

УДК 656.073

ББК 39.28

Д. И. Илесалиев

Ташкент, Узбекистан

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ВМЕСТИМОСТИ КРЫТОГО СКЛАДА ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Исследованы многочисленные варианты стеллажного складирования грузовых единиц на поддонах с размерами 1200×800 мм с учётом заполнения склада по длине, ширине и высоте для разных параметров груза. Получены закономерности изменения вместимости зоны хранения склада. Разработан параметрический ряд крытого склада штучных грузов, позволяющий оценить его вместимость.

Ключевые слова: штучный груз, транспортный пакет, склад, стеллаж, зона хранения.

UDC 656.073

BBK 39.28

D. I. Ilesaliev

Tashkent, Uzbekistan

THE RATIONALE FOR CAPACITY SETTINGS OF AN INDOOR WAREHOUSE FOR PIECE GOODS

The author researches numerous variants of cargo rack storage on the pallets with dimensions of 1,200×800 mm taking into consideration filling the storage area by length, width and height for different parameters of cargo. The patterns of changing the storage area capacity are revealed. To estimate the capacity of an indoor warehouse for piece goods, a parameters series was developed.

Keywords: piece goods, unit load, warehouse, shelving, storage area.

В условиях рыночных отношений Узбекистан расширил международные связи, одновременно увеличилась доля железнодорожного транспорта при международных перевозках штучных грузов [Илесалиев, 2014, с. 11; Маликов, 2014, с. 51]. Необходимость их своевременной доставки выдвигает требования, как к процессу перевозки, так и к складским технологиям [Маликов, 2016, с. 494]. На сегодняшний день в складской системе узким местом является зона хранения склада [Илесалиев, 2015, с. 53; Пилипчук, 2012, с. 20]. Это явление связано: с чрезмерной занятостью упомянутой зоны, низкой производительностью труда, а в некоторых случаях, с применением малоквалифицированной рабочей силы. Вместимость зоны хранения склада штучных грузов является важным элементом, поскольку от этого зависят остальные технические решения по складскому комплексу. На железнодорожном транспорте склады штучных грузов недостаточно изучены, в связи с этим необходимы дополнительные исследования их функционирования и разработка более достоверных способов расчёта по обоснованию параметров.

Известно, что вместимость склада штучных грузов определяется числом грузовых складских единиц, размещающихся в его зоне хранения [Маликов, 2014, с. 20; Пилипчук, 2010, с. 22]. При проектировании зоны хранения необходимо выбрать наиболее рациональный способ складирования штучных грузов, тип складских единиц, стеллажного и подъёмно-транспортного оборудования [Илесалиев, 2016, с. 111; Илесалиев, 2015, с. 228]. При этом необходимо полное заполнение зоны хранения склада грузовыми единицами и максимальное использование складских объёмов. Классификация способов складирования грузовых единиц приведена на *рис. 1*.



Рис. 1. Классификация способов складирования грузовых единиц

Существующие способы по расчёту вместимости склада штучных грузов недостаточно совершенны [Илесалиев, 2015, с. 175; Илесалиев, 2017, с. 100]. В связи с этим возникает необходимость в уточнении и дополнении существующих способов и разработке более точного способа вместимости складов штучных грузов.

При проектировании складских зданий используются такие показатели, как шаг колонн, пролет и высота склада. Шаг колонн – это расстояние между основными поперечными несущими конструкциями (обычно шаг колонн 6 или 12 м). Пролет – расстояние между продольными несущими конструкциями (12, 18 и 24 м). Высота склада – это расстояние между уровнем чистого пола и низом ферм перекрытия. Для того чтобы крытый склад отвечал требованиям рациональной технологии, он должен иметь определенное, фиксированное соотношение длины к ширине. Наиболее рациональными считаются следующие соотношения 1:2; 1:2,5; 1:3; 1:5.

Вместимость склада штучных грузов определяется по формуле:

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (1)$$

где x – число транспортных пакетов, располагаемых по ширине складского здания;

y – число транспортных пакетов по длине стеллажей;

z – число ярусов по высоте.

Число транспортных пакетов, располагаемых по ширине складского здания, можно определить по следующей формуле:

$$x = 2 \cdot \varepsilon \left\{ \frac{B - B_3 - B_0}{B_{np} + 2 \cdot (a + \lambda)} \right\}, \quad (2)$$

где 2 – число стеллажей в секции, состоящей из двух стеллажей и прохода между ними;

B – ширина крытого склада, м;

B_0 – часть ширины крытого склада, которая не может быть занята стеллажами, м;

B_{np} – ширина между стеллажами для подъёмно-транспортного оборудования, м [Маликов, 2015, с. 29];

B_3 – ширина приёмоотправочной экспедиции, м;

a – длина транспортного пакета мм;

λ – технологический зазор между поддоном и конструкцией стеллажа, мм.

Число транспортных пакетов по длине стеллажей определяются по формуле (3):

$$y = 3 \cdot \varepsilon \left\{ \frac{L - n_{np} \cdot L_{np}}{l_1} \right\}, \quad (3)$$

где L – длина крытого склада, м;

L_{np} – поперечная ширина прохода по крытому складу, м;

l_1 – длина ячейки стеллажа. Для поддонов размерами 1200×800 мм и 1200×1000 мм длина ячейки соответственно составляет 2,8 м и 3,3 м;

n_{np} – число поперечных проходов по длине склада:

$$n_{np} = \varepsilon \left\{ \frac{L}{50} \right\};$$

3 – число поддонов, помещающихся в стандартную ячейку.

Число ярусов по высоте определяется по следующей формуле:

$$z = 3 \cdot \varepsilon \left\{ \frac{H - h - C_{\text{я}}}{C_{\text{я}}} \right\} + 1, \quad (4)$$

где H – высота крытого склада, м;

$C_{\text{я}}$ – высота яруса, м, определяется по формуле: $C_{\text{я}} = 0,15 + c + e$ (где 0,15 м – высота поддона, c – высота укладки груза на поддон, м; e – размер по высоте, равный толщине продольной балки каркасного стеллажа и зазор между грузом и низом этой балки следующего яруса по высоте, принимают $e = 0,2 - 0,3$ м);

1 – дополнительный верхний ярус;

h – зазор между верхним грузом в стеллаже и низом ферм перекрытия, равный 0,5 м;

$\varepsilon\{\dots\}$ – обозначения целой части числа, получающегося в результате выполнения действий в скобках (округление в меньшую сторону целого числа).

Показатели вместимости крытых складов штучных грузов с учётом использования ширины и длины соотношениями 1:2; 1:2,5; 1:3; 1:5 и высоты складского здания, равной $H=7,2$ м, приведены на *рис. 2*.

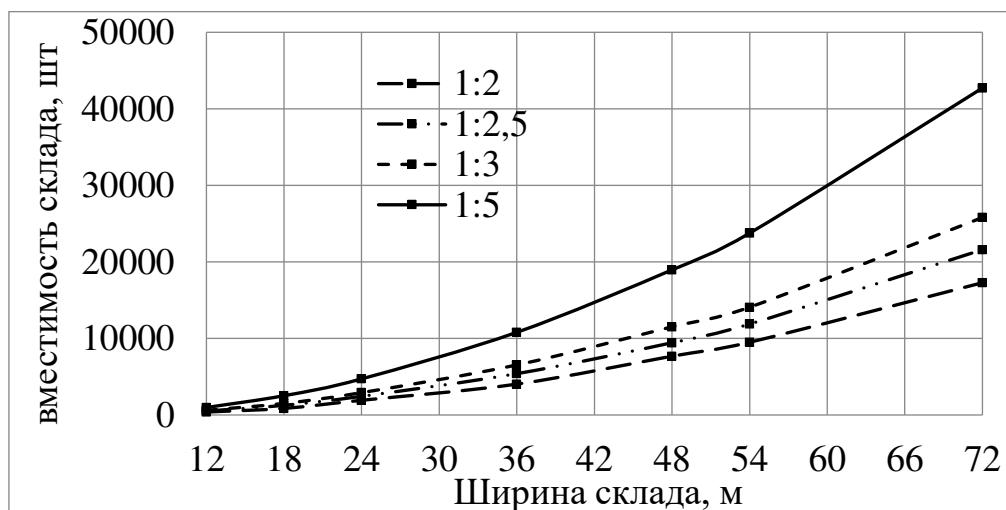


Рис. 2. Динамика вместимости грузовых единиц крытого склада с различными соотношениями его ширины к длине

На основании расчётов параметров зоны хранения был разработан параметрический ряд склада штучных грузов для различных вариантов (*Табл. 1*). В *табл.*

1 различные варианты параметров вместимости склада имеют следующие обозначения:

ЭП – обозначения подъемно-транспортного оборудования;

СТК – вид хранения;

7,2 – высота крытого склада, м;

1, 2 и 3 – число пролётов;

24 ÷ 216 – длина склада, м.

Таблица 1

(Фрагмент). Параметрический ряд механизированных складов штучных грузов
при высоте склада 7,2 м

Обозначение	<i>B</i> , м	<i>L</i> , м	<i>H</i> , м	<i>x</i> , шт	<i>y</i> , шт	<i>z</i> , шт	<i>R</i> , шт
ЭП-СТК-7,2-1-24	12	24	7,2	4	24	4	384
ЭП-СТК-7,2-1-36	18	36	7,2	6	36	4	864
ЭП-СТК-7,2-1-48	24	48	7,2	10	48	4	1920
ЭП-СТК-7,2-2-72	36	72	7,2	14	72	4	4032
ЭП-СТК-7,2-2-96	48	96	7,2	20	96	4	7680
ЭП-СТК-7,2-3-108	54	108	7,2	22	108	4	9504
ЭП-СТК-7,2-3-144	72	144	7,2	30	144	4	17280
ЭП-СТК-7,2-1-30	12	30	7,2	4	32	4	512
ЭП-СТК-7,2-1-45	18	45	7,2	7	45	4	1260
ЭП-СТК-7,2-1-60	24	60	7,2	10	61	4	2440
ЭП-СТК-7,2-2-90	36	90	7,2	15	90	4	5400
ЭП-СТК-7,2-2-120	48	120	7,2	20	118	4	9440
ЭП-СТК-7,2-3-135	54	135	7,2	22	135	4	11880

ЭП-СТК-7,2-3-180	72	180	7,2	30	180	4	21600
ЭП-СТК-7,2-1-36	12	36	7,2	4	38	4	608
ЭП-СТК-7,2-1-54	18	54	7,2	7	54	4	1512
ЭП-СТК-7,2-1-72	24	72	7,2	10	73	4	2920
ЭП-СТК-7,2-2-108	36	108	7,2	15	109	4	6540
ЭП-СТК-7,2-2-144	48	144	7,2	20	144	4	11520
ЭП-СТК-7,2-3-162	54	162	7,2	22	160	4	14080
ЭП-СТК-7,2-3-216	72	216	7,2	30	215	4	25800

Анализ математических моделей взаимосвязи между параметрами вместимости крытого склада приводит к следующим выводам:

- при увеличении высоты склада вместимость возрастает для различных параметров груза;
- зоны хранения могут достигнуть наибольшей вместимости при использовании каркасных стеллажей;
- при увеличении пролётов коэффициент полезного пользования ширины склада возрастает.

Полученные автором формулы описывают взаимосвязи параметров крытого склада между собой и с технологией его производственной работы, опираясь на число проходов между стеллажами, количество стеллажей по высоте и другие параметры.

Библиографический список

1. Илесалиев Д. И. Перевозка экспортно-импортных грузов в Республике Узбекистан / Д. И. Илесалиев, Е. К. Коровяковский, О. Б. Маликов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2014. – Вып. 3 (39). – С. 11–17.

2. *Илесалиев Д. И.* Влияние расположения проходов между стеллажами на показатели работы склада водного транспорта / Д. И. Илесалиев, Е. К. Коровяковский // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – СПб.: ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова. – 2015. – Вып. 6 (34). – С. 52–59.

3. *Илесалиев Д. И.* Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д. И. Илесалиев // Логистика: современные тенденции развития: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. 9–10 апреля 2015 г.: мат. докл. / отв. ред. В. С. Лукинский. – СПб.: ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2015. – С. 174–176.

4. *Илесалиев Д. И.* К вопросу о схеме размещения стеллажей на складе / И. Д. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 99–106

5. *Илесалиев Д. И.* Обоснование проекта сети грузовых терминалов тарно-штучных грузов / Д. И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 110–116.

6. *Илесалиев Д. И.* Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д. И. Илесалиев, Е. К. Коровяковский // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: сборник трудов LXXV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С. 227–233.

7. *Маликов О. Б.* Логистика пакетных перевозок штучных грузов / О. Б. Маликов, Е. К. Коровяковский, Д. И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 4 (41). – С. 51–57

8. *Маликов О. Б.* Некоторые вопросы экономической эффективности перевозки сыпучих грузов в контейнерах / О. Б. Маликов, Е. Г. Курилов, Д. И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Том 13. – № 4(49). – С. 493–501.

9. *Маликов О. Б.* О комплексном проектировании складов / О. Б. Маликов // Логистика. – М.: Агентства Маркед Гайд. – 2014. – Вып. 2 (87). – С. 20–22.

10. *Маликов О. Б.* Электропогрузчики. Расчёт ширины рабочего коридора / О. Б. Маликов // Логистика. – М.: Агентства Маркед Гайд. – 2015. – Вып. 2 (99). – С. 28–31.

11. *Пилипчук С. Ф.* О проектировании склада штучных грузов / С. Ф. Пилипчук, А. Е. Радаев // Логистика и управление цепями поставок. – М.: Эс-Си-Эм Консалтинг. – 2010. – Вып. 4. – С. 21–33.

12. *Пилипчук С. Ф.* Определение потребной вместимости склада / С. Ф. Пилипчук, А. Е. Радаев // Логистика и управление цепями поставок. – М.: Эс-Си-Эм Консалтинг. – 2012. – Вып. 5. – С. 19–25.

Reference

1. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K., Malikov O.B. (2014). Transportation of export-import cargoes in the Republic of Uzbekistan. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya* [Proceedings of St. Petersburg University of Communications], 2014, Vol. 3, No 39, pp.11-17 (in Russian).
2. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K. (2015). Influence of the location of the aisles between the racks on the performance of the warehouse of water transport. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* [State University of the Marine and River Fleet named after Admiral S.O. Makarova], 2015, Vol. 6, No 34, pp.52-59 (in Russian).
3. Ilesaliev D.I. (2015). The use of various schemes for the location of the aisles of the warehouse of packaged goods. *Logistika: sovremennye tendencii razvitiya: materialy XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 9.10 aprelya 2015 g.: mat. dokl. / otv. red. V. S. Lukinskij* [Logistics: current trends of development: materials XIV International. Scientific-prak. Conf. 9.10 April 2015: Mat. Doc. / Otv. Ed. V.S. Lukinsky]. St. Petersburg, 2015, pp. 174-176. (In Russian).
4. Ilesaliev D.I. (2017). On the question of the layout of shelving in the warehouse. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific and Technical Herald of Bryansk State University], 2017, Vol. 1, pp.99-106 (in Russian).
5. Ilesaliev D.I.(2016). Substantiation of the project of a network of freight terminals for packaged cargoes. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific and Technical Herald of Bryansk State University], 2016, Vol. 4, pp. 110-116 (in Russian).
6. Ilesaliev D.I. (2015). Determination of optimal parameters of the loading and unloading section using mathematical methods. *Transport: problemy, idei, perspektivy: sbornik trudov LXXV Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh* [Transport: problems, ideas, perspectives: a collection of LXXV works of the All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists]. St. Petersburg, 2015, pp. 227-233. (In Russian).
7. Malikov O.B., Korovyakovskij E.K., Ilesaliev D.I. (2014). Logistics of package shipments of piece cargo. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya* [Proceedings of St. Petersburg University of Communications], 2014, Vol. 4, No 41, pp.51-57 (in Russian).
8. Malikov O.B., Kurilov E.G., Ilesaliev D.I. (2016). Some questions of economic efficiency of transportation of bulk cargo in containers. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya* [Proceedings of St. Petersburg University of Communications], 2016, Vol. 4, No 49, pp.51-57 (in Russian).
9. Malikov O.B. (2014). On the integrated design of warehouses. *Logistika*. [Logistics], 2014, Vol. 2, No 87, pp. 20-22 (in Russian).

10. Malikov O.B. (2015). On the integrated design of warehouses. *Logistika*. [Logistics], 2015, Vol. 2, No 99, pp. 28-31 (in Russian).
11. Pilipchuk S.F., Radaev A.E. (2010). About designing of a warehouse of piece cargoes. *Logistika i upravlenie cepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], 2010, Vol. 4, pp. 21-33 (in Russian).
12. Pilipchuk S.F., Radaev A.E. (2012). Determination of the required warehouse capacity. *Logistika i upravlenie cepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], 2012, Vol. 5, pp. 19-25 (in Russian).