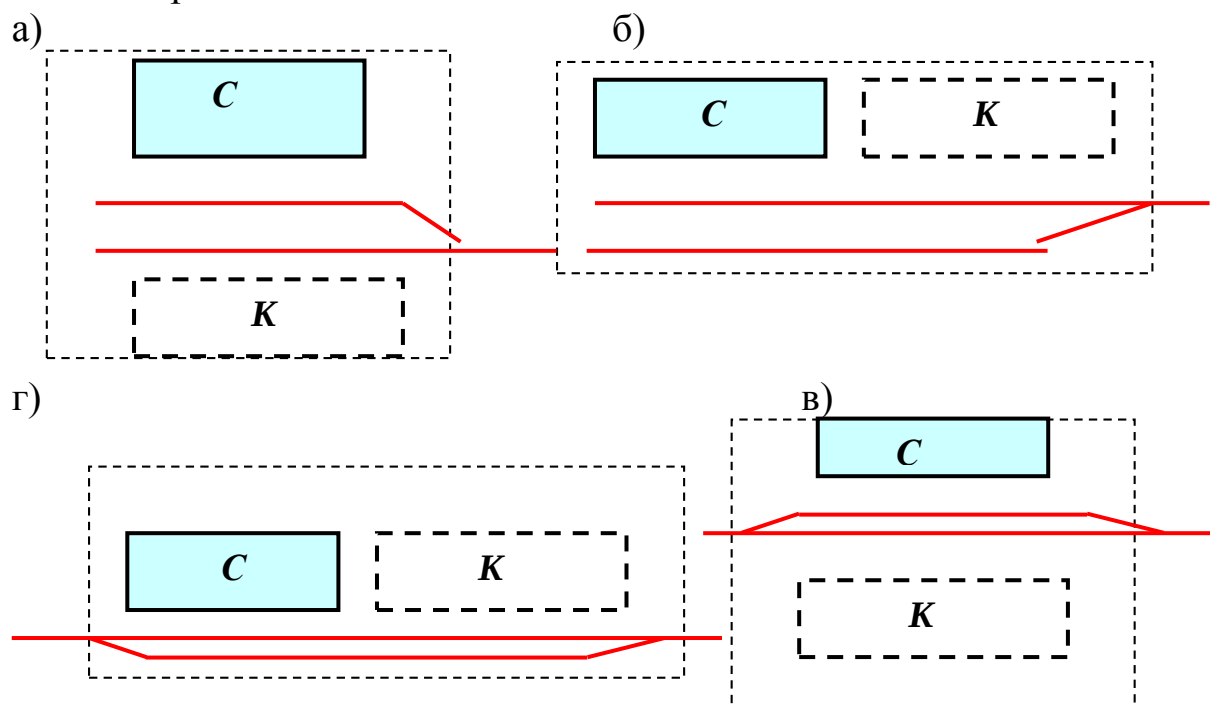


Рис. 4.1. Схемы основных компоновок железнодорожно-автомобильных контейнерных терминалов:

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.

4.2. Расчёт генплана сервисного центра

1. Определение площади земельного участка:
в квадратных метрах:

$$F_1 = \sum_1^n F_i, \text{ м} \quad (4.1)$$

в гектарах:

$$F_2 = F_1 \cdot 10^{-4}, \text{ га} \quad (4.2)$$

где F_1 – площадь i -й элементарной фигуры, м^2 ;

n – число элементарных фигур (прямоугольников, треугольников, трапеций и т.д.), из которых можно составить общую площадь заданного земельного участка;

10^{-4} – перевод м^2 в гектары.

2. Определение предварительной площади, которая может быть занята под контейнерную площадку и крытый склад:

$$F_c = F_1 \cdot k_z, \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

где k_z – коэффициент полезной застройки территории, принимается $k_z=0,4 \dots 0,6$

3. Определение в первом приближении площади:

– крытый склад:

$$S_c = F_c \cdot \alpha \quad (4.4)$$

– контейнерная площадка:

$$S_k = F_c \cdot (1 - \alpha) \quad (4.5)$$

где α – доля полезной площади, занимаемая крытым складом, принимается $\alpha=0,2 \dots 0,6$ – в зависимости от назначения и специализации проектируемого регионального центра.

3. Определение доходов регионального центра за год:

– от переработки контейнеров:

$$D = \frac{S_c}{20} \cdot \frac{365}{t_k} \cdot 1200 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. у.е. / год} \quad (4.6)$$

– от переработки тарно-штучных грузов:

$$D = S_k \cdot \frac{365}{t_{ш}} \cdot 240 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. у.е. / год} \quad (4.7)$$

где S_c и S_k – площади крытого склада и контейнерной площадки, м^2 ;

20 м^2 – удельная площадь контейнерной площадки в расчёте на один хранящийся контейнер ДФЭ (20-футовый эквивалент);

365 – число дней в году;

t_k и $t_{ш}$ – срок хранения соответственно контейнеров и штучных грузов на терминале;

1200 у.е./конт – доход от переработки одного контейнера ДФЭ;

240 у.е./т – доход от переработки одной тонны штучных грузов;

10^{-3} – перевод у.е. в тыс. у.е.

4. Чертеж генплана грузового терминала приведен на рисунке 4.2.

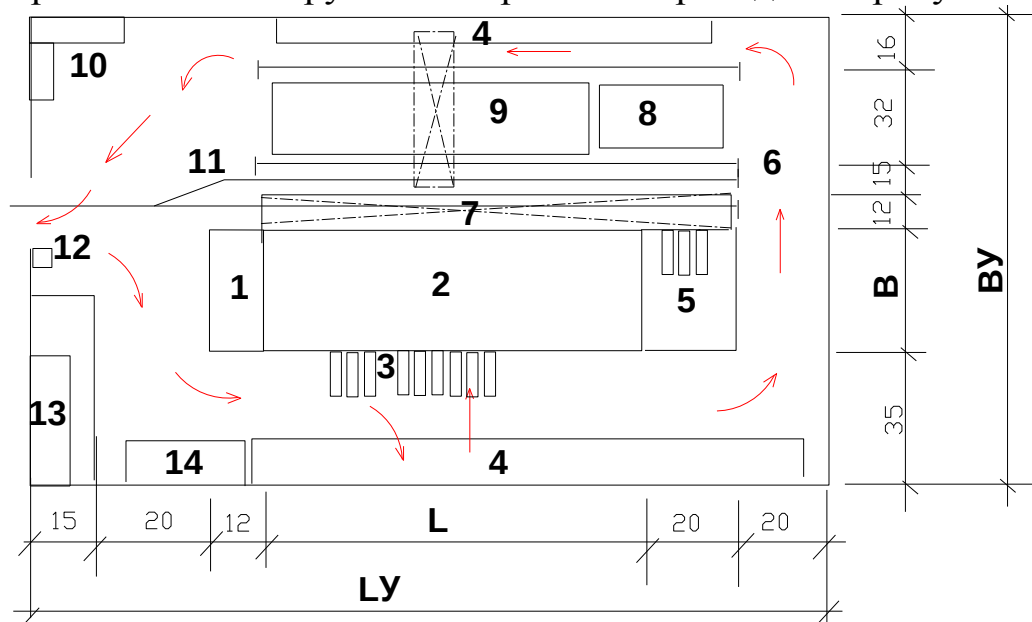


Рис.4.2. Схема генплана распределительного центра

- 1 – административно-бытовой корпус (АБК); 2 – крытый перегрузочный склад;
3 – участок погрузки-разгрузки автомобилей; 4 – автостоянки; 5 – участок прямой перегрузки грузов; 6 – автодороги; 7 – крытая рампа для погрузки-разгрузки вагонов;
8 – участок хранения рефконтейнеров; 9 – контейнерная площадка с козловым краном; 10 – вспомогательные хозяйственные объекты; 11 – железнодорожные пути;
12 – контрольно-пропускной пункт (КПП); 13 – ремонтная зона; 14 – стоянка легковых автомобилей

5. Требования к генплану грузового терминала.

Первый этап проектирования грузового терминала:

- подход железнодорожного пути и автодорог к каждому складскому объекту;
- максимальное использование площади терминала для объектов, приносящих доход (склады и открытые складские площадки);
- для каждого склада – свой независимый погрузочно-разгрузочный путь;
- блокирование (соединение) объектов на промплощадке терминала;
- ж.д. пути радиуса 200 м, стрелочные переводы марки 1/6. длина 40 м, расстояние между путями 5300 мм;
- минимальное количество переездов ж.д. путей;
- расположение стрелочных переводов – желательно в пределах

- территории терминала;
- не менее двух въездов на площадку терминала в разных концах площадки;
 - по возможности одностороннее движение автотранспорта по площадке терминала в направлении, против часовой стрелки;
 - расположение АБК (административно-бытового корпуса), КПП (контрольно-пропускного пункта) и автостоянки для легковых автомобилей вблизи друг от друга;
 - расположение вспомогательных хозяйственных объектов, гаража, мастерской в местах, не мешающих основному технологическому процессу перегрузочно-складских работ;
 - концентрация потребителей ресурсов (водоснабжения, энергоснабжения) в одном месте, вблизи от потребителей;
 - ширина автодорог с обочинами по 2 м: односторонней – 6 м, с двумя полосами движения – 12 м; внутренний радиус поворота дороги – 12 м;
 - ширина автодороги для подъезда большегрузных автомобилей к складу с поворотом на 90° – 35 м;
 - наличие достаточного числа полос движения через ворота на КПП, в соответствии с автомобилепотоком;
 - наличие автостоянок достаточной вместимости на 3-4 часа стоянки не менее 50% автомобилей вблизи мест погрузки-выгрузки грузов;
 - наличие пешеходных тротуаров и размеченных дорожек для безопасного прохода работников по площадке;
 - зеленые зоны и благоустройство территории около 4-5% площади терминала.

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.т.н. 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.

Содержание:

Введение.....	3
Глава 1. Переработка тарно-штучных грузов	4
1.1. Выбор наиболее рационального способа укладки грузов в транспортные пакеты	4
1.2. Выбор наиболее рациональной технологии разгрузки тарно- штучных грузов из крытых вагонов на склад	9
1.3. Сравнение вариантов затрат на перегрузку тарно-штучных грузов в контейнер (контрейлер)	15
1.4. Определение места расположения сервисного центра	19
Глава 2. Проектирование склада тарно-штучных грузов	21
2.1. Выбор типа разгрузочного участка автоматизированного склада тарно-штучных грузов	21
2.2. Определение основных параметров зоны хранения грузов на автоматизированном складе	24
2.3. Расчёт погрузочно-разгрузочных участков складов	28
2.4. Определение количества подъёмно-транспортных машин	30
Глава 3. Проектирование контейнерной площадки	31
3.1. Оборудование контейнерных площадок	31
3.2. Основное технологическое оборудование участков контейнерного терминала	31
3.3. Козловые краны	32
3.4. Автопогрузчики	33
3.5. Портальные контейнерные автопогрузчики	36
3.6. Мостовые портальные пневмоколесные краны	37
3.7. Расчёт ёмкости контейнерной площадки	41
3.8. Расчет некоторых параметров контейнерной площадки	48
3.9. Перерабатывающая способность контейнерной площадки.....	50
Глава 4. Проектирование схемы генплана сервисного центра	56
4.1. Выбор схемы компоновки сервисного центра.....	56
4.2. Расчёт генплана сервисного центра.....	57
Библиографический список.....	60

		Редактор:		Асранова С.Г.	
Подписано в печать 21.10.2019				Объем	4 п. л.
Формат бумаги 60×84/16	Тираж	7 экз.	Заказ №	27-5/2019	
Типография ТашИИТ		г. Ташкент, ул. Адылходжаева, 1			