

УДК 656.073

К ВОПРОСУ О ВМЕСТИМОСТИ СКЛАДОВ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Илесалиев Д.И.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Ташкент, Узбекистан

Предложены математические модели, устанавливающие взаимосвязи между отдельными параметрами склада тарно-штучных грузов. Модели использованы при исследовании взаимного влияния параметров друг на друга, также определены вместимости складов тарно-штучных грузов.

Ключевые слова: тарно-штучный груз, стеллаж, поддон, склад, участок хранения, вместимость склада

DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-02-154-162

Введение. В условиях рыночных отношений Узбекистан расширил международные связи, одновременно увеличилась доля железнодорожного транспорта при международных перевозках тарно-штучных грузов [5, 7, 10-12]. Необходимость их своевременной доставки выдвигает требования как к процессу перевозки, так и к складским технологиям [1, 17, 18]. Склады, располагающиеся в пунктах перегрузки грузов с одного вида транспорта на другие, выполняют важные функции по преобразованию грузопотоков с целью дальнейшего наиболее эффективного транспортирования [5, 10]. Эффективность доставки существенно зависит от того, насколько хорошо оснащены и организованы эти склады на транспорте.

При проектировании, реконструкции или оптимизации склада тарно-штучных грузов необходимо выбрать наилучший способ складирования грузов, тип и параметры стеллажного оборудования. При этом должно обеспечиваться наиболее полное заполнение площади склада грузами, а также минимальные затраты при перемещении груза внутри склада [2-4, 6, 8, 13-16]. На сегодняшний день в складской системе узким местом является зона хранения склада [4, 8, 9]. Это явление связано с наибольшей занятостью, низкой производительностью труда, а в некоторых случаях – с применением малоквалифицированной рабочей силы.

Существующие способы по расчёту вместимости склада тарно-штучных грузов не достаточно совершенны. Возникает необходимость в уточнении и дополнении существующих и разработке более точного способа вместимости складов тарно-штучных грузов. В различных источниках литературы говорится о рациональном расположении

каркасных стеллажей, при этом многие рекомендации не обоснованы. В связи с этим в данной работе решаются вопросы:

- о расположении стеллажей по ширине склада;
- об укладке поддона в глубину стеллажа;
- о вместимости склада по высоте;
- о рациональном соотношении ширины и длины.

1. Определение основных параметров зоны хранения склада. Вместимость склада тарно-штучных грузов определяется числом грузовых складских единиц, размещающихся в его зоне хранения. При проектировании зоны хранения необходимо выбрать наиболее рациональный способ складирования тарно-штучных грузов, тип складских единиц, стеллажного и подъёмно-транспортного оборудования. При этом необходимо полное заполнение зоны хранения склада грузовыми единицами и максимальное использование складских объёмов. Вместимость склада тарно-штучных грузов определяется по формуле

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

где x – число транспортных пакетов, располагаемое по ширине складского здания; y – число транспортных пакетов по длине складского здания; z – число ярусов по высоте складского здания.

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

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

где 2 – число стеллажей в секции, состоящей из двух стеллажей и прохода между ними; B – ширина крытого склада, мм; B_0 – часть ширины крытого склада, которая не может занята стеллажами, мм; B_{np} – ширина между

стеллажами для подъёмно-транспортного оборудования, мм; B_3 – ширина приёмно-отправочной экспедиции, мм; a – длина транспортного пакета мм; w – технологический зазор между поддоном и конструкции стеллажа, мм.

Число транспортных пакетов по длине стеллажей определяются по формуле

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

где 3 – число поддонов помещающих в стандартную ячейку; L – длина крытого склада, мм; L_{np} – поперечная ширина прохода по крытому складу, мм; l_1 – длина ячейки стеллажа (для поддонов размерами 1200×800 мм длина ячейки равна 2800 мм, для поддонов размерами 1200×1000 мм длина ячейки составляет 3300 мм); n_{np} – число поперечных проходов по длине склада, определяемое зависимостью:

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

Число ярусов по высоте определяется по формуле

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

где H – высота крытого склада, мм; коэффициент 1 – дополнительный верхний ярус; h – зазор между верхним грузом в стеллаже и низом ферм перекрытия, равный 500 мм (используется для установки трубопроводов, устройств освещения и т.д.); $\varepsilon\{\dots\}$ – обозначения целой части числа, получающегося в результате выполнения действий в скобках (округление в меньшую сторону целого числа).

Входящая в формулу (4) величина $C_{я}$ – это высота яруса, м, определяемая по формуле:

$$C_{я} = 150 + c + e,$$

где 150 мм – высота поддона; c – высота укладки груза на поддон, мм; e – размер по высоте, равный толщине продольной балки каркасного стеллажа и зазор между грузом и низом этой балки следующего яруса по высоте (принимается $e = 200 \dots 300$ мм).

2. Определение соотношения ширины и длины склада. 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 соотношение длины и ширины. Наиболее рациональными считаются соотношения 1:2; 1:2,5; 1:3; 1:5.

Показатели вместимости складов тарно-штучных грузов с учётом использования ширины и длины соотношениями 1:2; 1:2,5; 1:3; 1:5 и высоты складского здания приведены на рис. 1. Из рис. 1 видно, что соотношения ширины и длине 1:5 обеспечивает наибольшую вместимость склада. Это вполне понятно и не требует дополнительных пояснений.

3. Вопрос об укладке поддона в глубину стеллажа. Поддоны рекомендуется устанавливать длинной стороной в глубину стеллажа для получения наибольшей вместимости склада. Правильность такого решения достоверно может быть подтверждена (или опровергнута) расчетами с помощью приведенных выше математических формул.

Результаты расчетов укладки поддонов по рассматриваемым вариантам приведены на рис. 2 (вариант укладки поддонов короткой стороной в глубину склада) и 3 (вариант укладки поддонов длинной стороной в глубину склада).

На графиках рис. 4 видно, что действительно поддон рекомендуется устанавливать длинной стороной в глубину стеллажа для получения наибольшей вместимости.

4. Вопрос о расположении стеллажей по ширине склада. При расчётах вместимости склада тарно-штучных грузов, оборудованного каркасными стеллажами, стеллажи устанавливаются вдоль длинной стороны складского помещения. Однако обоснование такого решения приводится крайне редко (рис. 5 и 6).

На рис. 7 отражен результат исследования выбора рационального расположения каркасных стеллажей. Из рис. 7 видно, что вместимость склада увеличивается при установлении стеллажей вдоль длинной стороны складского помещения.

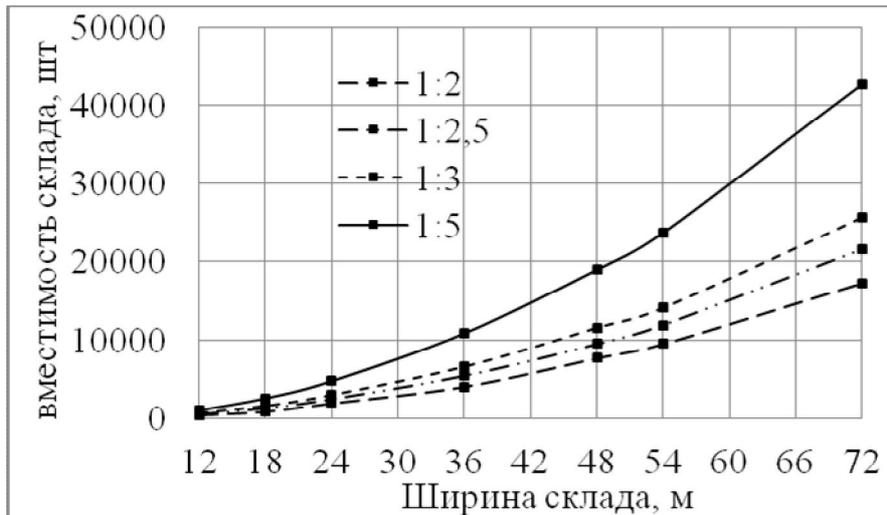


Рис. 1. Зависимость вместимости грузовых единиц от ширины склада при различных соотношениях ширины к длине для высоты склада 7,2 м

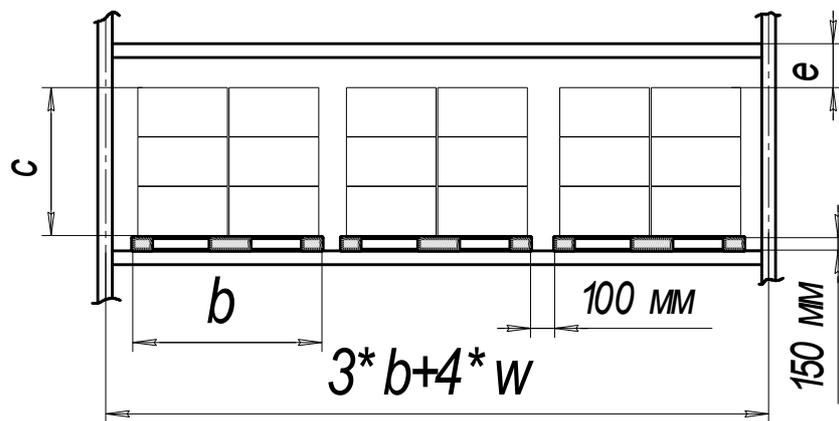


Рис. 2. Укладка поддона короткой стороной b в глубину стеллажа

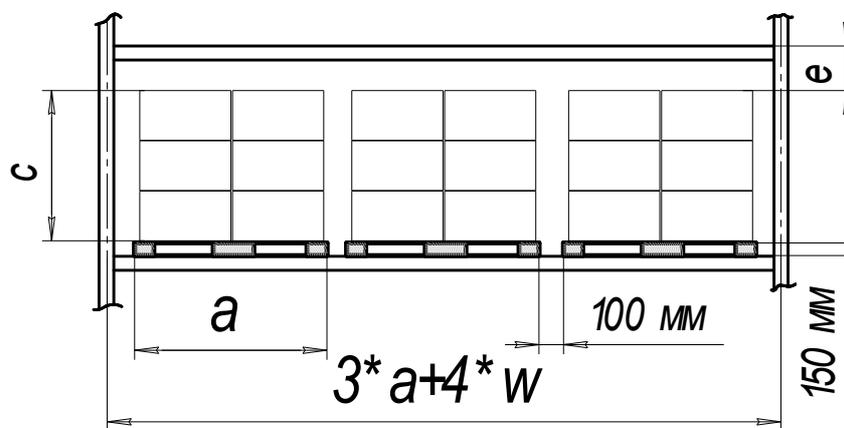


Рис. 3. Укладка поддона длинной стороной a в глубину стеллажа

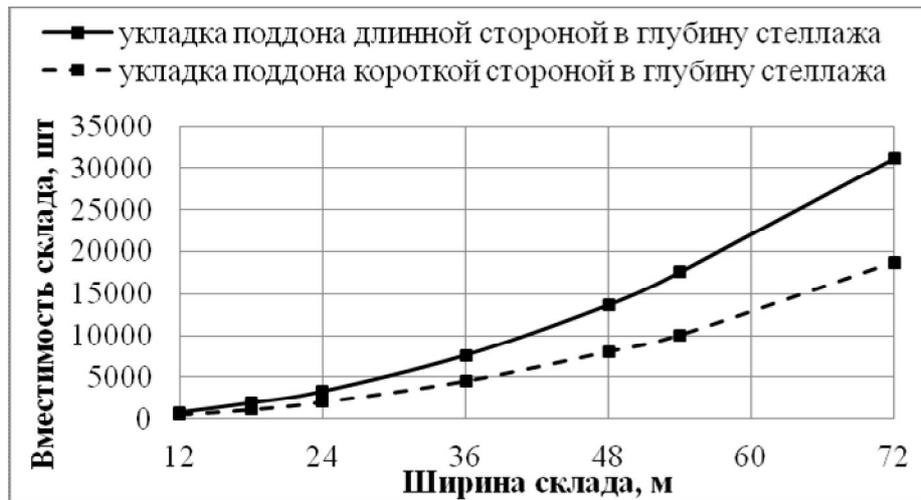


Рис. 4. Зависимость вместимости склада при соотношении длины и ширины 1:3

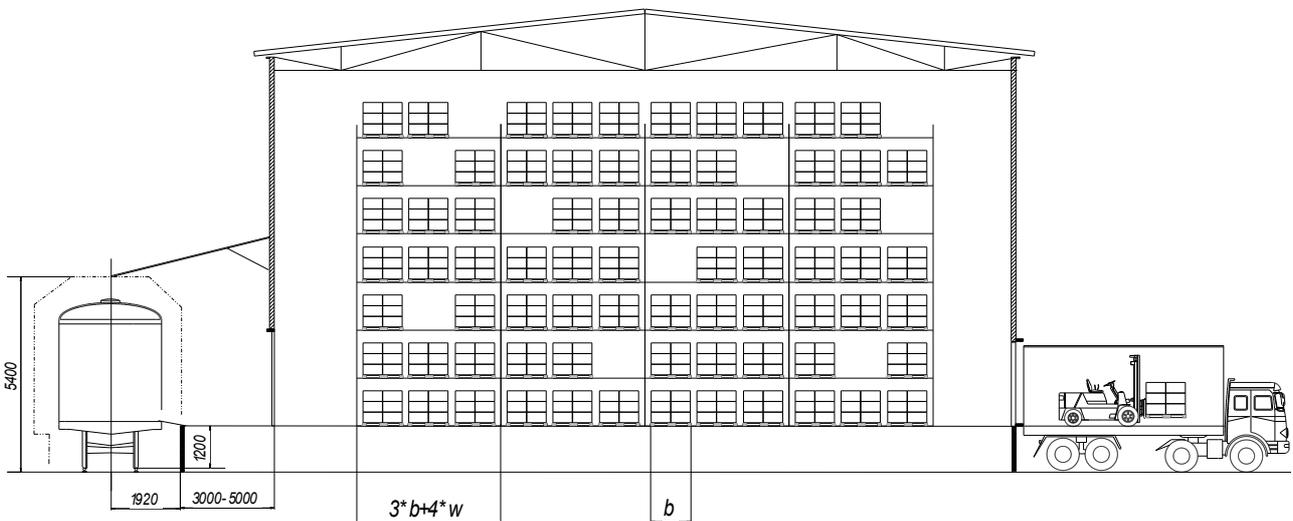


Рис. 5. Вариант установки стеллажей, когда их длинная сторона расположена поперёк ширины склада

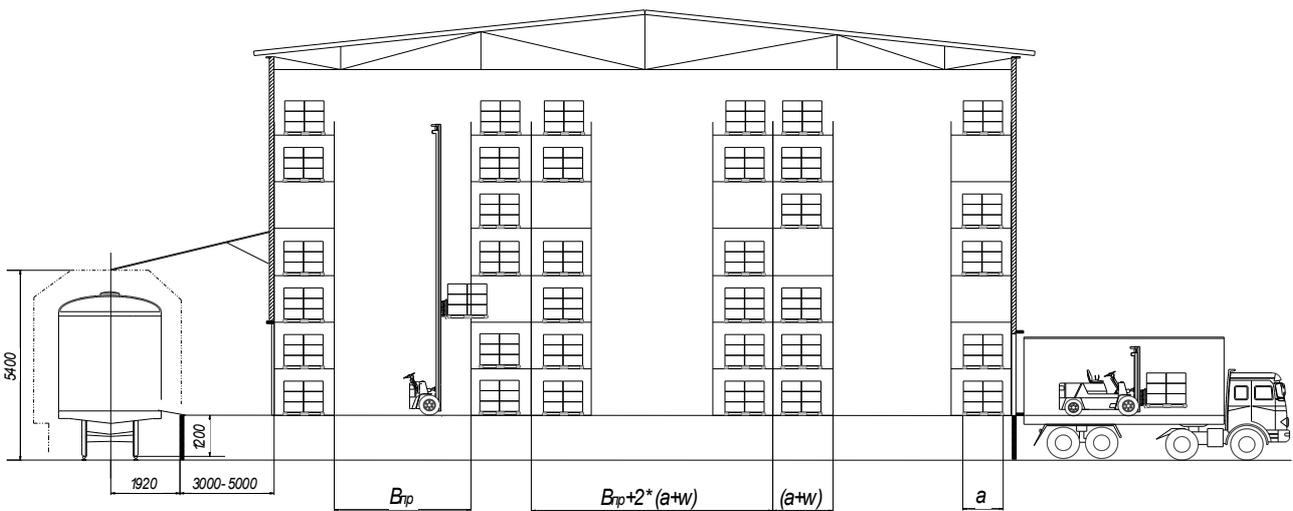


Рис. 6. Вариант установки стеллажей, когда их длинная сторона расположена вдоль ширины склада

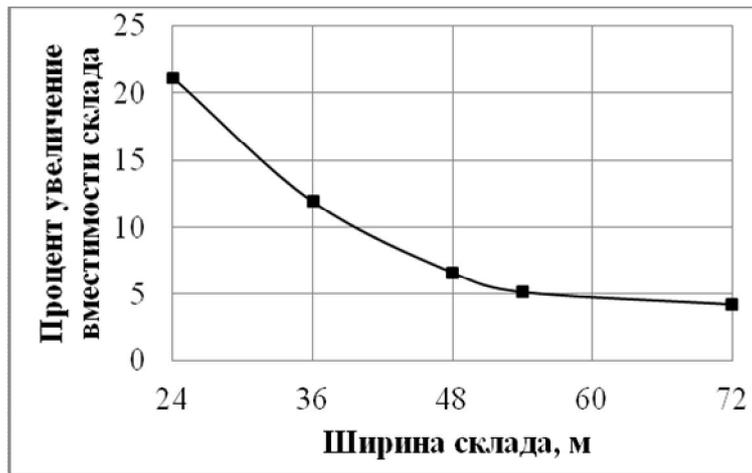


Рис. 7. Процент увеличения вместимости при установлении стеллажей вдоль длинной стороны склада

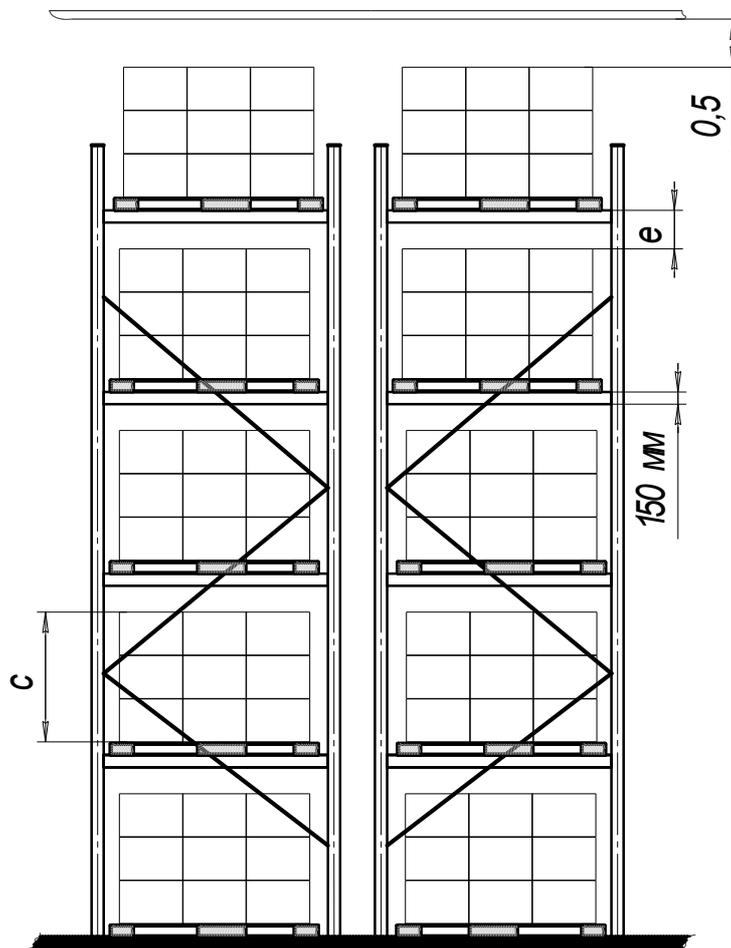


Рис. 8. Число ярусов по высоте

5. Вопрос вместимости склада по высоте. Число ярусов по высоте складского здания определяют в зависимости от полезной высоты хранения и высоты транспортного пакета (рис. 8).

На определение количества ярусов по высоте влияет не только высота груза на поддоне, но и размер по высоте, равный

толщине продольной балки каркасного стеллажа, и зазор между грузом и низом этой балки следующего яруса по высоте (рис. 9).

Также в данной работе на основании расчётов параметров зоны хранения был разработан параметрический ряд склада тарноштучных грузов для различных вариантов (табл. 1).

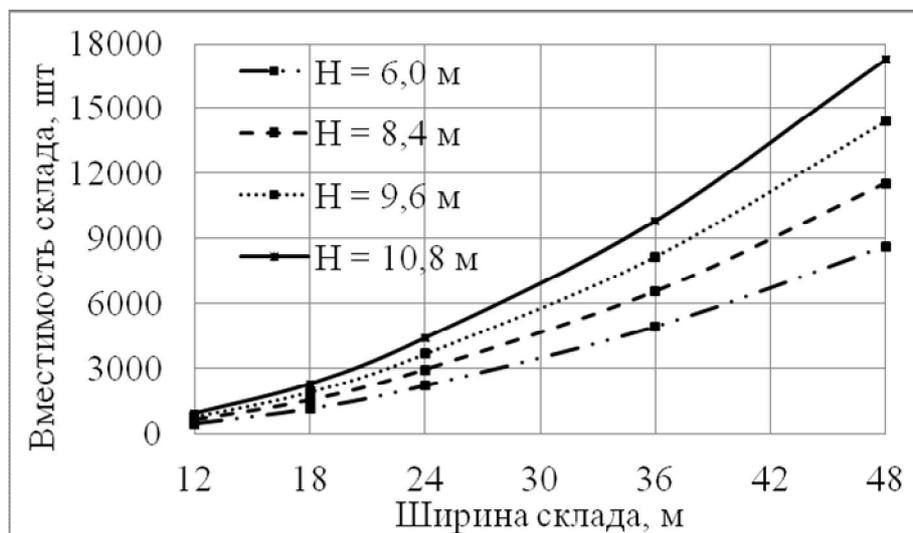


Рис. 9. Зависимость вместимости склада от их ширины и высоты

Таблица 1

Фрагмент параметрического ряда механизированных складов тарно-штучных грузов при высоте склада 7,2 м

Обозначение склада	Размеры склада, м			Количество поддонов, шт.			
	ширина <i>B</i>	длина <i>L</i>	высота <i>H</i>	по ширине <i>x</i>	по длине <i>y</i>	по высоте <i>z</i>	общее <i>R</i>
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

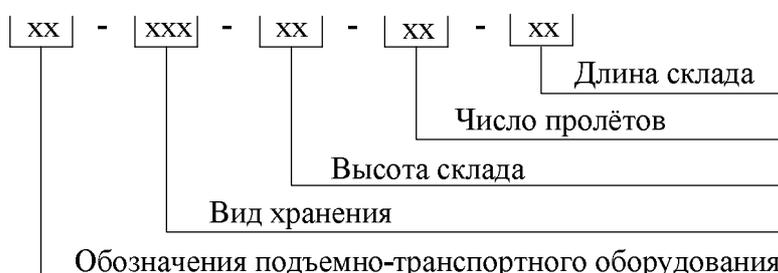


Рис. 10. Обозначения вариантов конструктивного исполнения складов

Выводы. Были проведены исследования условий заполнения склада по длине, ширине и высоте для разных параметров груза. Исследованы многочисленные варианты

стеллажного складирования грузовых единиц на поддонах с размерами 1200×800 мм, в результате чего выведены закономерности изменения вместимости зоны хранения скла-

да. Анализ этих закономерностей приводит к следующим выводам:

- при увеличении высоты склада вместимость возрастает для различных параметров груза;

- при увеличении пролётов коэффициент полезного пользования ширины склада возрастает;

- разработан параметрический ряд позволяющий оценить вместимость склада тарно-штучных грузов.

При проектировании, реконструкции, совершенствовании и оптимизации устройства и функционирования склада тарно-штучных грузов, оборудованных каркасными стеллажами, рекомендуется использовать разработанные в данной работе математические модели.

Список литературы

1. Буриев, Э.Н. Перевозка сыпучих грузов. Способы снижения затрат / Э.Н. Буриев, Д.И. Илесалиев // Логистика - евразийский мост: Материалы 12-й Международ. науч.-практ. конф. (18-20 мая 2017 г., Красноярск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Ч.1. – Красноярск, 2017. – С. 298-301.

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. – 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.). – 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: Сб. трудов LXXV Всеросс. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С. 227-233.

7. Илесалиев, Д.И. Перевозка экспортно-импортных грузов в Республике Узбекистан / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский, О.Б. Маликов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 3 (39). – С. 11-17.

8. Коровяковская, Ю.В. Анализ существующих методов расчета вместимости складов / Ю.В. Коровяковская, О.Б. Маликов // Сб. научн. тр. «Актуальные проблемы управления перевозочным процессом». – Вып.3. – СПб.: ПГУПС, 2004. – С. 162-168.

9. Коровяковская, Ю.В. Вероятностный метод определения емкости склада / Ю.В. Коровяковская, О.Б. Маликов // Материалы межвуз. научно-технич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: Шаг в будущее. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2003. – С. 41-42.

10. Курилов, Е.Г. К вопросу о перегрузке грузов на приграничных станциях с разной шириной колеи / Е.Г. Курилов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. - № 4. – С. 110-116.

11. 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.

12. 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. – Т. 13. - № 4(49). – С. 493-501.

13. Маликов, О.Б. О комплексном проектировании складов / О.Б. Маликов // Логистика. – М.: Агентство МаркедГайд. – 2014. – Вып. 2 (87). – С. 20-22.

14. Маликов, О.Б. Электропогрузчики. Расчёт ширины рабочего коридора / О.Б.

Маликов // Логистика. – М.: Агентство МаркедГайд. – 2015. – Вып. 2 (99). – С. 28-31.

15. Пилипчук, С.Ф. О проектировании склада штучных грузов / С.Ф. Пилипчук, А.Е. Радаев // Логистика и управление цепями поставок. – 2010. – Вып. 4. – С. 21-33.

16. Пилипчук, С.Ф. Определение потребной вместимости склада / С.Ф. Пилипчук, А.Е. Радаев // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – Вып. 5. – С. 19-25.

17. Хамедов, О.О. О влиянии параметров транспортной тары на технологию и способ перевозки / О.О. Хамедов, Д.И. Илесалиев // Логистика – евразийский мост: Материалы 12-й Международ. науч.-практ. конф. (18-20 мая

2017 г., Красноярск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Ч.2. –Красноярск, 2017. – С 325-351.

18. Эльбеков, Ж.У. Пути снижения расходов на перевозку наливных грузов в контейнерах / Ж.У. Эльбеков, Д.И. Илесалиев // Логистика – евразийский мост: Материалы 12-й Международ. науч.-практ. конф. (18-20 мая 2017 г., Красноярск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Ч.2. –Красноярск, 2017. – С 281-285.

Сведения об авторе

Илесалиев Дауренбек Ихтиярович – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Транспортная логистика и сервис» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, ilesaliev@mail.ru.

ON THE QUESTION OF THE CAPACITY OF WAREHOUSES OF PACKAGED-PIECE CARGOES

Ilesaliev D.I.

Tashkent institute of railway engineering, Tashkent, Uzbekistan

Mathematical models are proposed that establish interrelations between the individual parameters of a warehouse of packaged piece cargo. The models were used in the study of the mutual influence of the parameters on each other, also the capacity of the warehouses of packaged cargo

Keywords: packaged-piece cargo, rack, pallet, warehouse, storage area, storage capacity

DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-02-154-162

References

1. Buriev E.N., Ilesaliev D.I. Transportation of bulk cargo. Ways to reduce costs. *Logistika – evraziyskiy most: Materialy 12 Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (18-20 maya 2017 g., Krasnoyarsk)*, 2017, Vol.1, pp. 298-301. (in Russian)

2. Ilesaliev D.I., Korovyakovskiy E.K. Influence of location aisle on the performance of the storage water transport. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*, 2015, No.6, pp. 52-59. (in Russian)

3. Ilesaliev D.I. Using different layouts warehouse aisles unitized cargo. *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya: Materialy XIV*

Mezhdunar. nauch.-prak. konf. (9-10 aprelya 2015 g.), 2015, pp. 174-176. (in Russian)

4. Ilesaliev D.I. On the question of the layout of shelving in the warehouse. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No.1, pp. 99-106. (in Russian)

5. Ilesaliev D.I. Justification of the project network terminal piece cargoes. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No.4, pp. 110-117. (in Russian)

6. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K. Determination of optimal parameters of the loading and unloading section using mathematical

methods. *Transport: problemy, idei, perspektivy: Sbornik trudov LXXV Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*. SPb.: FGBOU VPO PGUPS, 2015, pp. 227-233. (in Russian)

7. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K., Malikov O.B. Transportation of export-import cargoes in the Republic of Uzbekistan. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2014, Vol. 3, No. 39, pp. 11-17. (in Russian)

8. Korovyakovskaya Yu.V., Malikov O.B. Analysis of existing methods for calculating the capacity of warehouses. *Sbornik nauchnykh trudov «Aktualnye problemy upravleniya perevoznym protsessom»*, 2004, Vol. 3, pp. 162-168. (in Russian)

9. Korovyakovskaya Yu.V., Malikov O.B. Probabilistic method for determining the capacity of a warehouse. *Materialy mezhvuzovskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh: Shag v budushchee*. SPb.: FGBOU VPO PGUPS, 2003, pp. 41-42. (in Russian)

10. Kurilov E.G. Concerning the issue of cargo transshipment at border stations with different track gauges. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No.4, pp. 107-111. (in Russian)

11. Malikov O.B., Korovyakovskij E.K., Ilesaliev D.I. Logistics of package shipments of piece cargo. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2014, Vol. 4, No. 41, pp. 51-57. (in Russian)

12. Malikov O.B., Kurilov E.G., Ilesaliev D.I. Some questions of economic efficiency of transportation of bulk cargo in containers. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey*

soobshcheniya, 2016, Vol. 4, No. 49, pp. 493-501. (in Russian)

13. Malikov O.B. On the integrated design of warehouses. *Logistika*. Moscow, Agentstva MarkedGajd, 2014, Vol. 2, No. 87, pp. 20-22. (in Russian)

14. Malikov O.B. Electric forklifts. Calculation of working corridor width. *Logistika*. Moscow, Agentstva MarkedGajd, 2015, Vol. 2, No. 99, pp. 28-31. (in Russian)

15. Pilipchuk S.F., Radaev A.E. About designing of a warehouse of piece cargoes. *Logistika i upravlenie cepyami postavok*, 2010, Vol. 4, pp. 21-33. (in Russian)

16. Pilipchuk S.F., Radaev A.E. Determination of the required warehouse capacity. *Logistika i upravlenie cepyami postavok*, 2012, Vol. 5, pp. 19-25. (in Russian)

17. Hamedov O.O., Ilesaliev D.I. On the influence of the parameters of the transport packaging on the technology and mode of transportation. *Logistika – evraziyskiy most: Materialy 12 Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (18-20 maya 2017 g., Krasnoyarsk). Chapter 2*. Krasnoyarsk, 2017, pp. 325-351. (in Russian)

18. Ehlbekov Zh.U., Ilesaliev D.I. Ways to reduce the cost of liquid cargo in containers. *Logistika – evraziyskiy most: Materialy 12 Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (18-20 maya 2017 g., Krasnoyarsk). Chapter 2*. Krasnoyarsk, 2017, pp. 281-285. (in Russian)

Author' information

Daurenbek I. Ilesaliev – Ph.D. (Eng), Assistant Lecturer of Department “Transport logistics and services” at Tashkent institute of railway engineering (Uzbekistan), ilesaliev@mail.ru.

Дата публикации
(Date of publication):
25.06.2017

