

система может быть рассмотрена в качестве элемента глобальной макрологистической системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Каткова, С. Транспортная система ЯНАО: видовая конкуренция или синергия? / С. Каткова, О. Гопкало // Морские порты. – 2013. – № 9(120). – С. 54–59.

2 Пак, М. В. Северный широтный ход как основа транспортной обеспеченности России. / М. В. Пак // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 4, ч. 2. – С. 69–74.

3 Инвестпроекты. Северный широтный ход / ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : офиц. сайт. Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9382/page/103290?redirected&id=16988>. – Дата доступа 11.08.2020.

*О. В. KIZIM*

### RESEARCH OF OPTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE FAR NORTH REGIONS

The analysis of the actual state of the railway, road and water transport infrastructure of the Yamalo-Nenets Autonomous region is performed. The features of transport functioning in the region and General trends are revealed. The tasks of development of the transport complex of the Yamal-Nenets Autonomous district are formulated. The analysis of existing projects for the development of transport infrastructure in the Yamal-Nenets Autonomous district, their effectiveness and disadvantages are noted. It is concluded that the greatest development should be given to railway transport as the only regular uninterrupted year-round mode of transport. This conclusion is confirmed by the Northern latitudinal route project implemented by Russian Railways. In addition, the development of the railway infrastructure in the region will entail additional projects that allow developing the raw materials areas of the Far North all year round.

Получено 26.10.2020

---

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2020**

---

УДК 621.796.5

*Е. В. КИЗИМ, Е. А. ОВЧИННИКОВА, Ю. О. ПАЗОЙСКИЙ*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*  
*kizimevgeny@gmail.com, bogdanelena@yandex.ru, pazoyskiy@mail.ru*

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАЛЛЕТНОГО ХРАНЕНИЯ В СКЛАДАХ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ СТЕЛЛАЖЕЙ

Рассмотрены широкопроходные, узкопроходные, набивные и шатловые, гравитационные складские системы хранения. Для каждой системы обозначены отличия

тельные особенности и условия применения. Для систем хранения с гравитационными стеллажами определена эффективность использования полезной площади склада. Обозначены направления дальнейших исследований вопросов стеллажного хранения.

Современная система логистики, а также прибыль предприятий во многом зависит от того, насколько качественно и продуманно устроены склады, какое технологическое оборудование используется и каковы его функциональные возможности. В цепочке поставок издержки на складское хранение могут составлять до 50 % стоимости товаров. Поэтому минимизация этих издержек становится важным конкурентным фактором для торговых компаний. Помочь в сокращении расходов может знание того, какие складские системы хранения товаров наиболее приемлемы для конкретного ассортимента продукции, объемов хранения и оборачиваемости склада. Правильный выбор стеллажей может значительно сократить затраты на персонал, электроэнергию, эксплуатационные расходы и увеличить эффективную площадь склада.

Хранение на складских площадях в ячейках происходит следующими способами: миксованных товаров, моноартикулов.

При системе хранения, которая использует моноартикульные ячейки, в каждую ячейку помещается только товар одного артикула. Для складов, которые занимаются отгрузкой товара по небольшим заказам, предусматривается система хранения со штучным отбором товара из ячеек для мелких заказов и паллетным отбором из зоны паллетного хранения для оптовых заказов. Для складов, деятельность которых связана исключительно с оптовыми заказами предусматривается только зона паллетного хранения.

Зоны паллетного хранения оборудуются паллетными стеллажами. Они классифицируются по способу размещения в них грузов: широкопроходные, узкопроходные, набивные и шатловые, гравитационные.

Перечисленные складские системы хранения далее будут рассмотрены подробно.

Широкопроходное хранение – система хранения, при которой используют ширину рабочего коридора до 3,5 метров. Благодаря вместительному проходу техника совершает поворот на 90 градусов с грузом. Расстояние между металлическими стеллажами должно быть порядка 2,2–3,5 м. В зависимости от разновидности погрузочно-разгрузочной техники и ее габаритов проектируют высоту стеллажной системы, но не более 12 м.

Системы позволяют эффективно складировать значительный объем продукции на площадь помещения. Строительство склада не предусматривает сложное проектирование технологии складских работ. Отличительные особенности широкопроходной технологии – оптимальное расстояние между

стеллажными конструкциями для проезда маневра и проезда погрузчиков, вместительный проход, простота проектирования и строительства склада, низкая стоимость техники и складского оборудования.

Узкопроходные стеллажи являются лучшим решением среди многоместных систем хранения. Они хорошо подходят для хранения больших количеств отдельных товаров, преимущественно на поддонах. Преимущества этой системы особенно хорошо проявляются при необходимости повышения эффективности в условиях ограниченной площади склада. Они обладают всеми преимуществами многоместных стеллажей, например, возможностью прямого доступа к товару и свободного расположения консолей. При этом они занимают меньше места и позволяют поднимать груз на очень большие высоты. Основное отличие этих систем – малая ширина рабочих проходов. Простота регулировки положения балок и использование в качестве опции двойной глубины загрузки гарантирует еще более эффективное использование пространства склада. Для управления используются автоматические или полуавтоматические узкопроходные штабелеры на рельсовой или индуктивной навигации, а также краны-штабелеры. Однако значительным минусом данной системы является дороговизна узкопроходных подъемно-транспортных механизмов (погрузчиков).

Набивные стеллажи обеспечивают возможность неограниченного формирования систем из стеллажей как в длину, так и в глубину, позволяя рационально использовать объем помещения склада. Относительный коэффициент использования пространства помещения может достигать 70 %, что на 25 % эффективнее в сравнении с проектами, предусматривающими оснащение фронтальными стеллажами. Глубинные стеллажи способствуют эффективному управлению большими объемами товара на стеллажах, в том числе в условиях минусового хранения.

Набивные стеллажи (глубинные) могут иметь также сквозную конструкцию, в этом случае загрузка производится с одной стороны стеллажной системы, а выгрузка – с другой. Такие стеллажи называют «проходными». Они позволяют осуществлять работу одновременно с двух сторон, повышая тем самым скорость обработки груза. Глубинные (набивные) системы предназначены для паллетного хранения и отлично экономят место в помещении.

Гравитационные стеллажи представляют собой рамные конструкции, на которых установлены дорожки с роликами. По этим дорожкам, смонтированным под наклоном, пакетированный груз или паллеты легко продвигаются из зоны загрузки к нужным точкам выгрузки. При этом паллеты (поддоны) или коробки движутся под действием собственной силы тяжести, (т. е. гравитации, откуда и название подобных стеллажей), не требуя усилий со стороны человека или расхода электроэнергии. Движение осуществляется за счет того, что роликовые дорожки расположены под углом в 3–4 градуса к горизонтали (рисунки 1).

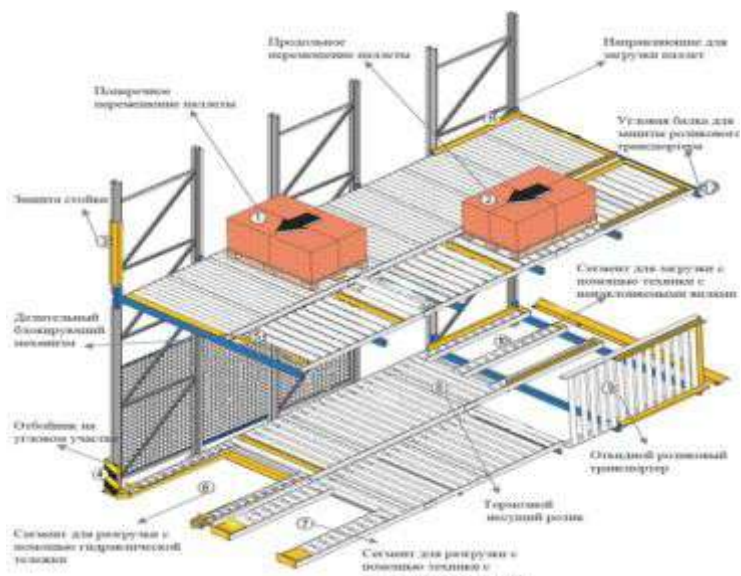


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы гравитационных стеллажей

Гравитационные стеллажи – это следующий шаг в работе с набивными стеллажами. Если при работе с глубинными (набивными) стеллажами принципа FIFO (First In – First Out) придерживаться невозможно, то принцип работы гравитационных стеллажей основывается на том, что первый груз, поступивший на роликовую дорожку, будет и выгружен первым, что дает возможность контролировать товар по срокам реализации, годности и потребительскому спросу, то есть сохраняется принцип FIFO.

Для расчета эффективности системы хранения используется коэффициент использования полезной площади склада

где  $S_{\text{п.п.}}$  – полезная площадь склада;  $S_{\text{о.п.}}$  – общая площадь склада.

Так как гравитационные стеллажи увеличивают полезную длину склада, то преобразуем предыдущую формулу

где  $S_{\text{п.п.}}$  – полезная площадь склада;  $S_{\text{о.п.}}$  – общая площадь склада.

Для определения полезной длины склада введем переменные:  $n$  – количество паллет в стеллаже (сдвоенные стеллажи),  $L$  – длина европаллеты,  $B$  – ширина проезда для погрузчиков.

Конструкция гравитационных стеллажей предусматривает загрузку паллет с одной стороны и их отбор с другой стороны. Таким образом при расчете количества секций склада требуется учесть дополнительный проезд.

Следовательно, формула полезной длины склада выглядит следующим образом:

---

Следует учитывать, что количество секций хранения следует округлять до целого в меньшую сторону.

Таким образом коэффициент использования полезной площади склада

---

Динамика изменения коэффициента полезной площади склада после внедрения системы хранения при использовании гравитационных стеллажей представлена на рисунке 2.

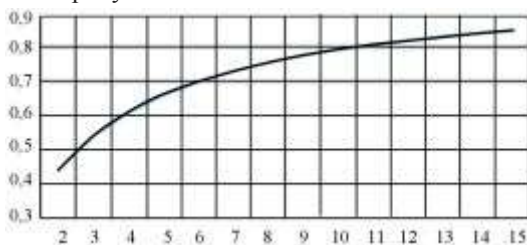


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента полезной площади склада от количества паллет в ячейке хранения

Таким образом, внедрение системы хранения при использовании гравитационных стеллажей оказывается целесообразным. Однако вопрос определения рационального количества паллет в гравитационной ячейке, а также максимальной высоты гравитационных стеллажей требует дальнейшего изучения. Нелинейная зависимость параметров указывает на сложную связь с целым рядом других характеристик.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Автоматизированные склады России: настоящее и будущее // Склад и Техника. – 2019. – № 7.

2 Складская автоматизация в России: рынок оборудования, актуальные технические решения, реализация проектов (ч. 2) // Склад и Техника. – 2019. – № 4.

*E. V. KIZIM, E. A. OVCHINNIKOVA, Y. O. PAZOYSKY*

### **INCREASING THE EFFICIENCY OF PALLET STORAGE IN WAREHOUSES BY USING GRAVITY RACKS**

The article deals with wide-aisle, narrow-aisle, rammed and shuttle, gravity warehouse storage systems. For each system, distinctive features and conditions of use are indicated. For storage systems with gravity racks, the efficiency of using the usable warehouse area has been determined. Directions for further research on the issues of rack storage are indicated.

Получено 12.09.2020