

## Расчет характеристик автомобильно-железнодорожного терминала

Ниже приведены элементарные зависимости для расчета характеристик автомобильно-железнодорожного интермодального терминала, на котором перерабатываются крупнотоннажные контейнеры. Данный тип терминала является наиболее распространенным в современных интермодальных транспортных системах.

Пропускная способность интермодального терминала может лимитироваться одним из трех факторов: площадью склада, где хранятся контейнеры, мощностью погрузо-разгрузочных механизмов и пропускной способностью путей, на которых обрабатываются контейнерные поезда (предполагается, что автомобильные подъезды и контрольные ворота терминала имеют избыточную пропускную способность, чтобы не быть «узким местом»).

Наиболее общая зависимость для определения емкости терминала выглядит следующим образом:

$$E = Q \cdot t \div 365, \quad (10)$$

где  $E$  — емкость терминала;  $Q$  — объем переработки контейнеров на терминале (суммарный объем завоза и вывоза) в год. Расчеты обычно ведутся в единицах двадцатифутового эквивалента ( $TEU$ ). Если исходные данные по грузопотокам заданы в тоннах груза, то для предварительных расчетов можно принять, что в одном  $TEU$  перевозится в среднем 12 т груза;  $t$  — средний срок хранения контейнеров на терминале, суток.

Величина, обратная среднему сроку хранения контейнеров, называется оборачиваемостью запаса контейнеров.

Приближенная оценка необходимой складской площади контейнерного терминала может быть сделана по формуле

$$W = E \cdot \frac{S}{Z}, \quad (11)$$

где  $W$  — площадь склада контейнерного терминала;  $E$  — емкость терминала;  $S$  — удельная площадь хранения в расчете на один контейнер. Если склад обслуживается козловыми кранами, то величина  $S$  составляет 40–45 м<sup>2</sup>/ $TEU$ , а для складов, обслуживаемых ричстакерами,  $S = 50–60$  м<sup>2</sup>/ $TEU$ ;  $Z$  — число ярусов в контейнерном штабеле. Грузовые контейнеры могут складироваться при использовании ричстакеров в 3–4 яруса, при использовании козловых кранов — до 6–7 ярусов. Порожние контейнеры могут храниться в штабеле высотой до 9 ярусов.

Если на терминале помимо контейнеров обрабатываются также контрейлеры и съемные кузова, то расчет должен вестись отдельно по каждому виду интермодальных транспортных единиц с учетом

того, что контейнеры и съемные кузова могут складироваться только в один ярус.

Если непосредственно на территории терминала предусмотрено также контейнерное депо (т.е. порожние контейнеры, ожидающие назначения) и площади для хранения неисправных контейнеров, то соответствующие площади должны учитываться дополнительно.

Количество подъемно-транспортных машин на терминале определяется по формуле

$$n = \frac{N_{\text{ко}} \times k_{\text{н}}}{G \times T \times k_{\text{о}}}, \quad (12)$$

где  $n$  — необходимое количество подъемно-транспортных машин на терминале;  $N_{\text{ко}}$  — необходимое число контейнероопераций в сутки (в расчете на одни рабочие сутки терминала);  $k_{\text{н}}$  — коэффициент неравномерности контейнеропотока (для предварительных расчетов может приниматься равным 1,2 — 1,6);  $G$  — производительность применяемого оборудования, контейнероопераций в час. Для козловых кранов, оснащенных спредерами, величина  $G$  изменяется от 20 до 30 операций в час, для ричстакеров — от 12 до 15 операций. Значение  $G$  существенно зависит не только от характеристик применяемого оборудования, но и от планировки терминала и применяемой технологии работы;  $T$  — число часов работы терминала в сутки;  $k_{\text{о}}$  — коэффициент использования оборудования по времени (для предварительных расчетов может приниматься равным 0,8—0,9).

Необходимое число контейнероопераций, исходя их количества отправляемых и принимаемых по железной дороге контейнерных составов, может быть определено по формуле

$$N_{\text{ко}} = F \times D \times n \times r, \quad (13)$$

где  $N_{\text{ко}}$  — необходимое число контейнероопераций в сутки;  $F$  — количество контейнероопераций, которое приходится на один обрабатываемый контейнер. Значение  $F$  изменяется от 3,0 до 4,5 в зависимости от характера деятельности терминала и принятой технологии переработки контейнеров;  $D$  — среднее число подаваемых на терминал ежесуточно составов;  $n$  — число контейнеромест в подаваемом на терминал составе;  $r$  — коэффициент обработки состава, который показывает, какое количество контейнеромест в среднем требует обработки (вместимость состава может использоваться не целиком, кроме того, при перевозках блок-поездами часть контейнеров может проходить данный терминал транзитом).

**Пример.** Необходимо определить, какой из факторов (емкость склада, мощность погрузочно-разгрузочных механизмов или пропускная способ-

ность железнодорожных путей) является для терминала лимитирующим фактором. Характеристики терминала приведены в табл. П-4.

Таблица П-4

**Характеристики железнодорожно-автомобильного  
контейнерного терминала**

Показатель	Размерность	Значение
Емкость терминала	TEU	620
Среднее время хранения	сут	5
Количество козловых кранов		2
Производительность крана	Операций в час	22
Число контейнероопераций на один контейнер	—	4
Количество составов, подаваемых ежедневно на терминал	ед.	4
Максимальное количество контейнерных вагонов в подаваемом составе	ед.	40
Количество контейнеромест на один вагон	ед.	2
Время подачи и уборки состава	ч	1,2
Коэффициент обработки состава	—	0,75
Число часов работы терминала в сутки	ч	20
Коэффициент использования оборудования	—	0,8
Коэффициент неравномерности потока	—	1,3
Число рабочих дней терминала в году	дней	365

Для решения задачи необходимо определить и сравнить максимальную существующую пропускную способность терминала по емкости склада  $Q_c$ , по производительности оборудования  $Q_o$  и по числу подаваемых на железнодорожные пути контейнерных вагонов  $Q_v$ .

Максимальная пропускная способность по емкости склада в соответствии с формулой (10) составит

$$Q_c = \frac{E}{365 \times t} = \frac{620 \times 365}{5} = 45\,260 \text{ TEU/год}$$

Максимальная перерабатывающая способность козловых кранов в контейнерооперациях  $Q_o$  в соответствии с формулой (12) составит

$$N_{ко} = \frac{n \times G \times T \times k_o}{k_n} = \frac{2 \times 22 \times 20 \times 0,8}{1,3} = 541,5.$$

С учетом принятого количества операций на один контейнер и ежедневного режима работы терминала это даст значение  $Q_0 = \frac{541,5 \times 365}{4} = 49\,411 \text{ TEU}$  в год.

Максимально возможное количество контейнеров, которые могут быть приняты и отправлены исходя из пропускной способности железнодорожных путей в соответствии с формулой (13), составит

$$Q_{\text{в}} = \frac{N_{\text{ко}}}{F} \times 365 \times 4 \times 80 \times 0,75 = 3\,650 \times 87\,600 \text{ TEU в год.}$$

Таким образом, пропускная способность данного терминала будет ограничиваться, в первую очередь, характеристиками контейнерного склада. Когда реальный объем переработки приблизится к рассчитанному выше предельному значению  $45\,260 \text{ TEU}$  в год, пропускная способность склада может быть увеличена, прежде всего, за счет сокращения среднего времени хранения. Простой расчет показывает, что для гармонизации пропускной способности «по складу» с пропускной способностью «по механизмам» достаточно сократить среднее время хранения с 5 до 4,6 суток.