В.Е. Шведов, А.В. Елисеева, В.И. Иванова

# ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

*учебник для вузов*

*Допущено Федеральным учебно-методическим объединением авиационной и космической техники в качестве учебного издания для студентов образовательных организаций высшего образования – программа бакалавриата по направлению подготовки 25.03.04 «Эксплуатация аэропортов и воздушных судов*

ИЦ Интермедия
Санкт-Петербург
2018

УДК 658.7(075.8)
ББК 65.37я73
Ш 34

*Допущено*

*«Допущено Федеральным учебно-методическим объединением авиационной и космической техники в качестве учебного издания для студентов образовательных организаций высшего образования – программа бакалавриата по направлению подготовки 25.03.04 «Эксплуатация аэропортов и воздушных судов».*

*Рецензенты*

Береславский Э.Н., д-р. физ.-мат. наук, профессор (Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации);

Болотин В.А., канд. техн. наук, профессор (Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения)

**Ш34** Шведов В.Е., А.В. Елисеева, Иванова В.И.
Транспортно-складские логистические комплексы: учебное пособие / Шведов В.Е., А.В. Елисеева, Иванова В.И. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2018. – 96 с.

Транспортно-складской логистический комплекс –это один из элементов транспортной логистики. В учебном пособии изложены основные положения технологии механизации и автоматизации работы транспортно-складских логистических комплексов воздушного транспорта, в том числе, на транспортных предприятиях, практически всех других видов транспорта. Рассмотрены вопросы организации работы грузовых терминалов аэропортов. Приведена методика расчета оснащенности грузовых фронтов и складов, сфера применения робототехнических систем на транспорте, экономико-математическая модель транспортно-складской системы.

ISBN 978-5-4383-0156-1

*Учебное издание*
Шведов Василий Елисеевич,
Елисеева Анна Васильевна,
Иванова Виктория Игоревна
Грузоведение
Главный редактор: *В.К. Головати*
Техническая подготовка: *В.Ю. Антипова*
Дизайн обложки: *В.С. Кулаков*

Подписано в печать 25.08.2017. Формат 60 × 88 1/16. Печать цифровая
Усл. печ. л. 12,71. Тираж 1000 экз. Заказ №
ООО «Издательский центр “Интермедия”». Адрес: 198334, Санкт–Петербург,
ул. Партизана Германа, 41–218. Отпечатано с готового оригинал–макета
в ООО «Арт–экспресс». Адрес: 199155, СПб., В.О., ул. Уральская, д. 17.

| | |
|---|---|
| ISBN 978-5-4383-0156-1 | © ООО «Издательский Центр “Интермедия”», 2018<br>© Шведов В.Е., Елисеева А.В., Иванова В.И., 2018 |

## Оглавление

**Введение**..... 5

**Тема 1.** Транспортно–складские логистические комплексы….. 6
1.1. Склады…… 6
1.2. Примерная структура управления…… 13
1.3. Виды складов транспортных предприятий …… 15
1.4. Технологический процесс работы складов ……..… 17

**Тема 2.** Автоматизированная транспортно–складская система. 22

2.1. Автоматизированные склады…… 26

**Тема 3.** Основные параметры закрытых складов…… 32

**Тема 4.** Способы и устройства на фронтах погрузки-разгрузки тарно-штучных грузов из крытых вагонов и автомобилей и складов…… 37

4.1. склад грузового комплекса аэропорта…… 41
4.2.цели и задачи грузового комплекса аэропорта …….. 47

**Тема 5.** Эффективность работы транспортно-складского комплекса аэропорта……. 63

**Тема 6**. Технический надзор за состоянием складов…….….. 68

6.1. Виды складов и складских помещений, подлежащих техническому надзору …….. 68
6.2. Надзор за техническим состоянием складских помещений……. 69
6.3. Надзор за санитарным состоянием складских помещений……. 71

6.4. Надзор за строительными конструкциями
зданий-складов…….…. 72
6.5. Надзор за зарядными устройствами аккумуляторных
батарей электропогрузчиков и электроштабелеров…...……... 75
6.6. Противопожарные мероприятия на складах ……..…… 76
6.7. Технический надзор за складскими
погрузочно-разгрузочными машинами…….. 77

*Литература*……..…… 79
*Приложения*…….. 81

# ВВЕДЕНИЕ

Транспортно-складской логистический комплекс – это один из элементов транспортной логистики. Транспортная логистика охватывает все сферы человеческой деятельности и призвана, прежде всего, к перемещению материальных потоков, таких как грузы, транспортные средства, транспортное оборудование (контейнеры, поддоны, средства пакетирования) и т.д. Один из существенных элементов, который входит в состав транспортно-складского логистического комплекса, – это склады самого различного назначения и вида. Существенная роль отводится складам на транспорте. Здесь имеют место быть склады двух типов: перевалочные временного хранения и базисные. К перевалочным относятся такие склады, которые предназначены для временного хранения грузов, оставшихся после прямого варианта перегрузки грузов с одного вида транспорта на другой вид транспорта. Исключением здесь будут склады грузовых комплексов на воздушном транспорте в связи с отсутствием прямого варианта перегрузки. Срок временного хранения обычно ограничивается небольшим временем хранения груза перед его отправкой, на воздушном транспорте не более двух суток. Базисные склады предназначены для более длительного хранения, сроком до 30 суток, но не более 60 суток на транспортных складах, после чего грузы полежат реализации.

Виды грузов на транспортных складах самые разнообразные: насыпные и навалочные, штучные и пакетированные, контейнерные, скоропортящиеся и специального назначения. Отдельно стоящие или сблокированные склады, имеющие средства грузовой обработки и внутренний транспорт, образуют транспортно-складской логистический комплекс по видам транспорта.

Транспортно-складской логистический комплекс представляет собой склад (склады) и комплекс взаимосвязанных складских подъемно-транспортных машин, оборудования и устройств, предназначенный для выполнения погрузки, разгрузки транспортных средств, перемещения, укладки, хранения, временного накопления грузовых единиц перед отправкой другими транспортными средствами потребителю. Транспортно-складской логистический комплекс может быть двух видов:

– механизированный с автоматизированной системой обработки информации и документации;

– с автоматизированной системой управления.

# 1. ТРАНСПОРТНО–СКЛАДСКИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Транспортно-складские логистические комплексы (ТСК) – это сложные технические системы, содержащие склады и внутренний транспорт, предназначенный для обслуживания внешнего транспорта (рис. 1.1).

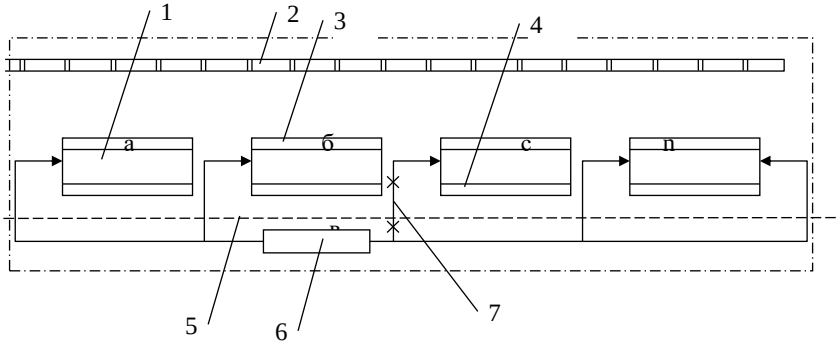



**Рис. 1.1.** Структурная схема ТСК:

1. а, в, с…n – склады открытого и закрытого хранение; 2 – подъездные железнодорожные пути; 3 – фронты погрузки-разгрузки со стороны ж/д пути;
4 – фронты погрузки-разгрузки со стороны автоподъездов; 5 – автодороги;
6 – информационно-логистический центр автоматизированного управления;
7 – внутренний транспорт

## 1.1. Склады

***Склады*** – это структурные подразделения ТСК или транспортных предприятий, предназначенные для приема грузов с внешнего транспорта, временного или некоторого времени хранения и их выдачи на другой внешний транспорт. Структурная схема склада представлена на рис. 1.2.

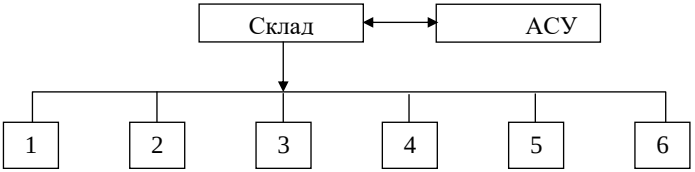



**Рис. 1.2.** Структурная схема склада:

1– фронт разгрузки груза; 2 – участок приема груза;3 – участок временного хранения прибывающего груза; 4 – хранилище (штабельное или стеллажное) пакетированного груза; 5 – участок временного хранения отправляемого груза; 6 – фронт погрузки

Функции складов можно в общем виде разделить следующим образом: административные, транспортно-технические, складирование, упаковка, погрузка и разгрузка транспортных средств.

Современные склады на транспортных предприятиях (портах, аэропортах, грузовых станциях), на производственных предприятиях, терминальных комплексах – это логистические системы, в которых грузы не находятся длительное время в стационарном, неподвижном состоянии. Они принимаются с внешнего транспорта, перекладываются на складские поддоны, взвешиваются, учитывается их количество, перемещаются на хранение, выдаются на другой внешний транспорт, т.е. находятся в движении.

Различают склады оперативные и базисные. Основная масса складов на транспортных предприятиях – это склады оперативные, на крупных транспортных предприятиях – перевалочных пунктах имеются также склады базисные. На оперативных складах грузы хранятся временно, например, в аэропортах срок хранения грузов длится от двух максимально до пяти суток, на водном, морском и железнодорожном – не более пяти суток.

Для более длительного хранения (до месяца и более) на транспортных предприятиях существуют базисные склады, такие же склады имеют промышленные предприятия, терминальные комплексы, дистрибуционные центры. Функции терминалов или терминальных комплексов в транспортной логистике заключаются в обеспечении единства транспортного процесса, грузопереработки, временного складирования, передачи грузов с одного магистрального транспорта на другой магистральный транспорт в смешанном сообщении или на местный транспорт для отправки грузов на промышленные предприятия или частные фирмы. Терминальные логистические предприятия – это самостоятельные транспортно-складские комплексы, создаваемые для оказания складских и транспортно-экспедиционных услуг; могут действовать на основе различных форм собственности: государственной, муниципальной и смешанной. На рис. 1.3 представлен генеральный план отдельно расположенного ТСК.

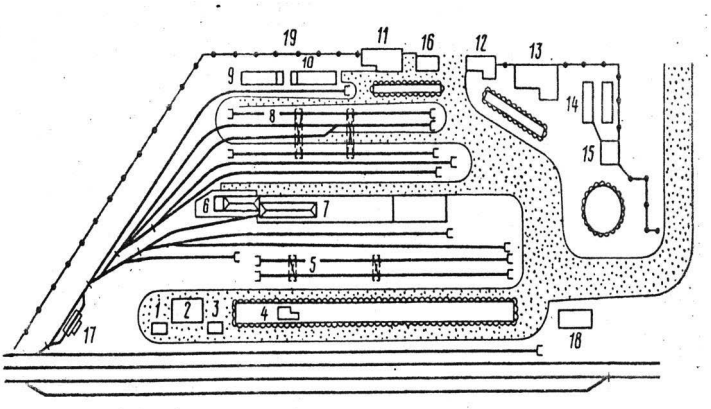



**Рис. 1.3.** Транспортно-складской комплекс (генеральный план):
1–автодороги; 2, 18–административные здания; 3–зарядная станция; 4–площадка для средств механизации; 5, 8–открытые склады; 6, 7–склады насыпных грузов;9, 10, 11, 12, 13, 16–склады;17–путевое развитие;14, 15–ремонтно-механические мастерские; 19–ограждение

Оказываемые услуги в соответствии с основными направлениями деятельности терминалов включают: согласование сроков прибытия и отправки грузов при перевалке их с одного вида транспорта на другой, погрузочно-разгрузочные работы, временное складирование грузов, приемку их на ответственное более длительное хранение, комплектацию отправок, тарно-упаковочные операции, оформление транспортных документов, транспортно-экспедиционное обслуживание клиентуры, информационные услуги, в том числе по слежению за продвижением грузов. Классификация транспортно-складских комплексов по виду работ представлена на рис. 1.4.

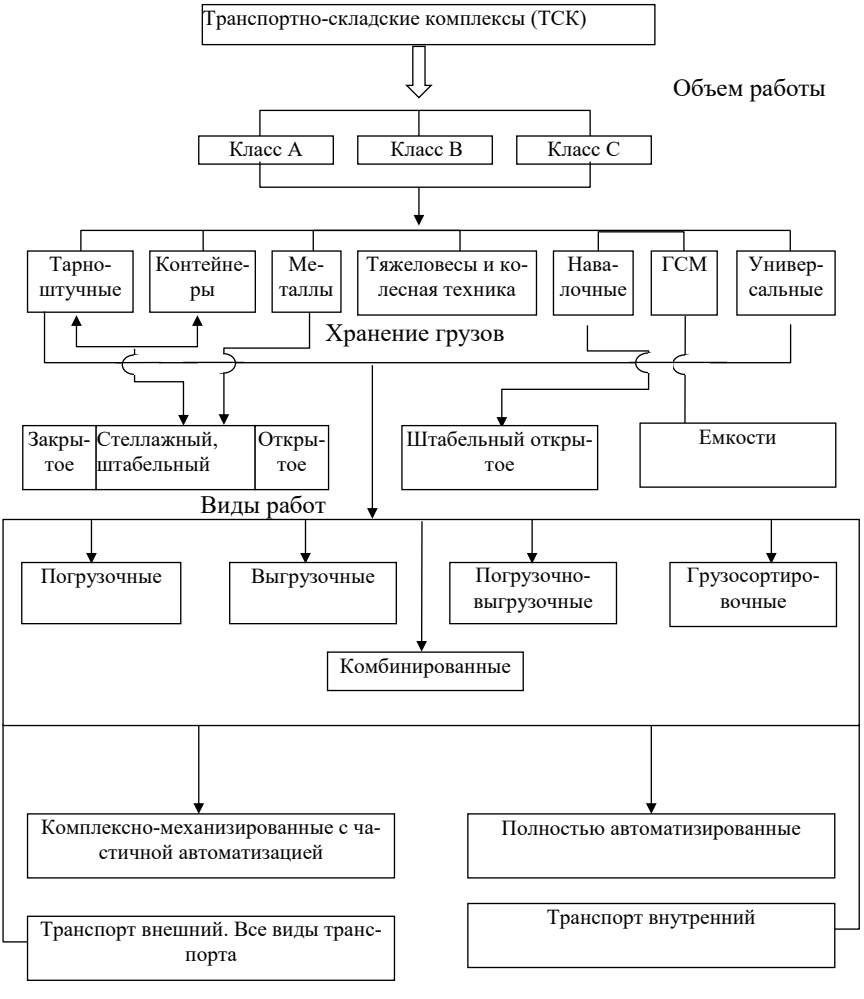



**Рис. 1.4.** Структурная схема классификации ТСК

Основной единицей любого транспортно-складского или терминального комплекса, а также дистрибуционного центра является склад. Виды складов представлены на рис. 1.5.

**Рис. 1.5.** Виды складов потребителей грузов

Подъемно-транспортные машины и оборудование для переработки грузов на складе представлены на рис. 1.6

**Рис. 1.6.** Оборудование и машины для переработки грузов на складе
*поддоны приведены в приложении 1.

Любой склад содержит несколько зон, или участков: прежде всего это фронты погрузки-разгрузки грузов, экспедиции приема - выдачи грузов, хранилище, а в крупных складских комплексах создают транспортно-складскую (грузораспределительную) систему. Транспортно-складские (грузораспределительные ) системы представлены на рис. 1.7.

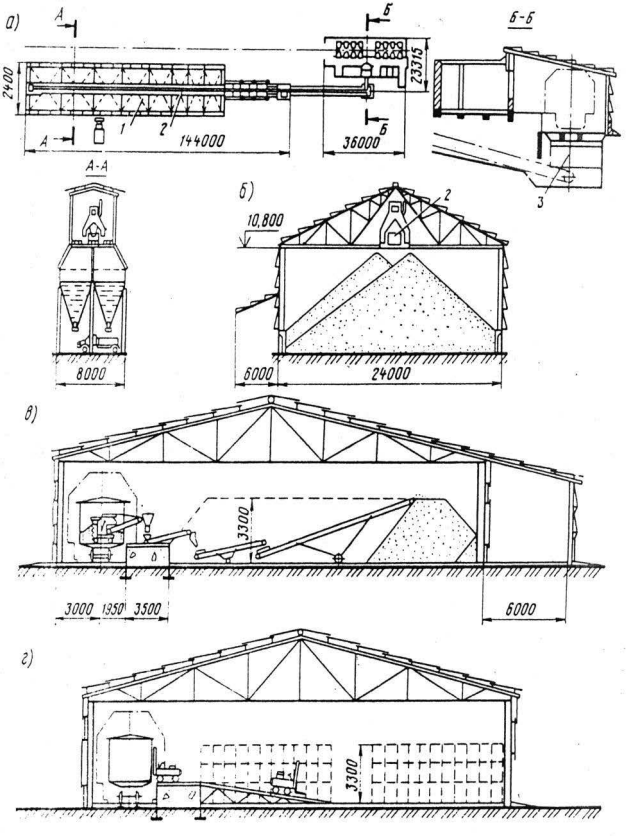



**Рис. 1.7.** Транспортно-складские (грузораспределительные ) системы:

*а, б, в – для складов насыпных грузов; г–складов штучных грузов*

Склад как логистическая система имеется несколько различных перемещений грузов:

▪передача грузов с фронта разгрузки с внешнего транспорта в экспедицию приема;

▪транспортировка к зоне хранения;

▪передача в зону хранения и перемещение в этой зоне к месту укладки;

▪обратная выдача грузов из зоны хранения в экспедицию выдачи, комплектации и временного хранения;

▪выдача грузов на внешний транспорт.

Склад – это система, а все перечисленные операции выполняются с помощью подсистем, которыми являются внутри складской транспорт, подъемно-транспортные машины, стеллажи. На рис. 1.8 представлена структурная схема складов сухих грузов транспортных предприятий.

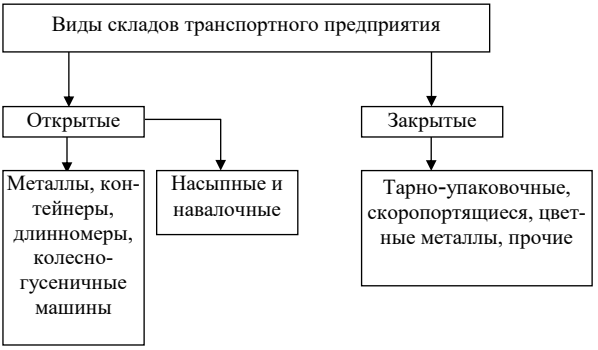



**Рис. 1.8.** Структурная схема складов сухих грузов транспортных предприятий

## 1.2. Примерная структура управления

***Примерная структура управления*** транспортно-складским комплексом. В условиях рыночных отношений транспортно-складские комплексы становятся самостоятельными предприятиями. В связи с этим целесообразна и иная структура управления этими предприятиями. Примерная структура управления может быть представлена на рис. 1.9.

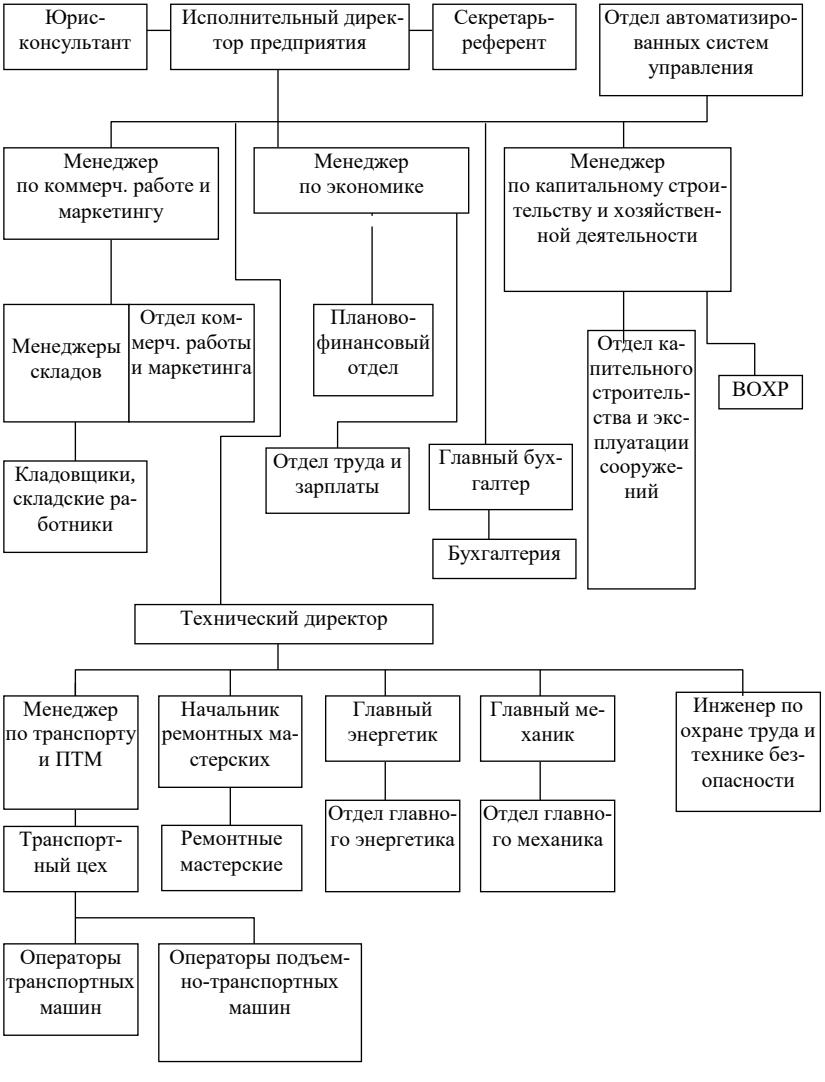



**Рис. 1.9.** Примерная структура управления транспортно-складским комплексом

Штаты работников крупных механизированных и автоматизированных складов на транспорте, в промышленности, торговле должны включать следующих работников: заведующий складом (менеджер склада), товароведы, кла-

довщики-операторы (операторы – приемосдатчики грузов, умеющие работать с ПЭВМ), водители (операторы) подъемно-транспортных машин (кранов-штабелеров, электропогрузчиков, конвейерных систем), грузчики, работники зарядной станции для электропогрузчиков, ремонтные рабочие (слесари, электрики), электронщики и электрики-наладчики систем автоматического управления оборудованием, таксировщики и товарные кассиры.

Число операторов ПТМ $Z_1$ принимается по потребному количеству работающих машин в смену. Число грузчиков $Z_2$ в смену принимается при погрузке – выгрузке вагонов или автомобилей в зависимости от вида поступающего груза:

- по два человека на каждый электропогрузчик при поступлении грузов в пакетах;
- по четыре человека в смену на электропогрузчик или конвейер, если грузы поступают поштучно в транспортной таре.

Общее число работников склада составляет, чел:

$$z_p = \varphi_{cn} \sum_{i=1}^{n_p} z_i n_{\text{см}} \qquad (1.1)$$

где $\varphi_{cn}$ – коэффициент списочного состава, $\varphi_{cn}$=1,2 – 1,4;

$z_i$ – число работников i-й категории работающих в одну смену, чел. ;

$n_p$ – число разных категорий работников на складе, $n_{см}$ – число смен.

## 1.3. Виды складов транспортных предприятий

По количеству наименований грузов различают склады однотипные и многономенклатурные. К однотипным относятся склады с числом наименований в несколько десятков, к многономенклатурным – склады с числом наименований до нескольких тысяч. На транспортных предприятиях в основном склады однотипные, на крупных терминалах и дистрибуционных центрах склады чаще всего многономенклатурные.

По технологии работы склады делятся:

- на комплектовочные, в которых идет комплектация отправок;
- комплектовочные с пакетной переработкой;
- контейнерные;
- смешанные (комплектация отправок, пакетная переработка, контейнеры, длинномеры и т.д.);
- открытые для грузов открытого хранения.

По виду складирования закрытые склады делятся на три вида хранения: штабельное; смешанное (штабельное и стеллажное); стеллажное (рис. 1.10).

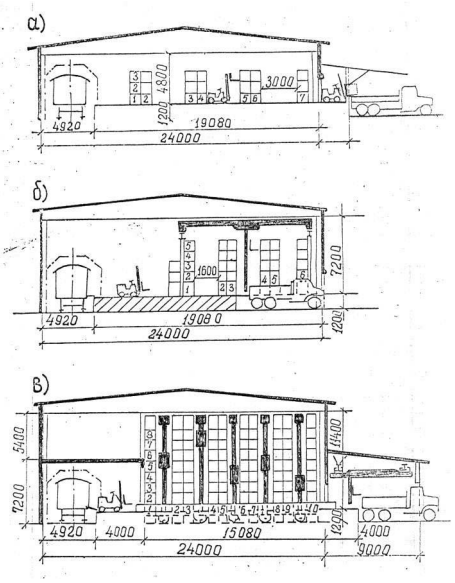



**Рис. 1.10.** Закрытые склады транспортного предприятия:
а–штабельное; б–смешанное (штабельное и стеллажное); в–стеллажное

По компоновке хранилища по отношению к экспедиции закрытые склады бывают проточными и тупиковыми. В проточных складах экспедиции приема и выдачи грузов находятся с разных сторон, в тупиковых – с одной стороны.

По уровню механизации и автоматизации склады делятся на следующие виды: немеханизированные, механизированные, высокомеханизированные, автоматизированные и автоматические.

По температурно-влажному режиму закрытые склады делятся на: неотапливаемые, отапливаемые и рефрижераторные.

**По расположению на генеральном плане:**

- отдельно стоящие;
- сблокированные с другими производственными корпусами.

**По грузопотоку различают склады:**

- мелкие – до 100 тыс. т/год;
- средние – от 100 до 500 тыс. т/год;
- крупные – свыше 500 тыс. т/год (рис. 1.4).

Прибытие и отправление грузов со склада (движение груза на складе) представляет собой логистическую систему, в которой происходят стохастические процессы. Вероятностный характер воздействия внешней среды на склад

приводят к тому, что многие внутрискладские процессы имеют стохастический характер (колебание складских запасов по составу, величине, загрузке подъемно-транспортных средств, персоналу склада, состоянию и загрузке отдельных зон и участков). Крупный высокомеханизированный (автоматизированный) склад – вероятностная система, имеющая большое количество грузопотоков. Структурная схема грузопотоков представлена на рис. 1.11.

## 1.4. Технологический процесс работы складов

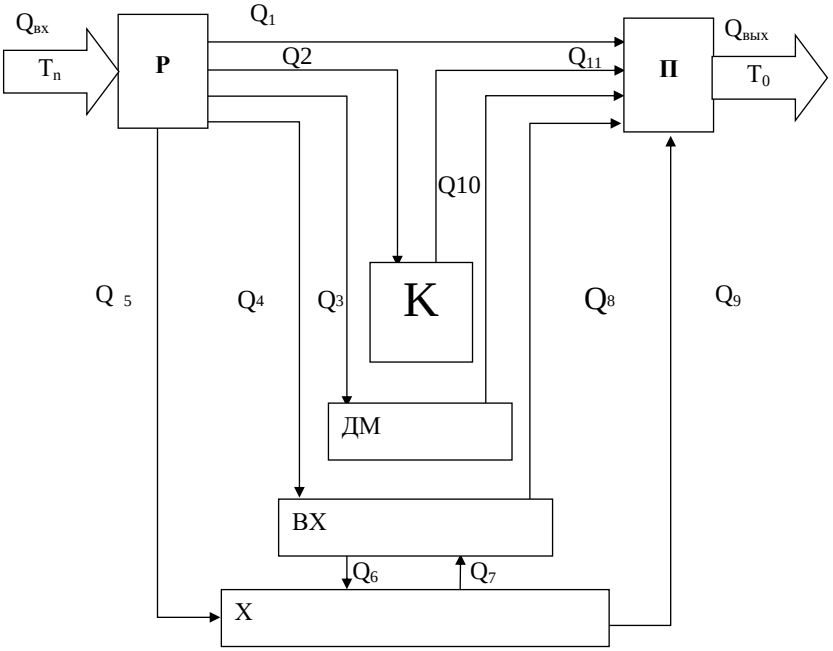



**Рис. 1.11**. Структурная схема грузопотоков на складе:

$T_п$ – транспорт прибытия; Т – транспорт отправления; Р–-фронт разгрузки грузов;П – фронт погрузки грузов;К – контейнерная площадка; ДМ–площадка длинномерных материалов; ВХ – участок склада временного хранения;Х – зона склада длительного хранения груза.

Грузопотоки: $Q_1$ – транзитные грузы; $Q_2$,$Q_{11}$– контейнерные грузы; $Q_3$,$Q_{10}$– длинномерные грузы; $Q_4$,$Q_8$ – грузы временного хранения; $Q_6$,$Q_7$ – грузы временного хранения, передаваемые на длительное хранение; $Q_5$, $Q_9$ – грузы длительного хранения/

$Q_{вх}$ – входящий грузопоток; $Q_{вых}$ – выходящий грузопоток. Входящий и выходящий грузопотоки должны быть равны: $Q_{вх} \approx Q_{вых}$

На транспортных, материальных и торговых складах выполняется большой объем погрузочно-разгрузочных и целый комплекс внутрискладских работ, связанных с подготовкой к приему и приемкой грузов, организацией хранения, подготовкой к отгрузке на транспортные средства и непосредственно потребителям. Внутри складов все время происходит перемещение грузов.

Технологическим процессом работы склада называют технологию и рациональную организацию всех работ, выполняемых на складах. Технологией складских работ называют совокупность последовательно выполняемых операций: погрузочно-выгрузочных, перегрузочно-транспортных, сортировочных, упаковочных, взвешивающих, счетных. Последовательность выполнения складских операций представлена на схемах (рис. 1.12 и 1.13).

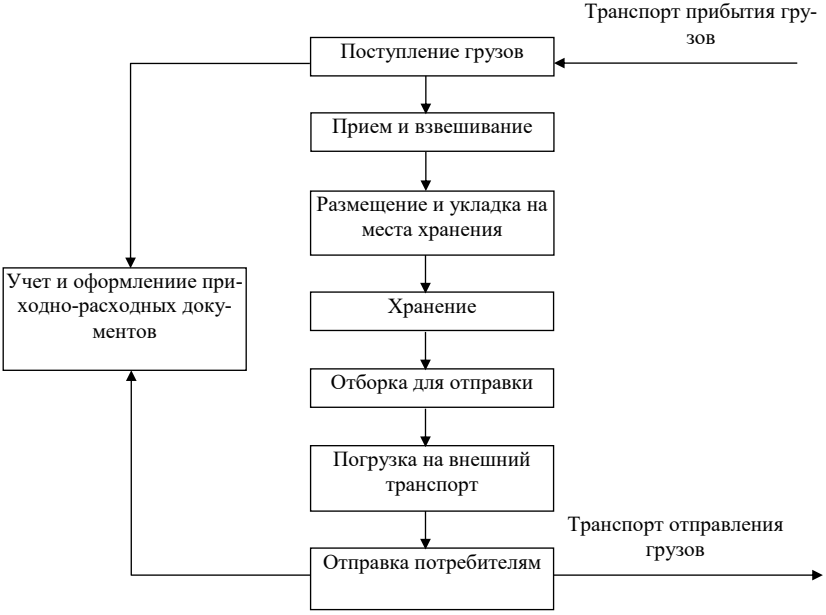



**Рис. 1.12.** Схема последовательности выполнения складских операций при складском варианте перегрузки груза с одного вида транспорта на другой

Совместно с методами лабораторного анализа качества принимаемого или отправляемого груза, условиями хранения груза, обеспечивающими непрерывность и ритмичность производственного, транспортного, торгового процесса, разрабатывают технологический процесс работы склада в виде технологических схем, технологических карт и графической части. Технологический процесс работы склада должен отражать общую характеристику склада, его назна-

чение, годовой и суточный объем работы по поступлению и выдаче грузов. Технологический процесс работы склада состоит из ряда технологических операций: это прежде всего погрузочно-разгрузочные работы по приему и отправлению грузов, взвешивание, сортировка, перекладка на складские поддоны, формирование складских пакетов, доставка их в хранилище и размещение на местах хранения; выемка груза с мест хранения и и, по мере необходимости, формирование мелких отправок. Технологический процесс носит описательный и графический характер последовательности выполнения операций. Для оперативной работы по приемке, складированию и выдаче грузов составляют технологические карты. В них указывают последовательность и основные условия выполнения операций. Важнейшими условиями работы склада являются прием грузов по количеству и качеству, режиму хранения, срокам хранения. Успешное выполнение складских операций зависит от качественного и с минимальными затратами выполнения всех работ. Целесообразно, чтобы все виды погрузочно-разгрузочных и внутренних складских работ выполнялись комплексно механизированным и автоматизированным способом. Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) на складе повышает уровень качества и производительность всех видов операций, если в автоматизированном виде осуществляются работа складских подъемно-транспортных машин и складской учет поступающих и отправляемых грузов. Схема комплексной механизации и автоматизации, применяемая на практике, является видом модели технологического процесса. Эта схема должна предусматривать перемещение кранов и погрузчиков в процессе обслуживания фронта грузовых работ, необходимых проходов и проездов, зон приема, хранения и отправления грузов, длину и ширину складов; она должна содержать производительность машин и механизмов и перерабатывающую способность фронта погрузки-разгрузки. Расчет перерабатывающей способности грузового фронта с учетом эксплуатационной производительности
машин и устройств циклического и непрерывного действия дает более полное представление о возможности транспортно-складского комплекса.

Технологическую схему складской переработки грузов можно проследить на рис. 1.13.

От качества расчета перерабатывающей способности грузового фронта зависит эффективность работы транспортно-складского комплекса в целом.

Перерабатывающую способность погрузочно-разгрузочного фронта (т/сут.) можно рассчитать по следующей формуле:

$$П_{ф} = T_{с} П_{э} n_{п} к_{сн} к_{вр}, \qquad (1.2)$$

где $T_{с}$ – число рабочих часов в сутки, ч; $П_{э}$ – эксплуатационная производительность перегрузочных машин, т/ч; $n_{п}$ – число перегрузочных машин на фронте; $к_{сн}$ – коэффициент, учитывающий снижение производительности перегрузочных машин; $к_{вр}$ – коэффициент, учитывающий снижение рабочего времени на другие операции, не связанные с работой перегрузочных машин.

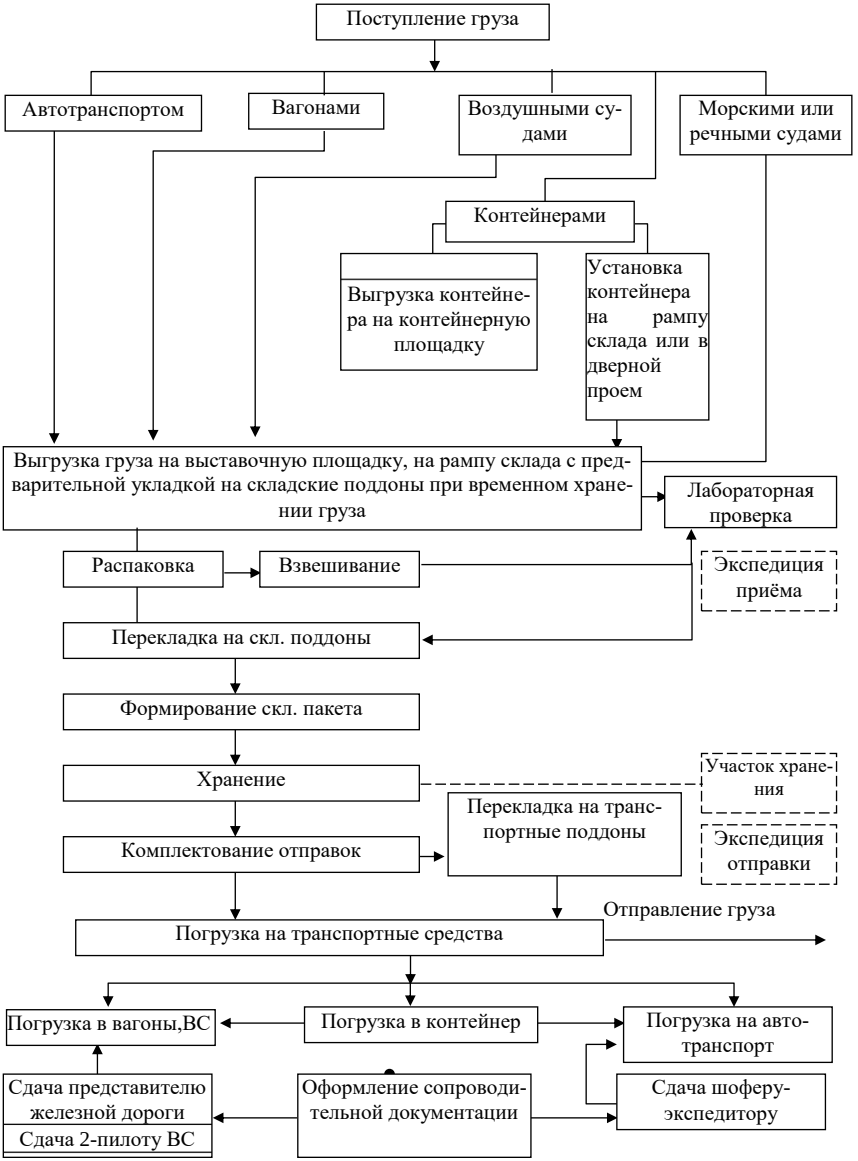



**Рис. 1.13.** Структурная схема переработки груза

Перерабатывающая способность в данном случае – это количество (штук) транспортных средств, разгруженных за сутки работы фронта.

Порядок перемещения груза на складе по своей сути представляет собой логистическую цепь непрерывного движения грузов, начиная с фронта разгрузки с одного вида внешнего транспорта и заканчивая фронтом погрузки на другой вид внешнего транспорта (рис. 1.13).

**Транспортный склад** – это логистическая система, в которой грузы не находятся длительное время в стационарном неподвижном состоянии. Они принимаются с транспортных средств, учитывается их количество, вес и качество, краткое время хранятся, комплектуются и выдаются на другой вид транспорта или непосредственно потребителю, они перемещаются, т.е. находятся в движении.

Движение грузов осуществляется с помощью подъемно-транспортных машин и оборудования, которые в соответствии со схемой комплексной механизации и автоматизации должны выполнять технологический процесс. Расставленное в технологической последовательности оборудование должно осуществлять следующие операции:

- перемещение груза с фронта разгрузки в экспедицию приема и временного хранения;
- транспортировка груза из экспедиции приема в хранилище или к хранилищу;
- перемещение груза в зоне хранения и укладка на места хранения в штабель или стеллажи;
- выдача грузов из зоны хранения в экспедицию выдачи грузов.
- погрузка грузов на внешний транспорт.

# 2. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТРАНСПОРТНО–СКЛАДСКАЯ СИСТЕМА

Хранилище склада обслуживается: мостовыми или стеллажными кранами-штабелерами, складскими роботами (автоматическими кранами-штабелерами), электроштабелерами или электропогрузчиками.

Доставка груза к кранам-штабелерам и от них осуществляется транспортно-распределительными (грузораспределительными) системами или электропогрузчиками.

Экспедиция приема – выдачи груза с внешнего транспорта на внешний транспорт оснащается в зависимости от грузооборота: мостовыми кранами-штабелерами, электропогрузчиками, ленточными или роликовыми конвейерами, складскими роботами или робототехническими системами.

Формирование складских или транспортных пакетов осуществляется пакетоформирующими машинами, роботами или робототехническими системами.

Транспортно-складской логистический комплекс с автоматизированной системой управления состоит из двух уровней:

1) нижний уровень – выполняет функции непосредственного управления исполнительными механизмами автоматизированной транспортно-складской системы;

2) верхний уровень – координирует работу исполнительных механизмов, поддерживает информационную модель функционирования автоматизированной транспортно-складской системы и обеспечивает взаимодействие системы с другими производственными подсистемами.

Транспортно-складской логистический комплекс – это система массового обслуживания, которая соответственно включает координацию работы исполнительных механизмов, обеспечивающих выполнение функций, возложенных на нее:

- согласованное, без сбоев и аварийных ситуаций взаимодействие складских подъемно-транспортных машин при обработке грузовых единиц;
- определение очередности обслуживания заявок с различных рабочих мест и организацию подачи складских пакетов в соответствии с программой производства складских работ.

Структура и функциональные возможности автоматизированной транспортно-складской системы, как правило, предопределяют конкретный вариант (или набор вариантов) организации производства в гибкой производственно-логистической системе. В процессе своего функционирования производственно-логистическая система получает с обслуживаемых объектов и одновременно самостоятельно формирует необходимый объем взаимодополняющей оперативной информации, обмен которой, как правило, ведется в режиме активного двухстороннего диалога. Одним из наиболее распространенных организационно-технологических методов обеспечения устойчивости производственных и

логистических процессов является повышение оперативности управляющих воздействий. Это позволяет в реальном масштабе времени перейти к непрерывному организационному управлению процессом производства работ, а также материальными и информационными потоками в действующей производственно-логистической системе.

Важным звеном современного склада является транспортно-складская (грузораспределительная) система. Она существенно увеличивает прохождение грузов на складе, т.е. повышает производительность склада. Структурная схема автоматизированной транспортно-складской системы (АТСС) представлена на рис. 2.1.

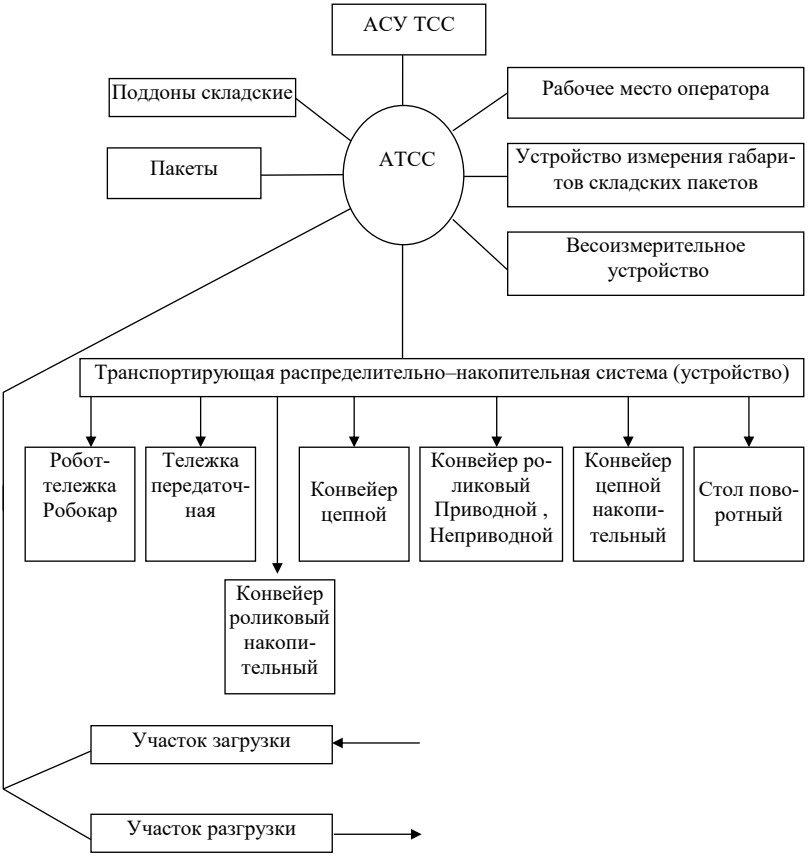



**Рис. 2.1.** Структурная схема АТСС

Наличие на складе транспортно-складской системы превращает ее в систему массового обслуживания, т.е. она предполагает создание очереди из складских пакетов, поступающих в хранилище и убывающих из него. Поэтому целесообразно, чтобы транспортно-складская система работала в автоматизированном режиме.

После задания адреса груз движется по распределительному конвейеру АТСС, имеющему ответвления к кранам–штабелерам, к нужному крану–штабелеру. Здесь кран-штабелер снимает груз с загрузочного устойства, перемещает его в стеллаж и устанавливает в ячейку по заданному адресу. Также по команде оператора кран-штабелер извлекает груз из стеллажа, перемещает его на загрузочное устройство, с которого груз движется на сборный конвейер АТСС и далее к рабочему месту комплектования заказов.

Система автоматизированного управления технологическим процессом (АСУТП) состоит из двух уровней:

- первый уровень – управление подъемно-транспортными машинами и оборудованием склада;
- второй уровень – управление запасами, документооборотом, информационным обеспечением склада.

Управление осуществляется с помощью микроконтроллеров и персональной ЭВМ (ПЭВМ) (нижний уровень), ПЭВМ или большая ЭВМ – верхний уровень управления.

Автоматизированный склад, имеющий в своем составе АТСС, является системой массового обслуживания, предполагающей наличие очереди из складских пакетов.

В связи с этим программное обеспечение включает использование стандартных программ для системы контроля запасов, системы управления процессом транспортирования и распределения грузов по стеллажам и информационной системы связи с оператором.

Программа управления транспортированием грузов предусматривает также оптимизацию грузопотоков, подачу управляющих сигналов, которые способствуют увеличению пропускной способности транспортных линий.

В зависимости от функционального назначения, структурных и планировочных решений склада различают три типа АТСС:

- линейного типа (рис. 2.2);
- многоярусного типа (рис. 2.3);
- кольцевого типа с ответвлениями к кранам-штабелерам.

Классификация АТСС представлена на рис. 2.4.

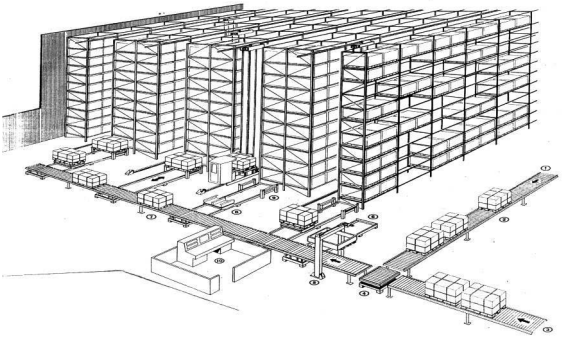


**Рис. 2.2.** Склад с автоматизированной транспортно-складской системой линейного типа

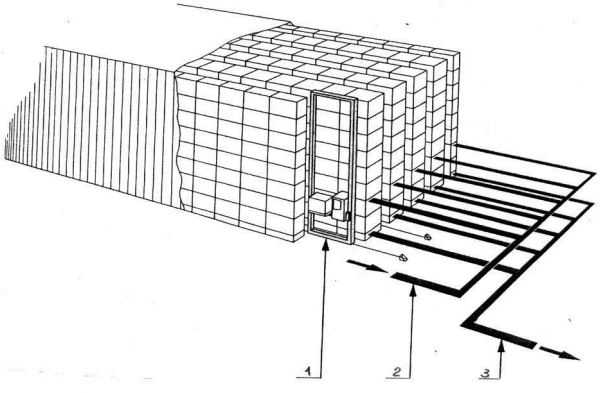



**Рис. 2.3.** Склад с автоматизированной транспортно-складской системой многоярусного типа: 1– стеллажный кран-штабелёр; 2– верхний ярус; 3– нижний ярус

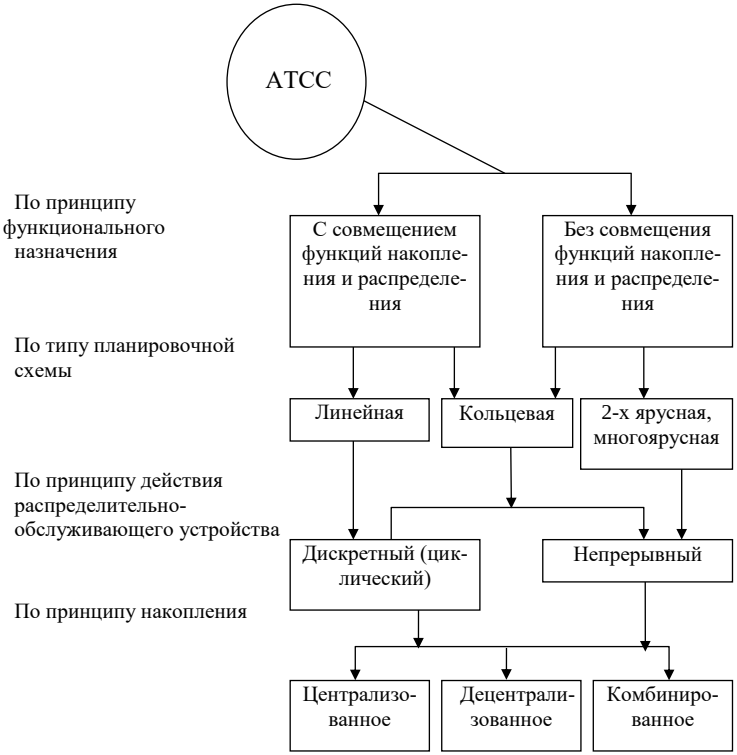



**Рис. 2.4.** Классификация АТСС

## 2.1. Автоматизированные склады

Автоматизированный склад (рис. 2.5) состоит из хранилища, содержащего ряд высотных стеллажей, образующих несколько проходов, в которых работают автоматические краны-штабелеры, а также экспедиций приема и отправки грузов. В экспедициях производят все технологические операции: прием грузов с транспортных средств, формирование грузовых складских единиц (пакетов), транспортирование пакетов в хранилище, размещение их в стеллажах; выдачу пакетов из хранилища, комплектацию транспортных единиц и погрузку на внешний транспорт. Перемещение пакетов в хранилище и из него производится с помощью автоматизированной транспортно-складской (грузораспределительной) системы (АТСС). Размещение АТСС может быть одноуровневым или двухуровневым.

Автоматические перемещения грузов начинаются после формирования складских пакетов и укладки их на приемный конвейер АТСС. На нем производятся взвешивание пакетов, контроль их габаритов, оформление складских документов на хранение в стеллажах. После поступления товаросопроводительного документа на пост автоматического контроля оператор задает складской единице адрес хранения. Здесь же в зависимости от вида построения АСУТП груз кодируется и далее направляется на заданное место хранения. Линейно-штриховой код позволяет осуществлять автоматическое адресование грузов по секциям и ячейкам зоны хранения распределительной системы (АТСС). Размещение АТСС может быть одноуровневым или двухуровневым.

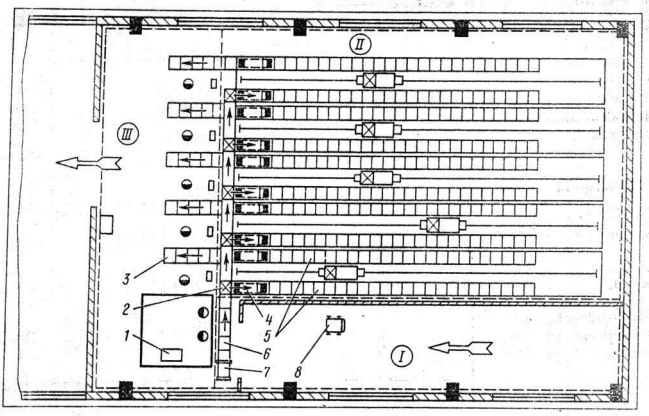



**Рис. 2.5.** Автоматизированный склад (общая компоновка).

I – экспедиция приема груза; II – зона хранения; III – экспедиция выдачи и комплектации;

1 – управляющий вычислительный комплекс; 2 – поворотный стол; 3 – приемный роликовый конвейер; 4 – приемопередающее устройство; 5 – автоматизированный склад в составе стеллажей и автоматизированного крана-штабелера; 6 – транспортная система; 7 – стол приема груза; 8 – погрузчик.

Автоматизированный стеллажный кран-штабелер – это стеллажный робот (СР). В состав транспортно-складской системы входят: поворотный стол – 2; приемный роликовый конвейер – 3; приемопередающее устройство – 4; автоматизированный кран-штабелер – 5; транспортная система – 6; стол приема груза –7; электропогрузчик – 8. Управление складом осуществляет управляющий вычислительный комплекс– 1.

Транспортная система содержит, последовательно установленные секции роликовых конвейеров, между которыми вмонтированы поворотные столы 2, обеспечивающие связь с приемопередающими устройствами 4 и приемными роликовыми конвейерами 3. На первой секции роликового конвейера установлены силоизмерительное весовое устройство и устройство измерения величины

габаритов складских пакетов, может быть выполнено в виде рамки, как это видно на рис. 2.2.

Подача и выдача складских пакетов из хранилища осуществляется с помощью автоматизированного стеллажного крана-штабелера [5] и транспортно-складской системы.

Поступающий в хранилище из экспедиции приема груза складской пакет, электропогрузчиком 8 устанавливается на стол приема груза 7. После взвешивания и проверки габаритов пакет перемещается в зону действия свободного крана-штабелера. При этом поворотный стол 2 поворачивается на 90 градусов, и пакет по приемопередающему устройству 4 перемещается к стеллажу для возможности взятия его телескопическим грузозахватом СР и доставки в свободную ячейку стеллажа, находящуюся справа или слева стеллажного коридора. Таким же образом производится укладка складского пакета в свободную ячейку стеллажа.

Выдача складского пакета из стеллажа производится в обратной последовательности. Вначале СР устанавливает ячейку, в которой должен находиться искомый складской пакет. Затем СР выдвигает телескопическую часть грузозахвата и вводит его в поддон, поднимает пакет на высоту 25-50 мм и перемещает его по оси грузозахвата для выхода СР в зону действия транспортной системы 6. После установки на приемопередающее устройство 4, пакет перемещается на приемный роликовый конвейер 3. С этого конвейера складской пакет электропогрузчиком перемещается в экспедицию выдачи. Здесь складской пакет подлежит расформированию и вместо него из тех же упаковок формируют транспортный пакет, который затем перемещается на транспортное средство.

Автоматические перемещения грузов начинаются после формирования складских пакетов и укладки их на приемный конвейер АТСС. На нем производятся взвешивание пакетов, контроль их габаритов, оформление складских документов на хранение в стеллажах. После поступления товаросопроводительного документа на пост автоматического контроля, оператор задает складской единице адрес хранения. Здесь же в зависимости от вида построения АСУТП груз кодируется и далее направляется на заданное место хранения. Линейно – штриховой код позволяет осуществлять автоматическое адресование грузов по секциям и ячейкам зоны хранения.

Вся информация о разгруженных грузах и поступающих на хранение поступает в память ЭВМ. Она дополняет информацию, ранее записанную в памяти. Для этой цели в памяти ЭВМ содержатся сведения о всех грузовых единицах и о грузоподъемности механизмов, и она устанавливает стратегию – избежать излишнего накопления грузов на отдельных участках складов, а также исключить простой механизмов. АТСС входит составной частью в автоматизированную систему управления складским процессом (АСУТП).

Современная АСУТП склад должна обеспечивать комплексное решение задач. Такая система должна функционировать на складах всех видов маги-

стрального транспорта, терминальных транспортно–складских комплексах, дистрибуционных центрах, связанных с доставкой грузов (товаров) в магазин. Система АСУТП должна содержать информацию о событиях, поступающих в реальном времени, которая должна обрабатываться на специальной программе. Планирование производственных процессов должно базироваться на экспертном анализе обработанных данных и последующем выборе оптимальных решений. Современные системы АСУТП должны иметь такое программное обеспечение, чтобы оно могло обеспечивать управление подъемно–транспортными и другими складскими машинами, устройствами штрихового кодирования грузов или использованием системы RFID (рис. 2.6), материалов, товаров, электронными весами, устройствами измерения габаритов грузов, принтерами для печати складской документации и сканерами изображения. Считывающее устройство приведено в приложении 2.

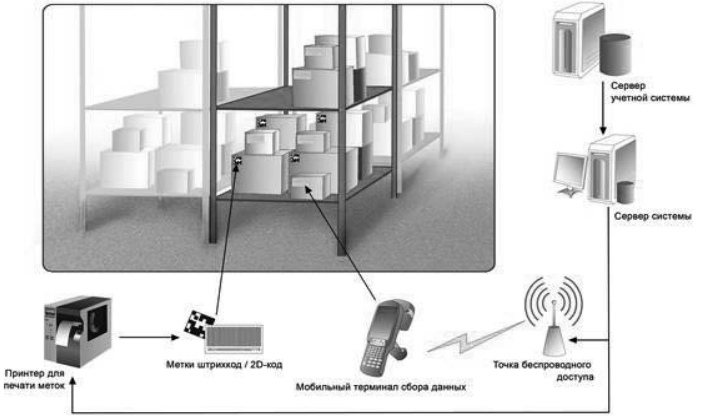



**Рис. 2.6**. Система контроля перемещения грузов на складе RFID

Средняя суточная интенсивность входящего потока складских пакетов с грузом в стеллажное хранилище

$$\lambda_{\text{приб}} = \frac{(1-\alpha)Q_{\text{сут}}^{\text{приб}}\kappa_{\text{нер}}}{M_{\text{пак}}\kappa_{\text{и}}}, \text{ шт.,} \quad (2.1)$$

где $\alpha$ – коэффициент, учитывающий долю транзитных грузов в общем потоке грузовых поступлений, которые не попадают на АТСС, α = 0,1;

$\kappa_{нер}$ – коэффициент суточной неравномерности поступления грузов на склад, $\kappa_{нер}$ = 1,1 – 1,3.

$Q_{сут}^{приб}$ – суточный грузопоток в стеллажное хранилище;

$M_{пак}$ – масса пакета груза вместе с поддоном;

$\kappa_{и}$ – коэффициент использования грузоподъемности крана–штабелера

или поддона.

Средняя суточная интенсивность выходящего складского пакета с грузом из стеллажного хранилища:

$$\lambda_{\text{убыв}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{убыв}} \kappa_{\text{нер}}}{M_{\text{пак}} \kappa_{\text{и}}}, \text{ шт.,} \qquad (2.2)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{убыв}}$ – суточный грузопоток, убывающий из стеллажного хранилища.

Пропускная способность АТСС составляет:

$$\lambda_{\text{п}} = \lambda_{\text{приб}} + \lambda_{\text{убыв}}, \text{ шт.,} \qquad (2.3)$$

АСУТП склад можно представлять в виде структурной схемы (рис.2.7), на которой представлены основные устройства автоматизированного управления и канал обмена интегрированными системами.

**Производительность транспортно-складской системы**

При перемещении грузов пакетами производительность системы можно определить по формуле:

$$\Pi_C = \frac{3600 v z_{ШТ}}{l}, \text{ шт/ч ,} \qquad (2.4)$$

где $v$ – скорость вращения роликов или цепи конвейера, м/с;

$z_{\text{ШТ}}$ – число пакетов на конвейере;

$l$ – расстояние между отдельными грузами ,м .

Если известна масса перемещаемого груза, производительность определяется по формуле

$$\Pi_C = \frac{3600 v z_{ШТ}}{l} \text{ (т/ч),} \qquad (2.5)$$

где М – масса одного пакета вместе с поддоном, кг;

Производительность конвейеров-ответвлений в сторону МКШ или СКШ рассчитывается по этим же формулам.

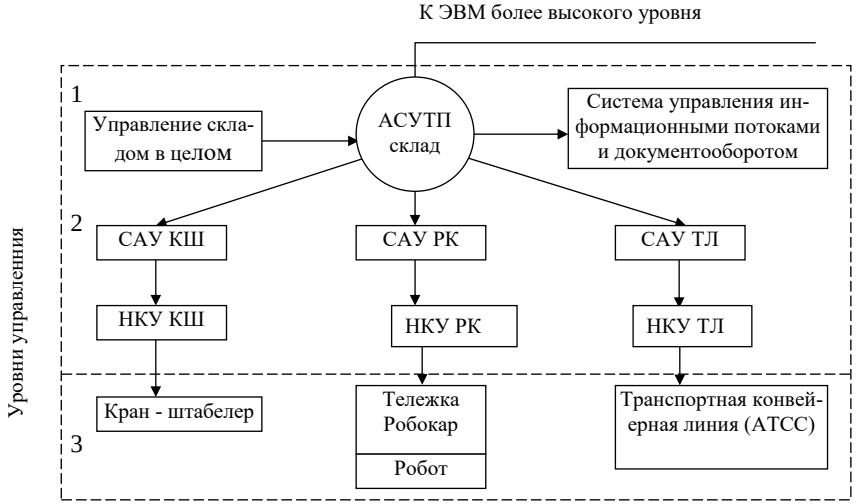



**Рис. 2.7**. Структурная схема АСУТП склад
*САУ – система автоматического управления;*
*НКУ – низковольтное комплексное устройство (микроконтроллер);*
*КШ – кран-штабелер;РК – робот тележка (робокар);*
*ТЛ – транспортная конвейерная линия*

## Мощность транспортно-складской системы

Определяется по известной формуле. Однако, учитывая то, что система состоит из ряда приводных участков рассчитывается установленная мощность

$$N_{\text{уст}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{п}}} \frac{mgv}{1020\eta}, \qquad (2.6)$$

где $n_{\text{п}}$ – количество приводных участков, шт;

$\eta$ – коэффициент полезного действия, $\eta \approx 0{,}85$;

$m$ - масса транспортируемого груза,т.

Масса транспортируемого груза и скорости каждого из участков системы одинаковы.

# 3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАКРЫТЫХ СКЛАДОВ

Основные параметры закрытых складов транспортных предприятий, дистрибуционных центров и в целом складов тарно-штучных грузов определяют на основании годового или суточного грузооборота и режима работы склада. В зависимости от вида складирования (штабельного или стеллажного) определяют порядок размещения грузов и выбор подъемно-транспортных машин и оборудования. Применение стеллажей дает возможность увеличить высоту складирования и соответственно уменьшать площадь склада.

К числу основных параметров склада, влияющих на его производительную работу, относятся вместимость количества грузов, длина, ширина, высота складских помещений, размеры приемно-отправочных экспедиций и погрузочно-разгрузочных фронтов.

Вместимость склада зависит от суточного грузопотока и сроков хранения грузов на складе.

Площадь склада определяется методом удельных нагрузок и элементарных площадок. Линейные размеры зоны хранения зависят от выбранного подъемно-транспортного оборудования. Так, высота складирования при применении стеллажных кранов-штабелеров существенно выше, чем у мостовых кранов-штабелеров. Существенное влияние на работу склада оказывает производительность оборудования.

В зависимости от грузооборота склада, который равен $Q_{год}$, определяется вместимость склада, т:

$$E = \frac{Q_{год}}{T} T_{хр}, \qquad (3.1)$$

где $Q_{год}$ – годовой грузооборот склада, т;

$T$ – количество дней в году по приемке груза, дн.;

$T_{хр}$ – время хранения груза на складе.

Оборачиваемость склада определяется по формуле

$$\delta = T / T_{хр} \qquad (3.2)$$

Если груз на склад прибывает вагонами, длина ж/д грузового фронта должна быть определена по формуле

$$L_{гр}^{*} = \frac{n_{в} \ell_{в}}{Z_{n} Z_{с}} + a_{л} \ell, \text{ м}, \qquad (3.3)$$

где $n_в$ – среднесуточное количество вагонов, поступающих на грузовой фронт;

$\ell_в$ – длина вагона данного типа, м;

$Z_п$ – число подач;

$Z_c$ – число смен (перестановок) вагонов на грузовом фронте;

$\alpha_л$– удлинение грузового фронта для маневрирования локомотивами или другими средствами (15 – 20 м);

$$n_в = \frac{Q_{сут} \kappa_{нер}}{q_в}, \qquad (3.4)$$

где $Q_{сут}$ – среднесуточное поступление груза; $q_в$ – средняя загрузка вагона, т; $\kappa_{нер}$ – коэффициент неравномерности поступления или отправления грузов; $\kappa_{нер}$ = 1,3 – 1,5.

Длина грузового фронта со стороны автотранспорта должна быть определена по формуле

$$L^а_{гр} = \frac{Q_{сут} \kappa_{нер} \ell_а t_а}{q_а T_{сут} T}, \qquad (3.5)$$

где $L^а_{гр}$ – длина грузового фронта со стороны подхода автотранспорта, м; $\ell_а$ – длина фронта для установки одного автомобиля боковым или задним бортом, м; $t_а$ – среднее время погрузки автомобиля, включая время на подъезд к складу и отъезд от рампы, мин; $T_{сут}$ – число дней выдачи груза в году; $q_α$– средняя загрузка автомобиля, т; $Q_{сут}$ – среднесуточное поступление и отправление груза автотранспортом, т;

*Площадь складирования*

$$F_{скл} = \ell\, b\, n, \text{ м}^2, \qquad (3.6)$$

где $\ell$ и $b$ – длина и ширина стеллажей или штабелей и их количество, $n$.

*Площадь участка хранения*

$$F_{хр} = \frac{E}{qh\alpha}, \text{ м}^2, \qquad (3.7)$$

где $q$ – распределенная нагрузка на 1 м$^2$; $h$ – высота укладки груза, м;

$\alpha$ – коэффициент использования площадки участка хранения;

*Площадь экспедиции приема груза*

$$F_{\text{эпр}} = \frac{Q_{\text{год}} к_{\text{нер}}}{T h_{\text{эпр}}} \cdot \frac{T_1}{q \alpha_{\text{эпр}}}, \text{м}^2, \tag{3.8}$$

где $T$ – число рабочих дней в году по приему груза, дн;

$T_1$ – число дней нахождения груза в экспедиции приема, $T_1$=0,5 – 2 сут;

$h_{\text{эпр}}$ – высота укладки груза в экспедиции приема;

$\alpha_{\text{эпр}}$ –коэффициент использования площади экспедиции приема груза, $\alpha_{\text{эпр}}$ = 0,35 – 0,45.

*Площадь экспедиции отправления груза, м$^2$,*

$$F_{\text{эотпр}} = \frac{Q_{\text{год}} к_{\text{нер}}}{T h_{\text{эотпр}}} \cdot \frac{T_2}{q \alpha_{\text{эотпр}}} \tag{3.9}$$

где $T_2$ – число дней в году нахождения груза в экспедиции отправления, дн.; $T_2$=1 – 2 сут.; $\alpha_{эотпр}$ – коэффициент использования площади экспедиции отправления; $\alpha_{эотпр}$ = 0,35 – 0,45; $к_{нер.отпр}$=*1,1*.

*Определение потребности в подъемно–транспортных машинах (ПТМ)*

Необходимое количество ПТМ, шт, следует рассчитывать по формуле

$$n_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{T_{\text{м}} П}, \tag{3.10}$$

где $T_{\text{м}}$ – время работы машины, ч; $П$ – производительность машины, т/ч.

*Производительность машины циклического действия,* т/ч

$$П = \frac{3600 q \varphi}{T_{\text{ц}}} к_{\text{и}}, \tag{3.11}$$

где $q$ – грузоподъемность машины, Т; $\varphi$ – коэффициент использования машины по грузоподъемности; $к_{\text{и}}$ – коэффициент использования машины во времени; $T_{\text{ц}}$ – средняя продолжительность цикла машины, с;

Если известна средняя масса перерабатываемого груза, производительность можно определить по формуле

$$П = \frac{3600 M}{T_{\text{ц}}}, \tag{3.12}$$

где $M$ – масса груза, кг.

*Производительность машины непрерывного действия*, т/ч

$$П = \frac{3600Mv}{\ell_{м}}, \qquad (3.13)$$

где $v$ – скорость движения ленты конвейера ленточного или роликового, м/с; $\ell_{м}$ – расстояние между грузами, м.

*Время цикла работы электропогрузчика, с,*

$$T_{ц} = \frac{2H}{v_{в}} + \frac{2L}{v_{д}} + 4t_1 + t_0, \qquad (3.14)$$

где $H$ – высота подъема груза, м; $L$ – перемещение электропогрузчика по длине и ширине склада, м; $v_{в}$ – скорость подъема груза, м/с; $v_{д}$ – скорость перемещения электропогрузчика, м/с; $t_1$ – время наклона рамы электропогрузчика, с; $t_0$ – время на захват и освобождение груза, с.

*Время цикла работы мостовых кранов и мостовых кранов штабелеров*

$$T_{ц} = \frac{2H}{v_{в}} + 2\frac{\ell_{кр}}{v_{кр}} + 2\frac{\ell_{т}}{v_{т}} + 2\frac{\ell_{гз}}{v_{гз}} + t_0, \qquad (3.15)$$

где $\ell_{гз}$ – ход грузозахвата, м;

$v_{гз}$ – скорость движения грузозахвата, м/с;

*Мощность, затрачиваемая при работе ПТМ*

$$N = \frac{Mgv}{1020\eta}, \qquad (3.16)$$

где $v$ – скорости соответствующих механизмов, м/с; $g$ — ускорение свободного падения, м/с$^2$; $M$ — масса поднимаемого груза, т; $\eta$ — коэффициент полезного действия, $\eta$ = 0,8.

*Суммарная мощность ПТМ на складе*

$$N_{сум} = \frac{\sum_{1}^{n} N}{\eta} \qquad (3.17)$$

*Расчет потребности в поддонах*

$$R_{\sum} = \sum_{1}^{n} R_i$$

$$R_i = R + \alpha R + \beta R \qquad (3.18)$$

где $\alpha$ – коэффициент, учитывающий количество поддонов, находящихся в запасе; $\alpha$ = 0,1 – 0,15; $\beta$ – коэффициент, учитывающий количество поддонов находящихся в ремонте $\beta$ = 0,15 – 0,2; $R$ – число грузовых мест в стеллажах соответствует количеству поддонов

# 4. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА НА ФРОНТАХ ПОГРУЗКИ-РАЗГРУЗКИ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ ИЗ КРЫТЫХ ВАГОНОВ И АВТОМОБИЛЕЙ И СКЛАДОВ

Существует ряд способов для погрузки и разгрузки тарно-штучных грузов из крытых вагонов и автомобилей.

Способы погрузки-разгрузки: ручной, механизированный и автоматизированный.

Устройства для выполнения погрузочно-разгрузочных работ производят при установке транспортных средств возле стационарной рампы, передвижной или у откидных переходных мостиков. Структурная схема устройств погрузки-разгрузки груза приведена на рис. 4.1.

**Фронты погрузки-разгрузки складов**

Режим работы грузового фронта может быть детерминированным и случайным.

*Детерминированный режим работы грузового фронта*

При детерминированном режиме транспортные средства поступают на грузовой фронт через равные промежутки времени, а время выполнения погрузочно-разгрузочных работ постоянно или мало отклоняется от своего среднего значения.

**Рис.4.1.** Структурная схема погрузки-разгрузки из вагонов, автомобилей и складов

Главная цель оптимизации технического оснащения и функционирования грузового фронта заключается в нахождении параметров x, z и T, при которых обеспечиваются минимум суммарных капитальных вложений и эксплуатационных затрат, достижение определенной прибыли и необходимая перерабатывающая способность фронта R:

$$R = \min R\ (x, z, T),$$

причем $x_{min} \le x \le x_{max}$; $z_{min} \le z \le z_{max}$; $T_{min} \le T \le T_{max}$,

где $x_{min}$ – минимальное число транспортных средств (автомобилей, вагонов) поступающих под разгрузку или погрузку, $z_{min}$ – минимальное число погрузочно-разгрузочных машин, $T_{min}$ – минимальное время работы.

*Вместимость грузового фронта $L_ф$*

$$L_ф = \frac{Nl}{x_{min}}, \qquad (4.1)$$

где $N$ – число вагонов, автомобилей в сутки; $l$ – длина транспортного средства; $X_{min}$ – число подач вагонов, автомобилей.

*Минимальное число погрузочно-разгрузочных машин на фронте погрузки – разгрузки*

$$z_{min} = \frac{Q_г \kappa_{нер}}{365 П (T - t_м x - T_в)}, \qquad (4.2)$$

где $Q_г$ – годовой грузопоток, т/год; $T$ – минимальное время работы грузового фронта, 8 или 16 ч. в сутки; $t_м$ – продолжительность установки автомобилей, вагонов на грузовой фронт; $T_в$ – время восстановления машин после отказа; $\kappa_{нер}$ – коэффициент неравномерности поступления груза; x – число подач автомобилей, вагонов.

Если известен суточный грузопоток,

$$z_{min} = \frac{Q_{сут}}{П (T - t_м - T_в)}, \qquad (4.3)$$

где $П$ – производительность погрузочно-разгрузочной машины

*Случайный режим работы фронта погрузки - разгрузки складов*

При случайном режиме работы поступление автомобилей, вагонов с грузом во времени и по количеству неравномерно. Если фронты погрузки-разгрузки заняты, появляются очереди в ожидании освобождения грузового фронта. Потери на ожидание очереди под погрузку или разгрузку снижают прибыль в работе склада.

Для уменьшения ожидания в очереди транспортных средств необходимо:

- сокращать продолжительность грузовых операций;
- увеличивать перерабатывающую способность грузового фронта;
- увеличивать количество погрузочно-разгрузочных машин;
- увеличивать длину погрузочно-разгрузочного фронта.

Среднее время ожидания в очереди целесообразно рассчитывать методами теории массового обслуживания. Грузовой фронт надо рассматривать как систему массового обслуживания, а автомобили, вагоны, суда - как входящие потоки требований. Обслуживающими аппаратами такой системы будут погрузочно-разгрузочные машины и установки. Если поток входящего под разгрузку или погрузку транспорта будет происходить через равные промежутки времени или интервалы, – это будет регулярный поток, если интервалы входящих транспортных средств меняются, такой поток будем называть пуассоновским или простейшим.

Частота пуассоновского потока определяется выражением

$$P_{\text{к}}=\frac{(\lambda t)^{\kappa}}{\kappa}e^{-\lambda t},$$

где $P_{\text{к}}$ – вероятность того, что в период t на разгрузочный фронт поступает точно $\kappa$ единиц транспортных средств,

$\lambda$ – интенсивность транспортных средств в единицу времени;

$t$ – среднее время ожидания транспортными средствами начала выполнения грузовых операций.

Интенсивность входящего потока транспортных средств на погрузочно-разгрузочный фронт можно определить по формуле:

$$\lambda_{\text{маш}}=\frac{Q_{\text{г}}\kappa_{\text{нер}}}{T_{\text{г}}M^{\text{г}}_{\text{ср}}\kappa_{\text{груз}}}, \qquad (4.4)$$

или

$$\lambda_{\text{маш}} = \frac{Q_{\text{сут}} \kappa_{\text{нерс}}}{T_{\text{с}} M_{\text{ср}} \kappa_{\text{груз}}}, \tag{4.5}$$

где $Q_{\text{г}}$ – годовой грузооборот, т/год; $T_{\text{г}}$ – число дней работы в году;

$Q_{\text{сут}}$ – суточный грузооборот, т/сут; $T_c$ – число часов работы в сутки;

$\kappa_{\text{нерс}}$ – коэффициент суточной неравномерности поступления груза;

$M_{\text{ср}}^{\text{г}}$ – средняя масса партии поступления груза в году, т;

$M_{\text{ср}}$ – средняя масса партии груза в одном транспортном средстве, т.

Система обслуживания грузового фронта может быть однолинейной или многолинейной. В многолинейной системе обслуживания транспортные средства поступают к любому погрузочно-разгрузочному устройству или средству. В однолинейной системе весь поток транспортных средств поступает только к одному устройству или средству.

Интенсивность входящего потока на склад после разгрузки составит

$$M\{Q\}_{\text{приб}} = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i M[M_i] f_{\text{м}}, \text{ т}, \tag{4.6}$$

где $n$ – число транспортных средств доставивших груз; $\lambda_i$ – интенсивность поступления машин с грузом (количество машин в час); $M[M_i]$ – математическое ожидание средней массы партии, привозимой на транспортных средствах на склад; $f_{\text{м}}$ – частота поступления транспортных средств различных грузоотправителей.

Интенсивность выходящего потока груза со склада

$$M\{Q\}_{\text{отпр}} = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i M[M_i] f_0, \text{ Т}. \tag{4.7}$$

где m – число транспортных средств забирающих груз,

$\lambda_i$ – интенсивность поступления транспортных средств, забирающих груз со склада; $M[M_i]$– математическое ожидание средней массы груза отправляемой со склада, т; $f_0$ – частота движения транспортных средств различной клиентуры, по отправлению груза со склада.

## 4.1. Склад грузового комплекса аэропорта

Склад грузового терминала аэропорта (ГКА) характеризуется рядом параметров, в число которых входят суточные грузопотоки по прибывающим и отправляемым грузам, а также грузовместимость. Отсюда следует, что суточный грузооборот склада ГКА составит сумму грузопотоков.

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}}^{\text{приб}} + Q_{\text{сут}}^{\text{отпр}} \tag{4.8}$$

или

$$Q_{\text{сут}} = \sum_{i=1}^{n} Q_{\text{сут}}^{\text{приб}} + \sum_{j=1}^{k} Q_{\text{сут}}^{\text{отпр}}, \tag{4.9}$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{приб}}$ – прибывающий грузопоток грузов по *n* направлениям за время *t*;

$Q_{\text{сут}}^{\text{отпр}}$ – отправляемый поток грузов по *k* направлениям за время *t*.

При этом грузовместимость склада составит

$$E_{\text{ск}} = \sum_{i=1}^{n} Q_{\text{сут}}^{\text{приб}} t_{\text{хр}}^{\text{п}} + \sum_{\text{j}=1}^{\text{k}} Q_{\text{сут}}^{\text{отпр}} t_{\text{хр}}^{\text{о}}, \tag{4.10}$$

где $t_{хр}^{n}$ – время хранения прибывающих на склад грузов;

$t_{хр}^{0}$ – время хранения отправляемых со склада грузов.

Интенсивность входящего потока автомобилей на склад ГТА составит

$$\lambda_{\text{маш}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{приб}} \kappa_{\text{нер}}^{\text{п}}}{m_{\text{ср}}^{\text{п}} T_{\text{с}}^{\text{п}}} \text{ маш.-ч.}, \tag{4.11}$$

где $m_{ср}^{n}$ – ожидаемая средняя масса партии груза, доставляемая на склад ГТА, кг; $\kappa_{нер}^{n}$ – коэффициент суточной неравномерности поступления груза.

$T_{с}^{n}$ – период работы склада по приему груза, ч.

Ценные и особо ценные грузы в настоящее время с целью их сохранности от повреждения и безопасности перевозятся в контейнерах.

Контейнеры с грузом могут поступать различными видами транспорта: морским транспортом в морской порт, по железной дороге на грузовую станцию или воздушным транспортом в аэропорт на грузовой склад или на открытую контейнерную площадку. Доставка груза грузополучателям осуществляется или полными контейнерами, или отдельными грузовыми местами. При доставке грузов отдельными грузовыми местами контейнеры предварительно раз-

гружаются на складе с помощью погрузчиков. Разгрузка контейнеров производится на грузовых фронтах. Расчеты грузовых фронтов складов могут быть выполнены с применением метода имитационного моделирования на ЭВМ.

Блок-схема алгоритма имитационного моделирования разгрузочного фронта склада, арендуемого предприятиями в морском порту, железнодорожной станции, аэропорту, представлена на рис. 4.2. Для этой цели входящий на склад грузопоток и выходящий со склада грузопоток описываются математически с применением математической статистики и теории вероятностей. При формировании исходных данных должны быть определены интервалы прибытия грузов (контейнеров) и количества груза в них. Для моделирования устанавливаются время $t_i$ поступления на фронт разгрузки склада контейнеров с грузом $n_к$, вероятность поступления груза в одном контейнере $P(q_к)$.

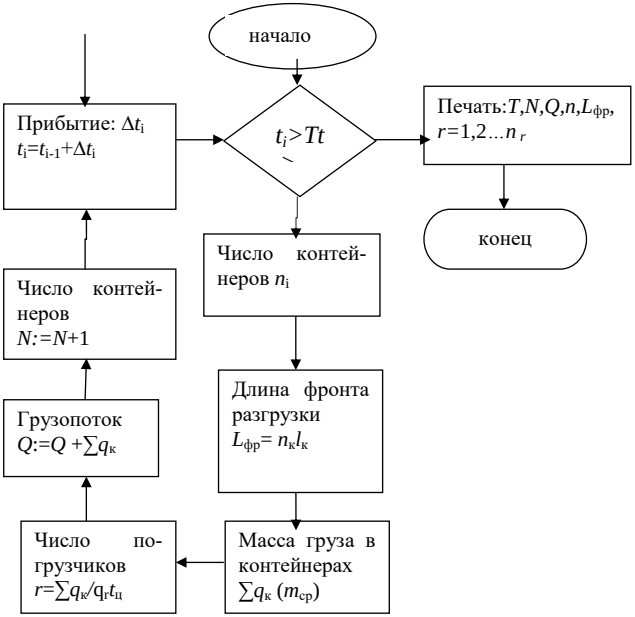



**Рис. 4.2.** Блок-схема алгоритма имитационного моделирования разгрузочного фронта склада, в аэропорту, морском порту, железнодорожной станции

Результатом моделирования будут количество разгруженных контейнеров $N$, число погрузчиков $r$, обеспечивающих количество выгруженного из контейнеров груза $Q$, а также длина разгрузочного фронта $L_{фр}$. .

Интенсивность отправляемого груза в контейнерах автомобилем на склад аэропорта составит

$$\lambda^{\text{о}}_{\text{маш}} = \frac{Q^{\text{отпр}}_{\text{сут}} \kappa^{\text{о}}_{\text{нер}}}{m^{\text{о}}_{\text{ср}} T^{\text{о}}_{\text{с}}}, \qquad (4.12)$$

где $m^0_{cp}$ – ожидаемая средняя масса партии груза отправляемого в аэропорт;

$\kappa^0_{нер}$ – коэффициент суточной неравномерности отправляемого груза;

$T^0_c$ – время работы склада по отправлению груза.

Интенсивность отправляемого потока грузов МТП в адрес ГТА можно определить по формуле

$$M\{Q\}_{\text{приб}} = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i M\{m_{\text{ср}}\} f_м, \text{ т/ч}, \qquad (4.13)$$

где $\lambda_i$ – интенсивность поступающих на склад ГТА автомобилей с грузом;

$f_м$ – частота поступления автомобилей от различных грузоотправителей. Если один грузоотправитель, $f_м$=1.

Площадь приемо-сортировочных, комплектовочных площадок склада ГТА составляет

$$F_{\text{сп}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\kappa_{пi} Q^{\text{сут}}_{\text{отпр}} t^{n}_{хpi}}{P_i}, \qquad (4.14)$$

где $\kappa_{пi}$ – коэффициент неравномерности поступления на сортировку и комплектацию груза; $t^{n}_{хpi}$ – время подготовки всего груза к отправке.

Для подготовки к отправке воздушным транспортом груза на складе ГТА необходимо рассчитать площадь, арендуемую МТП, для комплектации этого груза и его временного хранения.

$$F_{\text{пх}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\kappa_n Q^{\text{сут}}_{\text{пр}} t_{хpi}}{P_i} \qquad (4.15)$$

где $P_i$ – удельная нагрузка на 1 т/м$^2$ полезной площади; $\kappa_п$ – коэффициент, учитывающий площадь для проезда электропогрузчиков, электроштабелеров, тележек; $t_{хpi}$ – время комплектации и временного хранения груза на складе; $Q^{\text{сут}}_{\text{пр}}$ – количество отправляемого груза.

$$Q^{\text{сут}}_{\text{пр}} = Q^{\text{сут}}_{\text{отпр}} \psi \qquad (4.16)$$

где $\psi$ – коэффициент, учитывающий количество груза, отправляемого за рубеж.

Количество мест ($r_м$) для комплектации и сортировки грузов по направлениям определяется по формуле:

$$r_м = \sum_{i=1}^{n} \frac{\kappa_n Q_{отпр}^{сут} t_{хрi}^{n}}{m_{ni}} \tag{4.17}$$

где $m_{ni}$ – масса груза или количество грузовых единиц по $i$-му направлению.

Количество машин для комплектации и сортировки груза по направлению перевозки составит

$$n_м = \sum_{i=1}^{k} \frac{\kappa_n Q_{отпр}^{сут}}{n_{см} П_м t_{см} \kappa_{вр} \kappa_{сн}}, \text{ шт.,} \tag{4.18}$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен работы ГТА в сутки; $t_{см}$ – продолжительность одной смены, ч; $П_м$ – производительность одной машины, т/ч; $\kappa_{сн}$ – коэффициент снижения производительности, $\kappa_{вр}$ – коэффициент снижения рабочего времени, $\kappa_{вр}$=0,8–0,85.

Производительность одной машины, кг/ч,

$$П_м = 3600 m_{ср} / \sum_{i=1}^{k} t_i \tag{4.19}$$

где $m_{ср}$ – средняя масса перерабатываемого груза; $\sum_{i=1}^{k} t_i$ – время цикла, с; $k$– число операций выполняемых машиной.

## СХЕМА ПОТОКА ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ СКЛАД ГКА

Схему потока грузов через склад ТСК можно представить структурно (рис. 4.3) и на фрагментах: воздушное судно стоит у грузового перрона склада (рис. 4.4) и склада, АПК и воздушного судна с грузовым перроном вдали от склада (рис. 4.5)

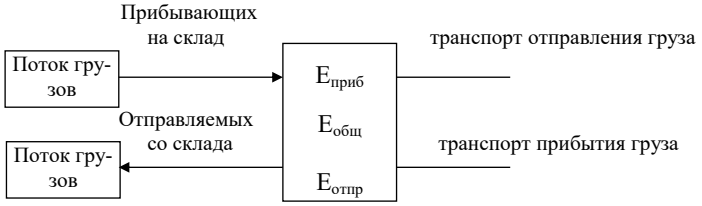



**Рис. 4.3.** Схема потока через склад

Фрагмент склада и воздушного судна у склада представлен на рис. 4.4. Фрагмент склада, АПК и воздушного судна на удалении от склада представлен на рис. 4.5.

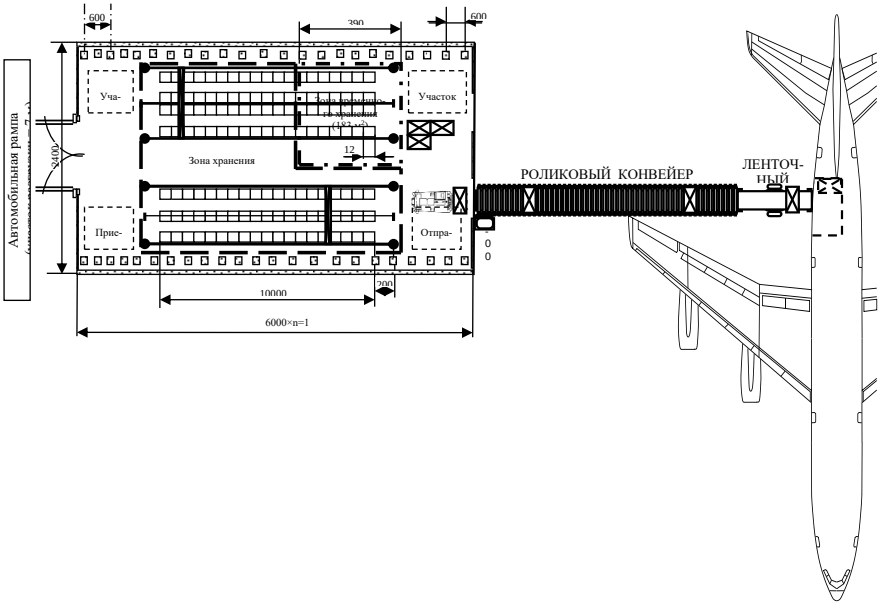



**Рис. 4.4.** Фрагмент склада и воздушного судна у склада

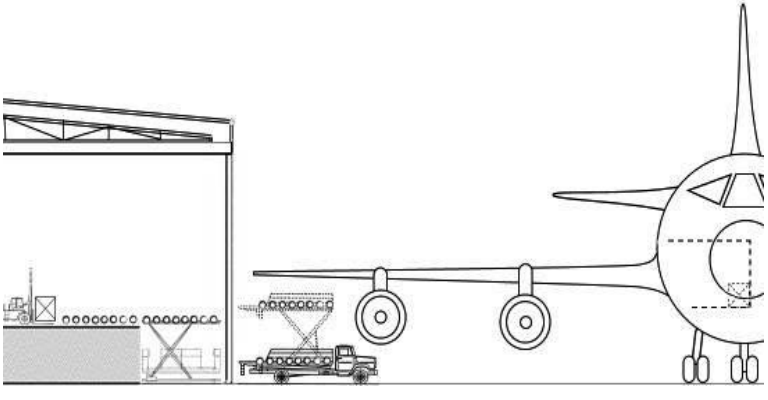


**Рис. 4.5.** Фрагмент склада, АПК и воздушного судна

Складское здание грузового комплекса аэропорта для грузооборота до 30 тыс. т груза в год можно представить на рис. 4.6, а на рис. 4.7 внутреннее помещение склада.

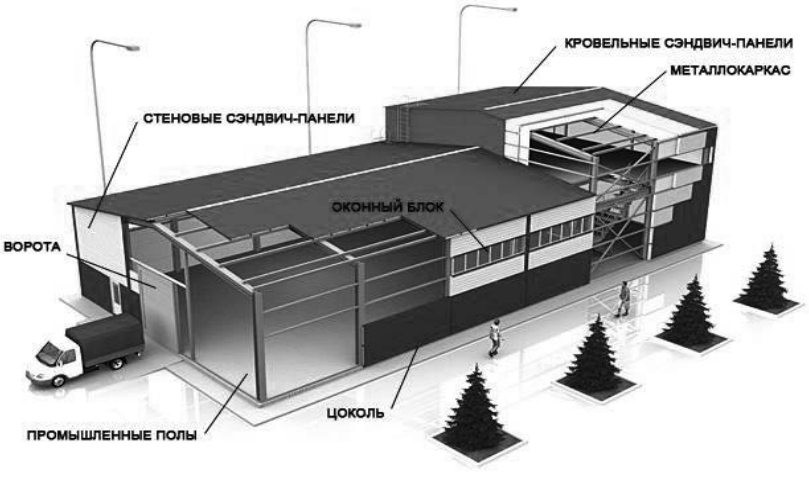



**Рис 4.6.** Складское здание грузового комплекса аэропорта

**Рис 4.7.** Внутренне помещение склада

## 4.2. Цели и задачи грузового комплекса аэропорта

Организационная структура терминала отвечает поставленным перед грузовым комплексом задачам и обеспечивает рациональное выполнение следующих функций:

- поиск клиентов и заключение договоров на обслуживание;
- консультирование, оформление и проверка перевозочной документации;
- хранение груза;
- загрузка, укладка, закрепление груза на ВС;
- принятие груза с ВС;
- обработка почты;
- обеспечение сохранности грузов;
- терминальная обработка грузов.

Для выполнения указанных функций терминал имеет все необходимое оборудование, здания и сооружения. Функционально вся территория грузового комплекса делится на 2 составляющие: коммерческий склад и грузовой двор. Грузовой двор представляет собой прилегающую к складу территорию, с ограждением и контрольно-пропускным пунктом, для движения, стоянки и маневра автотранспорта, размещения средств механизации.

Коммерческий склад – это основное сооружение грузового комплекса, в котором производятся операции по обработке грузов. А именно: осмотр упаковки и маркировка, взвешивание груза, отправка его на ВС, хранение до выдачи получателю, оформление перевозочной документации. В коммерческом складе предусмотрены:

- площади для отправляемых грузов (по направлениям);
- площади для транзитных и трансферных грузов;
- зона досмотра груза;
- автовесовая;
- площади для прибывших грузов;
- помещения для скоропортящихся грузов.

Кроме того, для обеспечения качественной обработки грузов склад оборудован:

- средствами механизации для внутрискладской обработки грузов (транспортеры, тягачи, вилочные погрузчики, электрокары, краны-штабелеры, тележки);
- средствами механизации для осуществления погрузки/выгрузки в/из ВС;
- средствами складского оборудования для размещения и хранения грузов (металлические поддоны различных размеров и стеллажи);
- электронными и шкальными весами для определения массы груза.

Также на территории грузового комплекса размещаются:

- склад опасных грузов;

- контейнерный склад для обработки контейнеров и поддонов, длинномерных грузов и негабаритной техники;
- холодильная камера;
- отапливаемые помещения для грузов;
- склад радиоактивных веществ.

Складирование грузов стеллажное. Обслуживание стеллажей осуществляется с помощью электропогрузчиков.

Например, грузовой комплекс аэропорта «Домодедово» предназначен для перевозки грузов для внутренних нужд и для перевозки внешнеторговых грузов. Доставка грузов на грузовой комплекс и с него осуществляется автомобильным транспортом. Грузовой комплекс аэропорта Домодедово представлен на рис. 4.8.

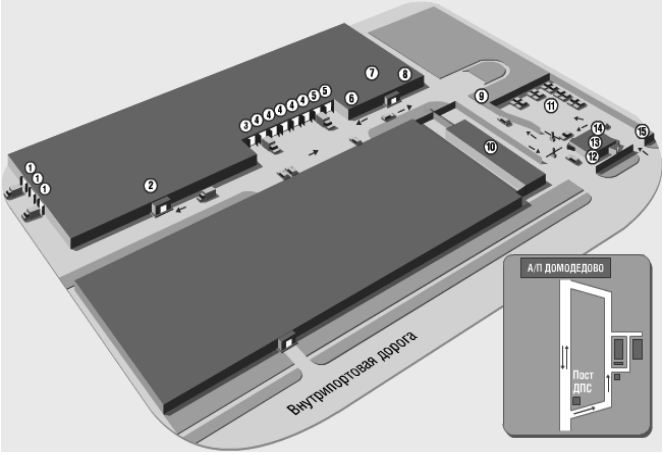
**Грузовой терминал аэропорта Пулково**

Грузовой терминал Пулково – один из первых, финансируемых частным капиталом, крупных проектов в России по совершенствованию системы транспорта и логистики. Организационно-правовая форма предприятия – закрытое акционерное общество. Начавший свою работу 4 марта 2002 года, грузовой терминал предназначен для наземного обслуживания грузов и почты на внутренних и международных авиарейсах, временного складирования грузов в крытых помещениях с предоставлением соответствующих услуг по логистике.

Современный комплекс призван обеспечить самый широкий спектр услуг по обработке грузов и почты, а также удовлетворить возрастающие потребности региона в грузовых авиаперевозках. Обработка любого типа груза в максимально короткие и удобные для клиента сроки с предоставлением соответствующего сервисного обслуживания и обеспечением необходимого уровня безопасности грузовых авиаперевозок – основная задача, стоящая перед терминалом. Организационная структура ЗАО «Грузовой терминал Пулково» состоит из четырех основных служб: Служба маркетинга, продаж и обслуживания клиентов, Служба по коммерческой работе, Производственно-диспетчерская служба и Служба эксплуатации зданий, снабжения, ремонта, эксплуатации средств механизации и Группы внутренней коммуникации.

Производственно-диспетчерская группа подчиняется непосредственно директору и включает в себя 5 подразделений:

- группа технологии и систем качества;
- группа таможенного оформления. Основной задачей этого подразделения является сокращение временных затрат на оформление таможенной документации, а также оформление и учет трансферных грузов;
- отдел обработки грузов, который занимается непосредственно оформлением и обработкой грузов и перевозочной документации;
- группа обработки почты, которая занимается непосредственно оформлением почты;
- группа обслуживания ВС и средств пакетирования.




**1.** Ворота №16, №17 и №18 : Прием грузов (Россия)
**2.** Офисные помещения
**3.** Ворота №8 :
а) Выдача грузов (Россия)
б) Прием экспресс грузов
**4.** Ворота №3 - №7 : Зона обслуживания заказных рейсов
**5.** Ворота №1 и №2 : Прием-выдача международных грузов
**6.**Кассы
**7.** Таможенное оформление
**8.** Ветконтроль
**9.** Место стоянки тележек
**10.** Буфет Павильон каргоагентов
**11.** КЛИЕНТСКАЯ СТОЯНКА
**12.** Обращение к Агенту по ДИиПГ получение документов и пропуска
**13.** Бюро пропусков
**14.** Оформление Заявки грузоотправителя
**15.** Swiss world cargo

**Рис.4.8.** Схема грузового комплекса аэропорта Домодедово

Служба по коммерческой работе грузового терминала подчиняется также непосредственно директору предприятия. В состав службы входят:

- отдел персонала;
- группа безопасности;
- бухгалтерия;
- финансово-экономический отдел;
- юридический отдел;
- отдел автоматических систем и управления.

Служба главного инженера или в настоящее время Служба эксплуатации зданий, снабжения, ремонта, эксплуатации средств механизации подчиняется непосредственно директору терминала и включает в себя 3 группы:

- отдел эксплуатации зданий и сооружений;
- отдел снабжения, ремонта и эксплуатации средств механизации;
- группа автосервиса.

## 4.3. Виды технического оснащения грузовых комплексов аэропортов

Анализ грузовых комплексов аэропортов Москвы и Санкт-Петербурга показывает — в зависимости от величины грузооборота целесообразно сооружение грузового комплекса с годовым грузооборотом не ниже 30 тыс. т в год. Складское здание грузового комплекса аэропорта для грузооборота до 30 тыс. т груза в год со стеллажами, обслуживаемыми электропогрузчиками, – рис. 4.9. Складское здание грузового комплекса аэропорта для грузооборота более 50 тыс. т груза в год со стеллажами, обслуживаемое мостовыми кранами-штабелерами, (рис. 4.10) и стеллажными кранами-штабелерами с грузооборотом более 100 тыс. т в год (рис. 4.11). Схематичное изображение складов с мостовым и стеллажным краном-штабелером представлены на рис. 4.12, 4.13, 4.14.

**Рис. 4.9.** Склад со стеллажами и электропогрузчиком

**Рис. 4.10.** Склад со стеллажами и мостовыми кранами-штабелерами

**Рис. 4.11.** Склад со стеллажами и стеллажными кранами-штабелерами

Автоматизированный склад (вид сверху)

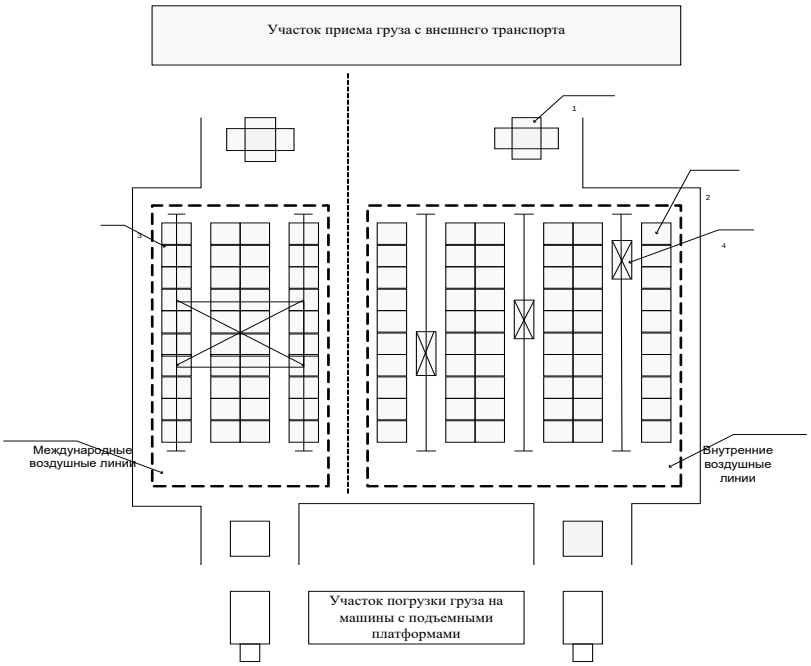



**Рис. 4.12.** Пример транспортно-складского комплекса:

1- рапискан;
2- стеллаж;
3- мостовой кран-штабелер;
4- стеллажный кран-штабелер.

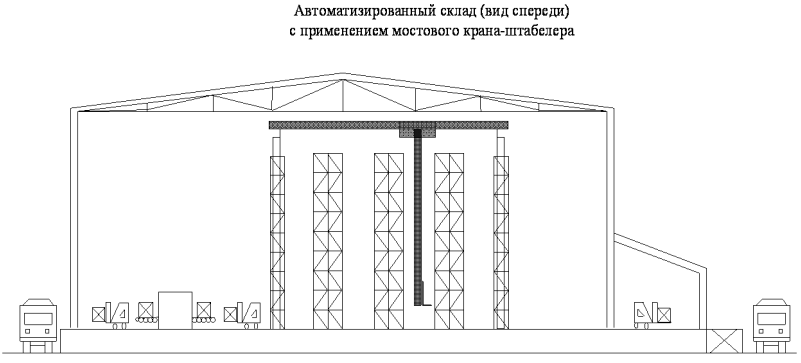



**Рис. 4.13.** Автоматизированный склад (вид спереди) с применением мостового крана-штабелера

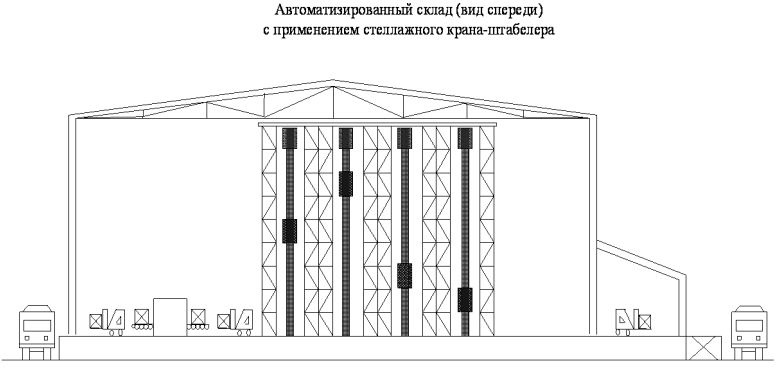



**Рис. 4.14.** Автоматизированный склад (вид спереди) с применением стеллажного крана-штабелера

Взаимодействие склада грузового комплекса аэропорта с автомобильным и воздушным судном при перегрузке груза приведена на рис 4.15 и рис. 4.16.

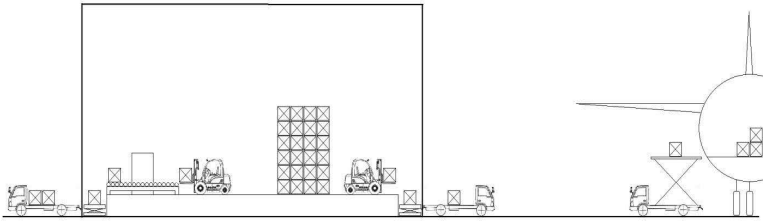


**Рис. 4.15.** Взаимодействие склада грузового комплекса аэропорта с автомобильным и воздушным судном при перегрузке груза

**Рис. 4.16.** Взаимодействие машины с подъемным кузовом с воздушным судном при перегрузке груза

## Пример расчета выбора оптимального варианта средств механизации внутри хранилища

Рассматриваются следующие варианты средств механизации в хранилище склада грузового комплекса аэропорта при годовом грузопотоке 1048 т: мостовой кран-штабелер – стеллажный кран-штабелер.

Варианты выгрузки груза из транспорта: электропогрузчик.

Варианты доставки груза к хранилищу: электропогрузчик.

Величина суточных грузопотоков определяется по формулам, т/сут.:

- по прибытию на склад:

$$Q^{пр}_{сут} = Q_г/T_{пр} * K_{нер.п}, \quad (1)$$

$$Q^{пр}_{сут} = 1048/262 * 1.2 = 4.8 \text{ т/сут.};$$

- по отправлению со склада:

$$Q^{отп}_{сут} = Q_г/T_{отп} * K_{нер.о}, \quad (2)$$

$$Q^{отп}_{сут} = 1048/262 * 1.1 = 4.4 \text{ т/сут.},$$

где $Q_г$ – годовой грузопоток;

$T_{отп}$ – число суток работы склада по отправлению грузов ($T_{отп}$ = 262 дня);

$T_{пр}$ – число суток работы склада по приему грузов ($T_{пр}$ = 262 дня);

$K_{нер.п}$ – коэффициент суточной неравномерности прибытия грузов ($K_{нер.п}$ = 1.2);

$K_{нер.о}$ – коэффициент суточной неравномерности отправления грузов ($K_{нер.о}$ = 1.1).

Расчет интенсивности грузопотоков. Прибытие грузов

1. *Интенсивность первого грузопотока*, когда грузы с внешнего транспорта прибытия поступают на внешний транспорт отправления, транзитом, осуществляя только проверку груза на «Интрагнскопе», минуя хранилище склада, т/сут.:

$$Q^1_{сут} = Q^{пр}_{сут} * \alpha_1, \quad (3)$$

$$Q^1_{сут} = 4.8 * 0.2 = 0.96 \text{ т/сут.},$$

где $\alpha_1$ – доля прибывших грузов, которая после разгрузки с внешнего транспорта прибытия поступает на внешний транспорт отправления ($\alpha_1$ = 0.1 – 0.2).

2. *Интенсивность второго грузопотока* (внешний транспорт прибытия – участок временного хранения прибывших грузов на складе), т/сут.:

$$Q^2_{сут} = Q^{пр}_{сут} * \alpha_2, \quad (4)$$

$$Q^2_{сут} = 4.8 * 0.1 = 0.5 \text{ т/сут.},$$

где $Q^{пр}_{сут}$ – расчетный суточный грузопоток прибытия грузов на склад;

$\alpha_2$ – доля грузов, поступающих сначала на участок временного хранения ($\alpha_2$ ~ 0.1).

3. *Интенсивность третьего грузопотока*, когда грузы с внешнего транспорта поступают в зону хранения, т/сут.:

$$Q^3_{сут} = Q^{пр}_{сут} – Q^1_{сут} – Q^2_{сут} = Q^{пр}_{сут} – Q^{пр}_{сут}*\alpha_1 – Q^{пр}_{сут}*\alpha_2 = Q^{пр}_{сут} (1 – \alpha_1 – \alpha_2), \quad (5)$$

$$Q^3_{сут} = 4.8 – 0.96 – 0.5 = 4.8 – 4.8*0.2 – 4.8*0.1 = 3.34 \text{ т/сут.}$$

4. *Интенсивность четвертого грузопотока*, когда грузы с участка временного хранения поступают в зону хранения:

$$Q^4_{сут} = Q^2_{сут} – Q^{пр}_{сут}*\alpha_2, \quad (6)$$

$$Q^4_{сут} = 0.5 – 4.8*0.1 = 0.2 \text{ т/сут.}$$

***Отправление грузов***

Интенсивность грузопотоков по отправлению ведется по следующим формулам.

5. *Интенсивность пятого грузопотока*, формирующегося, когда груз зоны хранения поступает на участок временного хранения перед отправкой, т/сут.:

$$Q^5_{сут} = Q^{от}_{сут} * \beta_1, \quad (7)$$

$$Q^5_{сут} = 4.4 * 0.8 = 3.52 \text{ т/сут.},$$

где $Q^5_{сут}$ – расчетный суточный грузопоток отправляемых грузов, т/сут.;

$\beta_1$ – доля груза, выдаваемая со склада с предварительной комплектацией и подготовкой к отправке ($\beta_1$ = 0.8 – 0.9). [10]

6. *Интенсивность шестого грузопотока*, образующегося на участке зоны временного хранения – погрузочный участок – погрузка грузов на внешний транспорт, т/сут.:

$$Q^6_{сут} = Q^5_{сут} = Q^{от}_{сут} * \beta_1, \quad (8)$$

$$Q^6_{сут} = 3.52 = 4.4*0.8 = 3.52 \text{ т/сут.}$$

7. Интенсивность седьмого грузопотока, формирующегося на участке зоны хранения – погрузочный участок – погрузка на внешний транспорт, т/сут.:

$$Q^7_{сут} = Q^{от}_{сут} – Q^6_{сут} – Q^2_{сут}$$

или

$$Q^7_{сут} = Q^{от}_{сут} – Q^{пр}_{сут}*\alpha_2 - Q^{от}_{сут}*\beta_1, \quad (9)$$

$$Q^7_{сут} = 4.4 – 3.52 – 0.5 = 0.4 \text{ т/сут.}$$

или

$$Q^7_{сут} = 4.4 – 4.8*0.1 – 4.4*0.8 = 0.4 \text{ т/сут.}$$

Определение параметров участков хранения грузов

Масса груза в транспортно-складском пакете, т, уложенного на поддоне стандартных размеров, определяется по формуле:

$$M_{гр} = l * b * h * \Psi * \rho, \quad (10)$$

где $l$ – длина поддона;

$b$ – ширина поддона;

$h$ – высота укладки груза на поддоне, м ($h$ = 0.8 – 1.0 м);

$\Psi$ – коэффициент заполнения объема поддона грузом ($\Psi$ = 0.6 – 0.9);

$\rho$ – плотность груза, т/м$^3$ (принимается $\rho$ = 0.2 – 0.8 т/м$^3$).

$$M_{гр} = 1.2 * 0.8 * 1 * 0.9 *0.7=0.605 \text{ т}$$

Запас хранения (вместимость склада) можно определить согласно формуле, т:

$$E = Q_г*T_{хр}/T, \quad (11)$$

$$E = 1048*7/262 = 28 \text{ т},$$

где $Q_г$ – годовой грузооборот склада, т;

$T_{хр}$ – нормативный срок хранения грузов на складе;

$T$ – количество дней в году по приему груза.

Число грузовых складских единиц (пакетов, поддонов с грузом), которые должны помещаться в зоне хранения грузов, шт., можно определить согласно формуле

$$R = E/M_г, \quad (12)$$

$$R = 28/0.605 = 46 \text{ груз. единиц.}$$

При стеллажном хранении грузов определяется высота яруса стеллажей:

$$h_я = h_г + h_п + c, \quad (13)$$

$$h_я = 1 + 0.15 + 0.1 = 1.25 \text{ м},$$

где $h_г$ – высота груза на поддоне;

$h_п$ – высота поддона;

$c$ – зазор между полкой стеллажа и пакетом груза ($c$ = 0.1 м).

Число ярусов в стеллажах по высоте зоны хранения зависит от высоты

подъема грузозахвата штабелирующей машины:

$$Z = (H_п – 0.2 – h_н)/h_я, \quad (14)$$

где $H_п$ – высота подъема грузозахвата штабелирующей машины над полом склада, м; Для мостового крана-штабелера:

$$Z = (5.25 – 0.2 – 0)/1.25 = 4 \text{ яруса;}$$

Для стеллажного крана-штабелера:

$$Z = (6.8 – 0.2 – 0.7) / 1.25 = 5 \text{ ярусов.}$$

$h_н$ – расстояние по высоте от пола склада до уровня первого яруса стеллажей, м.

Высота здания склада от пола до низа стеллажных конструкций:

$$H_x = (Z – 1)\, h_я + h_н + h_в\,, \quad (14)$$

где $h_в$ – расстояние от уровня последнего (верхнего) яруса стеллажей до низа ферм перекрытий здания, м;

для МКШ $h_в$ = 1,8 - 2.

$$H_x = (4\text{-}1)\ 1.25 + 0 + 1{,}8 = 6 \text{ м},$$

Для СКШ $h_в$ = 0 - 2.

$$H_x = (5\text{-}1)\ 1.25 + 0.7 + 1 = 7 \text{ м}.$$

Число грузовых складских единиц по ширине зоны хранения грузов при стеллажном хранении:

$$n_{хш} = B_х/[B_{пр} + 2\ (b + c_ш)],\qquad (16)$$

$$n_{хш} = 5.1 / (1.2+0.5) + 2\ (1.2 + 0.5) = 1 \text{ ед.},$$

где $B_х$ – размер по крайним боковым стенкам стеллажей (для МКШ $B_х$ = 5.1 м);

$B_{пр}$ – ширина продольного прохода между стеллажами;

$b$ – ширина поддона;

$c_ш$ – зазор между поддоном и задней стенкой стеллажа.

Для СКШ: $B_х = B_з - \Delta b$; $B_з$ = 12м.

$$n_{хш} = 11.8 / (1.2+0.2) + 2\ (1.2 + 0.5) = 2 \text{ ед.}$$

Число грузовых складских единиц, размещаемых по длине зоны хранения:

$$n_{хд} = R/n_{хш}n_{пв}\ ,\qquad (17)$$

где $R$ – общее число поддонов с грузом в зоне хранения;

$n_{хш}$ – число поддонов по ширине зоны хранения;

$n_{пв}$ – число поддонов по высоте хранения.

$$n_{пв} = (H_{пв} – h_н)/\ h_я$$

для МКШ

$$n_{пв} = (5.25 – 0)/1.3=5 \text{ ед.}$$

для СКШ

$$n_{пв} = (6.8– 0.7)/1.3=5 \text{ ед.}$$

для МКШ

$$n_{хд} = 46/1*5 = 9 \text{ ед.};$$

для СКШ

$$n_{хд} = 46/2*5 = 5 \text{ ед.}$$

Длина стеллажа в зоне хранения:

$$L_{сх} = (l_д + b_с)*n_{хд} + b_с,\qquad (18)$$

где $l_д$ – длина полки стеллажа между двумя стойками;

$n_{хд}$ – число полок стеллажа;

$b_с$ – ширина стойки стеллажа.

$$L_{сх} = (2.7 + 0.05)*9 + 0.05 = 24 \text{ м};$$
$$L_{сх} = (2.7 + 0.05)*5 + 0.05 = 14 \text{ м}.$$

Длина стеллажной зоны хранения грузов на складе, м:

$$L_х = L_{сх} + l_1 + l_2\ ,\qquad (19)$$

где $l_1$ – размер по длине зоны хранения на выход штабелирующей машины из стеллажей со стороны приема-выдачи грузов, м;

$l_2$ – по длине зоны хранения на выход штабелирующей машины из стеллажей с тупиковой стороны хранилища, м. [10]

$$L_x = 24 + 3 + 2 = 29 \text{ м};$$

$$L_x = 14 + 2.5 + 2 = 19 \text{ м}.$$

Расчет рабочих площадей склада

Рабочая площадь склада:

$$F_{раб} = E_{ср}/q_{ср}*h_{ск}*\alpha\ , \qquad (20)$$

где $E_{ср}$ – вместимость склада;

$\alpha$ – коэффициент использования площади склада;

$h_{ск}$ – высота складирования груза;

$q_{ср}$ – равномерно распределенная нагрузка на 1 м$^2$.

$$q_{ср} = M_{гр}/S = 0.605/0.96 = 0.63 \text{ т/м}^2$$

$$F^{МКШ}_{раб} = 28/0.63*5.25*0.8 = 10.6 \text{ м}^2$$

$$F^{СКШ}_{раб} = 28/0.63*6.8*0.8 = 8.2 \text{ м}^2$$

Определение участка временного хранения

Площадка участка временного хранения, м$^2$, определяется по формуле:

$$F_{вх} = Q^{пр}_{сут}*(T^{пр}_{вх} + T^{от}_{вых})/n_п*Z_{вх}*M_г*k_{ис}\ , \qquad (21)$$

где $Q^{пр}_{сут}$ – средний суточный грузопоток прибытия грузов, т/сут;

$T^{пр}_{вх}$ – срок временного хранения прибывающих грузов ($T^{пр}_{вх}$ = 1 сут.);

$T^{отпр}_{вых}$ – время отправляемых со склада грузов, сут. ($T^{отпр}_{вых}$ = 1 сут.);

$n_п$ – число поддонов приходящихся на 1 м$^2$ при складировании на 1 ярус по высоте ($n_п$ = 0.6);

$Z_{вх}$ – число ярусов по высоте;

$M_г$ – нагрузка на пол от одного поддона;

$k_{ис}$ – коэффициент использования площади ($k_{ис}$ = 2.5).

$$F_{вх} = 4.8*(1 + 1)/0.6*4*0.605*2.5 = 2.64 \text{ м}^2;$$

$$F_{вх} = 4.8*(1 + 1)/0.6*5*0.605*2.5 = 2.12 \text{ м}^2.$$

Определение потребного количества подъемно-транспортного оборудования

Необходимое количество подъемно-транспортных машин $n$, шт., следует рассчитать по формуле:

$$n = \sum_1^i \frac{Q^n_{сут}}{T*П_ц*k_{вр}}\ , \qquad (22)$$

где $Q^n_{сут}$ – среднесуточная переработка, т/сут;

$T$ – время работы машин, ч;

$П_ц$ – производительность, т/ч;

$i$ – количество видов работ (этапов), в которых используется машина данного вида;

$k_{вр}$ – коэффициент использования машины во времени ($k_{вр}$ = 0.8-0.9).

Время цикла работы МКШ:

$$T_ц = t_1 + 2l_{ср}/V_м + 2l_г/V_г + t_2, \qquad (23)$$

$$T_ц = 15 + 2*5.1/0.83 + 2*5.1/0.33 + 15 = 73.2 \text{ с},$$

где $t_1$ – время захвата груза ($t_1$ = 15-20 с);

$l_{ср}$ – среднее расстояние передвижения моста крана, м;

$l_г$ – среднее расстояние передвижения тележки крана, м;

$V_м$ – скорость передвижения моста крана, м/с;

$V_г$ – скорость передвижения тележки, м/с;

$t_2$ – время установки груза в конце цикла ($t_1 = t_2$ = 15-20 с).

Время цикла работы стеллажного крана-штабелера:

$$T_ц = t_1 + 2l/V_д + 2H_1+2H_2/V_п + t_2, \quad (24)$$

$$T_ц = 15 + 2*1.2/2+2*1.2 + 2*1.25/0.4 + 15 = 40 \text{ с},$$

где $t_1$ – время захвата груза в начале цикла;

$t_2$ – время установки груза в конце цикла;

$H_1$ – средняя высота подъема вилочного грузозахвата при подъеме груза в начале цикла;

$H_2$ – средняя высота подъема в конце цикла;

$V_п$ – скорость подъема;

$V_д$ – скорость передвижения.

Производительность машины циклического действия $П_ц$, т/ч, определяется по формуле:

$$П_ц = 3600*M_г/T_ц, \quad (25)$$

$$П_{ц1} = 3600*0.605/73.2 = 29.8 \text{ т/ч}$$

$$П_{ц2} = 3600*0.605/40 = 54.5 \text{ т/ч},$$

где $M_г$ – количество груза на поддоне,

$T_ц$ – средняя продолжительность цикла машины, с.

$$n = 4.6/6*29.8*0.8 = 1 \text{ шт.};$$

$$n = 4.6/6*40*0.8 = 1 \text{ шт.}$$

## Определение величины капитальных вложений

В состав затрат $K_o$ перегрузочного процесса входят размер капиталовложений, необходимых для сооружения машин, или отчислений на их эксплуатацию. Смета капитальных вложений приведена в табл. 1. [5]

*Таблица 1*

**Смета капитальных вложений**

| Наименование оборудования | Количество единиц, $n$ | Стоимость единицы, руб. $K_o$ | Ссылка на прайс-лист |
|---|---|---|---|
| Мостовой кран-штабелер | 1 | 553 400 | http://www.ptcomplex.spb.ru/17/ |
| Стеллажный кран-штабелер | 1 | 777 000 | http://rasklad.net/stellazhnyj-kran/ |
| Электропогрузчик | 1 | 320 000 | http://www.ntk-forklift.ru/ |

**Определение расходов на амортизацию и текущий ремонт оборудований и сооружений**

Вследствие физического или морального износа механическое оборудование с течением времени приходит в негодность. Для капитального ремонта или приобретения нового оборудования производятся ежегодные отчисления, называемые амортизационными.

$$Э_{ам} = \sum_1^i k_i(A_0 + B_0) * \Psi * 0.01 \ , \qquad (26)$$

$$Э_{ам} = 166\ 020 + 233\ 100 + 96\ 000 = 495\ 120 \text{ руб.},$$

где $k_i$ – стоимость отдельных машин и сооружений;

$A$ – действительный процент ежегодных отчислений;

$B_m$ – действительный срок службы.

Подсчет расходов на амортизацию и ремонт следует свести в табл. 2.

*Таблица 2*

**Ведомость подсчета расходов на амортизацию и текущий ремонт оборудования и сооружений**

| Объект | Стоимость объектов, $к_i$ | % отчислений | | Суммарный % $(A_0+b_0)*\Psi$ | Сумма, $k_i(A_0+b_0)*\Psi$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | На амортизацию, $A_0$ | На текущий ремонт, $b_0$ | | |
| МКШ | 553 400 | 20 | 10 | 0.3 | 166 020 |
| СКШ | 777 000 | 20 | 10 | 0.3 | 233 100 |
| ЭП | 320 000 | 20 | 10 | 0.3 | 96 000 |

**Определение расходов на содержание рабочих и служащих, занятых в перегрузочном процессе**

Расходы на содержание рабочей силы складываются из расходов по заработной плате персонала, непосредственно обслуживающего механизмы (повременная оплата труда), а также расходов по заработной плате рабочих, находящихся на сдельной оплате труда.

В соответствии с принятым оборудованием определяются расстановка рабочей силы, категории рабочих и их количество в 1 смену. После этого составляется сводная ведомость с указанием категорий, количества и оплаты персонала (табл. 3). [5]

*Таблица 3*

**Ведомость подсчета заработной платы персонала, находящегося на повременной оплате труда**

| Профессия (должность) | Фактический штатный состав, чел | | | Расчетный списочный состав, чел | Зарплата, руб. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | смена | | всего | Непр. раб. нед., k=1.42 | На одн. рабоч. в месяц | На списоч. состав в мес. | На списоч. состав в год |
| | I | II | | | | | |
| Оператор склада I | 2 | 2 | 4 | 2.84 | 15000 | 60000 | 720000 |
| Оператор склада II | 2 | 3 | 5 | 2.84 | 15000 | 75000 | 900000 |
| Старший оператор | 1 | 1 | 2 | 2.84 | 20000 | 40000 | 480000 |

$$Э^{э}_{раб} = Z^{п}_{р} * З^{п}_{р} * k_{н} * k_{д}, \quad (27)$$

$$Э_{раб} = 720000 + 900000 + 480000 = 2100000 \text{ руб.},$$

где $Z^{п}_{р}$ – численность работающих, чел.;

$З^{п}_{р}$ – зарплата персонала, руб.;

$k_{н}$ – коэффициент, учитывающий расходы на отпуск, соцстрах и т.д.;

$k_{д}$ – коэффициент, связанный с инфляционными процессами.

## Определение расходов на электроэнергию, топливо и смазку

Расходы на электроэнергию, топливо и смазку, потребляемые подъемно-транспортным и механическим оборудованием установок, подсчитываются в зависимости от количества часов работы данного агрегата, нормы расхода топлива или электроэнергии и стоимости 1 т горючего или 1 кВт/ч электроэнергии.

Определение расходов на электроэнергию или горючее, руб., для одной машины можно произвести по формуле:

$$Э_{эн} = T_{ф} * q * p, \quad (28)$$

Для МКШ: $Э_{эн} = 1572*8.8*3.53 = 48\,833$ руб.,

Для СКШ: $Э_{эн} = 1572*6.4*3.53 = 35\,515$ руб.,

где $T_{ф}$ – фактическое число часов работы механизма в год;

$q$ – расход энергии на 1 час работы механизма;

$p$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии.

Расход энергии на освещение рабочей площади

$$Э_{осв} = F*b*T_{осв}*P_{осв}*0.001, \quad (29)$$

$$Э_{осв} = 117.3*5*2600*3.53*0.001 = 53\,829 \text{ руб.},$$

где $F$ – освещаемая площадь, м$^2$;

$b$ – норма расхода мощности ($b$ = 5 Вт/м$^2$);

$T_{осв}$ – число часов освещения в течении года ($T_{осв}$ = 2600 ч);

$P_{осв}$ – стоимость 1 кВт/ч.

Себестоимость переработки груза

$$C = Э_{год}/Q_{год}$$

Для МКШ: $C$ = 2 769.2 руб./т

Для СКШ: $C$ = 3 053 руб./т

Для сравнения вариантов и выбора наиболее рационального из них, целесообразно заполнить табл. 4. [5]

*Таблица 4*

**Сравнение вариантов механизации перегрузочных работ**

| № п/п | Наименование | МКШ | СКШ | Ед. измерения |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Грузооборот | 1048 | 1048 | т/год |
| 2 | Емкость склада | 28 | 28 | т |
| 3 | Капитальные вложения | 553 400 | 777 000 | руб. |
| 4 | Годовые эксплуатационные расходы: | | | |
| | - на амортизацию и ремонт | 166 020 | 233 100 | руб. |
| | - на электроэнергию | 48 833 | 35 515 | руб. |
| | - на освещение | 53 829 | 53 829 | руб. |
| | - на зарплату | 2100000 | 2100000 | руб. |
| 5 | Численность персонала | 11 | 11 | чел. |
| 6 | Себестоимость переработки груза | 2 769.2 | 3 053 | руб./т |

Вывод: так как себестоимость переработки груза с использованием стеллажного крана-штабелера превышает себестоимость переработки груза мостового крана-штабелера при небольшом годовом грузообороте, поэтому целесообразно в хранилище установить мостовой кран-штабелер.

# 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА АЭРОПОРТА

## Структура управления ТСК аэропорта

При создании ТСК прежде всего следует определиться с его структурой управления. Структура управления ТСК полагает наличие двух блоков (рис.5.1): управления, исполнения.

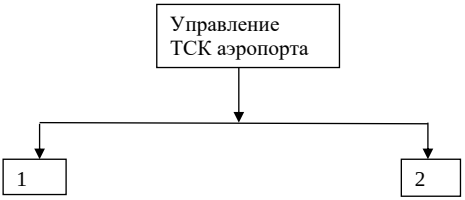



**Рис. 5.1.** Структура управления ТСК: 1– блок управления;2– блок исполнения.

Более подробно примерную структуру можно представить в виде схемы (рис. 5.2). В зависимости от числа сотрудников меняются и блоки управления, они могут расширяться или совмещаться в зависимости от количества сотрудников.

Минимальное количество сотрудников рассчитывается в зависимости от вида грузовых работ. Количество сотрудников зависит от ряда показателей:

$$Kc = f(Q, N_м, N_{скл}, N_{тс}, N_{ос}, З_р),$$

где $Q$ – количество перевозимого груза;
$N_м$ – количество перегрузочныхых машин;
$N_{скл}$ – наличие, количество и вид складов;
$N_{тс}$ – наличие транспортных средств;
$N_{ос}$ – вид и техническая оснащенность складов;
$З_р$ – стоимости выполняемой работы.

В блоке исполнения могут работать временно привлеченные работники.

Алгоритм расчета количества работников можно представить в следующем виде:

$$K_c = d + \sum_{i=1}^{к} K_i + \sum_{J=1}^{r} K_j, \qquad (5.1)$$

где $d$ – руководитель предприятия (главный менеджер);

*к* – количество категорий работников блока управления $K_i$;

*r* – количество категорий работников блока исполнения $K_j$;

Штат работников ТСК целесообразно формировать исходя из вида логистических услуг и объёма выполняемой работы. К виду работ следует отнести:

- поиск клиентуры, *r*1;
- заключение договоров с транспортным предприятием на получение груза, *r*2;
- заключение договоров на доставку груза потребителю, *r*3;
- таможенные услуги, если грузы поступают из-за рубежа, *r*4;
- организацию погрузочно-разгрузочных работ, *r*5;
- организацию временного хранения груза на складе, *r*6;
- транспортные работы и другие виды, *r*7.

Для ТСК целесообразно, чтобы работники могли совмещать несколько видов работ, получая при этом дополнительные доплаты к установленному тарифу.

$$З_p = З_T + \sum_{i=1}^{r} k_i \quad , \qquad (5.2)$$

где $З_т$ – тариф, руб.;

*r* – виды повышающих коэффициентов, добавляемых к тарифу;

$k_i$ – значения повышающих коэффициентов.

Максимальное число повышающих коэффициентов в идеальном случае будет $k_i = r1r2r3r4r5r6r7$.

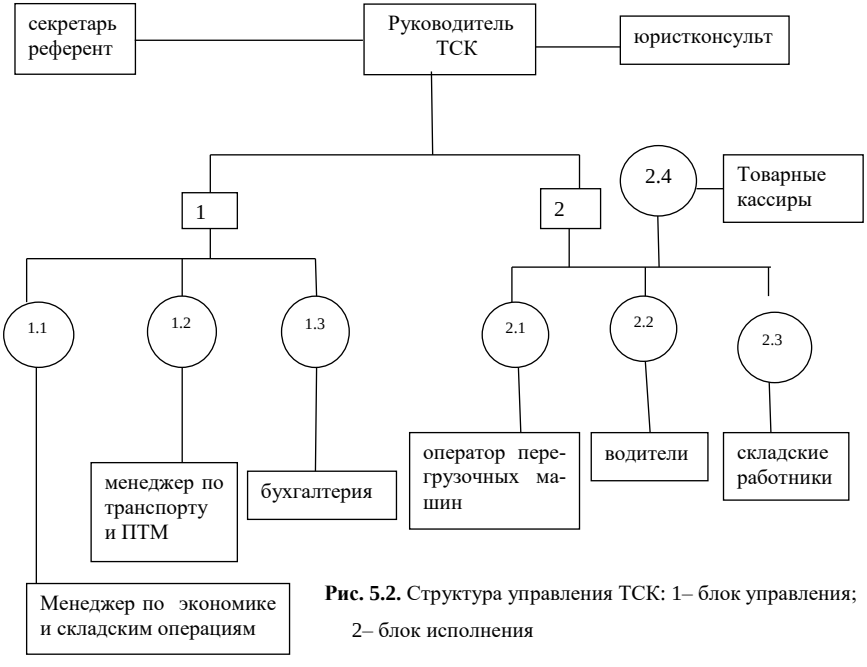



**Рис. 5.2.** Структура управления ТСК: 1– блок управления; 2– блок исполнения

Эффективную работу транспортно-складского комплекса и складов транспортного предприятия, производственного предприятия, дистрибуционного центра можно оценить критерием оптимальности работы транспортно-складского комплекса (склада), руб/т

$$Э = \frac{\sum_{i=1}^{K} З_i}{ПТ}, \rightarrow \min \quad , \qquad (5.3)$$

где $\sum_{i=1}^{K} З_i$ сумма затрат на выполнение транспортно-складских операций, руб; $П$ – производительность внутрискладского подъемно-транспортного оборудования, т/ч; $Т$ – время работы склада, ч;

Производительность транспортно-складского процесса определяется по формуле

$$П = \frac{Q_{сут}^{расч} к_{нер}}{Тn_{м}}, \qquad (5.4)$$

где $n_м$ – количество подъемно-транспортных машин, работающих на складе, шт.

## Методы формирования прибыли ТСК

Математическое ожидание прибыли ТСК формируется как разность математического ожидания дохода и математического ожидания затрат, в число которых входят также выплата налогов в государственный бюджет.

$$M\{П_j\} = M\{D_j\} - M\{З_{эj}\} - M\{\sum_{j=1}^{r_j} З_{нj}\}, \qquad (5.5)$$

где $D_j$ –математическое ожидание дохода, получаемого за непосредственную перевозку груза от магистрального грузоперевозчика до грузополучателя; $З_{эj}$ – математическое ожидание эксплуатационных расходов на выполнение работы ТСК; $З_{нj}$ – математическое ожидание налогов в бюджет государства и другие; $r_j$ – виды налогов.

**Пример**. ТСК получает груз в контейнере с воздушного судна за время $t_н$ и за время $t_к$ доставляет груз потребителям.

В условиях рынка необходимо обеспечить реализацию системного подхода по основным элементам производства, создающего прибыль:

– система управления кадровым составом ТСК;
– система управления производственной деятельностью ТСК;
– технология и организация реализация услуг потребителям при доставке грузов;
– экономия энергоресурсов.

В общем виде работа ТСК основывается на принципах логистики.

Одним из важнейших видов работы ТСК – это поиск клиентуры и грузов.

Наличие потребителей (продукции) грузов можно выразить в виде

$$P_{min} \le P \le P_{max} \qquad (5.6)$$

В доходную часть транспортного предприятия следует отнести такие составляющие:

– разгрузка транспортных средств на фронте разгрузки груза;
– прием груза на ответственное хранение;
– оформление транспортной и складской накладной и других документов, которые составляются совместно с потребителями транспортной продукции;
– хранение груза на складе сверх нормативного срока;
– формирование транспортных пакетов и погрузочных единиц, сокращаю-

щих простой транспортных средств под погрузочными операциями;

– погрузка сформированного груза, транспортного пакета или погрузочных единиц на транспортное средство;

– при необходимости исправление упаковки груза или его переупаковка;

– штриховое кодирование вновь переупакованных грузов;

– проверка грузов на отсутствие в них к перевозке запрещенных изделий рентгеноскопическим способом.

Доход можно определить воспользовавшись следующей формулой

$$Д_i = \delta E з_x + (Q_{сут}^{разг} з_p t_p + Q_{сут}^{погр} з_n t_n + \gamma Q_{сут}^{погр} з_ф t_ф + n_{чел} з_д t_д) t_г, \quad (5.7)$$

где $\delta$ – оборачиваемость склада;

$E$ – вместимость склада (запас хранения груза на складе), т;

$з_x$ – стоимость хранения груза на складе, руб;

$з_p$ – стоимость разгрузки, руб;

$з_n$ – стоимость погрузки, руб;

$з_ф$ – стоимость формирования погрузочных единиц, руб;

$з_д$ – стоимость работ по оформлению документов, тариф, руб;

$t_p$ – количество часов в сутки чистого рабочего времени при разгрузке;

$t_г$ –количество рабочих дней в году;

$t_n$ –количество часов в сутки чистого времени при погрузке груза на внешний транспорт;

$t_ф$ –время формирования погрузочных единиц, ч;

$t_д$ –время оформления приемо – отправочных и складских документов;

$\gamma$ – коэффициент, учитывающий количество груза предназначенное для формирования погрузочных единиц;

$n_{чел}$ – количество обслуживающего персонала, занятого оформлением приемо - отправочных и складских документов;

Оборачиваемость склада приведена в формуле 5.8.

Например, склад работает круглосуточно, а число дней хранение груза составляет 5 сут, тогда

$$\delta = \frac{365}{5} = 73 \quad (5.8)$$

Определение затрат $\sum_{i=1}^{K} з_i$ приведено в разд. 7.2 [5].

# 6. ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СОСТОЯНИЕМ СКЛАДОВ

## 6.1. Виды складов и складских помещений, подлежащих техническому надзору

В зависимости от вида хранимых материалов, изделий и требований, предъявляемых к их хранению, склады подразделяют на три группы: открытые, полузакрытые, закрытые. В отдельную группу входят склады специальной конструкции.

**Открытые склады** — это площадки с различными по роду и крепости покрытиями (грунтовые, щебеночные, деревянные, мощенные брусчаткой, асфальтовые, бетонные) и небольшим наклоном для отвода сточных вод.

На открытых площадках хранят разнообразные виды неупакованных, массовых и навалочных грузов, которые не боятся атмосферных осадков и перепадов температуры. Иногда, их используют для кратковременного хранения некоторых видов сырья и материалов, номенклатуру которых можно увеличить за счет применения различных полиэтиленовых и других покрытий.

Различают площадки-эстакады и площадки-платформы для кратковременного (продовольственные товары) или длительного хранения материалов. Они предназначены для открытого хранения грузов в местах их перевалки с одного вида транспорта на другой, а также на железнодорожных станциях.

**Полузакрытые склады** представляют собой навесы двух видов: без стен с крышей на столбах и со стенами, возведенными с наветренных сторон.

**Навесы** предназначены для хранения разнообразных упакованных и неупакованных грузов и тары, не боящихся перепадов температуры.

Навесы, возведенные для возможности обработки грузов, поступающих и отправляемых железнодорожным и автомобильным транспортом, с обеих сторон оснащаются платформами (рампами):

– железнодорожной, высотой 1,1 м от головки рельса,

– автомобильной, высотой не менее 0,9 м.

Указанные высоты, соответствующие отметкам уровней полов железнодорожного вагона и кузова грузового автомобиля, обеспечивают беспрепятственный въезд электропогрузчиков и грузовых тележек во внутрь вагона и на автомобиль.

Навесы бывают односкатными и двухскатными с высотой 4 — 6 м, длиной — до 100 м.

Стены навеса должны иметь деревянную обшивку, ограждающую работающих от порывов ветра, дождя и солнца.

**Закрытые склады** — это изолированные от внешних воздействий помещения, в которых хранят ценные и особо ценные грузы.

В закрытых складах хранят продовольственные и непродовольственные товары, тарно-упаковочные грузы и др. ценные грузы. Склады подразделяются на одноэтажные, двухэтажные изредка многоэтажные- производственные. Эти типы

складов могут быть отапливаемые и не отапливаемые (утепленные и не утепленные), а также рефрижераторные.
В отапливаемых складах в качестве продовольственных товаров хранят сахар, сухофрукты, плодоовощные консервы, пищевые концентраты, кондитерские изделия, др. товары.

## 6.2. Надзор за техническим состоянием складских помещений

*Санитарно-технические устройства складов*

Санитарно-технические устройства складов включают отопление, вентиляцию, водоснабжение, канализацию и искусственное освещение. Высотные стеллажные склады, обслуживаемые стеллажными кранами-штабелерами освещения не требуют.

*Отопление*. В складах применяется, как правило, центральное отопление.
В зависимости от теплоносителя центральное отопление бывает водяным, паровым и воздушным с подводом тепла из котельных собственных или смежных предприятий (иногда из теплосиловых и «горячих» цехов заводов).
Как правило, на складах применяется водяное отопление, реже паровое или воздушное, так как они менее равномерны и создают повышенную сухость воздуха. В основном на складах устанавливают радиаторы отопления с гладкой поверхностью. Они более гигиеничны, чем радиаторы с ребристой поверхностью, так как не задерживают пыли, что особенно важно для продовольственных складов, а также складов точных приборов и ценных материалов.

В настоящее время распространен такой вид отопления, как кондиционирование воздуха с помощью специальных устройств – кондиционеров. Кондиционеры подают в складские помещения воздух требуемой температуры, влажности и чистоты, что создает благоприятные условия для хранения товаров, материалов и производства складских операций, а радиаторы только подогревают его. Однако поскольку система кондиционирования воздуха сложнее и дороже обычного парового или водяного отопления, ее применение в каждом случае следует обосновать экономически.
*Вентиляция*. Важным техническим оснащением складов являются вентиляционные устройства, которые совместно о отопительными и, в первую очередь, с кондиционными создают в помещении
необходимый микроклиматический режим хранения материалов. С помощью вентиляционной системы удаляется загрязненный и излишне влажный воздух и взамен его подается чистый и сухой.

В зависимости от источника движущей силы различают естественную и механическую вентиляции. Общая естественная вентиляция, или аэрация, создается в помещении посредством воздухообмена в результате разностей весов холодного и теплого воздуха и давлений на наветренной и подветренной сторонах здания.

По способу и характеру вентилирования естественная и механическая вентиляции подразделяются на вытяжную, приточную и приточно-вытяжную.

*Вытяжная естественная* вентиляция осуществляется через специальные вентиляционные каналы в стенах склада. Верхнее отверстие вентиляционного канала выводится выше уровня кровли, а нижнее находится в пределах 0,5 м от потолка складского помещения. При этом создается тяга за счет естественного движения теплого воздуха по каналу и движения наружного воздуха, образующего разряжение у его верхнего отверстия.

Для усиления вытяжки устья каналов снабжаются специальными насадками – дефлекторами, состоящими из короткой трубы, к которой снаружи крепится пустотелая насадка в виде усеченного конуса. Под воздействием ветра между трубой и конусом возникает подъемная струя, которая усиливает естественную вытяжку. «Вытянутый» воздух компенсируется за счет притока из окон, дверей и других отверстий и проемов в складе.

*Приточная естественная* вентиляция осуществляется форточками, окнами, дверьми, расположенными в одной плоскости стены, когда наружный более холодный и тяжелый воздух, попадая в помещение через большую нижнюю площадь проема, вытесняет более теплый и легкий воздух, удаляющийся с большей скоростью по верхней, меньшей части того же проема.

*Приточно-вытяжная* естественная вентиляция создается за счет интенсивного прохождения воздуха через окна, форточки, двери, находящиеся в разных плоскостях помещения. Пол механическими способами вентиляции понимают принудительное перемещение воздуха с помощью специальных механизмов, приводимых в действие электродвигателями.

*Вытяжная механическая* вентиляция является наиболее распространенной и экономичной. Ею пользуются в складах с интенсивным грузопотоком, воздух которых быстро загрязняется пылью или вредными испарениями; в душевых, курительных, санитарных узлах; складах и складских помещениях, где хранятся бензин, керосин, масла, растворители (бензол, ацетон), летучие (спирты, эфиры); нитролаки и т. п.

Нормы кратности обмена воздуха для складов составляют при кратковременном пребывании в них людей 1,5–5 объемов помещения в час, при постоянном –5–10.

*Водоснабжение и канализация*. Водоснабжение на складах предусматривается для питьевых, хозяйственно-гигиенических нужд и противопожарных целей.

Потребность в воде рассчитывается с учетом числа работающих на складе по следующей норме на 1 чел.: хозяйственно-питьевые нужды –25 л; душевые – 40 – 60 л.

Как правило, на складах устраивают один водопровод с напором 1,5 атм, необходимым для работы внутренних пожарных кранов в случае пожара. Напор создается специально установленными стационарными насосами.

Канализация на складе устраивается при числе работников не менее 15.

В целях нормальной эксплуатации и предотвращения замораживания системы водопровода и канализации устраиваются только в отапливаемых зданиях.

*Искусственное освещение*. На складах и в складских устройствах освещению подлежат места хранения, перегрузки, взвешивания, сортировки, упаковки материалов; вспомогательные, служебные, административно-бытовые помещения, пути сообщения, дворы и т. п. В помещении складов источники света располагают в главных коридорах и вспомогательных проходах, между штабелями, а также над приемочными и отпускными площадками.

Освещение бывает наружное и внутреннее. Наружное применяют для освещения открытых площадок, грузовых дворов и платформ, всей территории склада, а внутреннее — для складских помещений. Различают также освещение:

– *общее* – для всей площади определенного складского помещения;

– *местное* –для места постоянно выполняемых производственных операций (приемочно-отпускные площадки) или рабочего места диспетчера, кладовщика;

– *дежурное* – для складских помещений и участков в нерабочее время и в небольшой степени.

Склады освещаются электрическими лампами накаливания и люминесцентными. Для направления светового потока в рабочую зону и защиты зрения лампы заключают в арматуру, которая одновременно предохраняет их от боя. Согласно правилам техники безопасности и противопожарным требованиям на складах устанавливают пыленепроницаемую и взрывобезопасную арматуру.

## 6.3. Надзор за санитарным состоянием складских помещений

Санитарное состояние помещений, где хранятся продукты питания и непищевые товары на складе, требуют особого внимания в плане защиты от вредителей и переносчиков особо опасных инфекций. Существенное значение для сохранности товаров и их качества, а так же для здоровья потребителей этих продуктов имеют значения параметры микроклимата этих помещений, таких как температура и влажность.

За состоянием помещений, где хранятся потребительские товары, за их использованием надзор осуществляет Роспотребнадзор. Этот орган особо придирчиво относится к помещениям, в которых имеются плесневые грибки, которые могут покрывать стенки, пол и потолок.

По результатам проверки таких помещений в результате микроскопического исследования могут быть обнаружены не менее пяти видов грибов, а так же живые микроскопические одноклеточные вещества – аскариды.

Следует отметить, что плесень является источником многих проблем, связанных с рядом серьезнейших заболеваний людей. Рост колоний плесени чаще всего наблюдается в местах, где располагаются давно не чищенные вентиляционные решетки, на фильтрах кондиционеров и систем.

Зоной рисков заселения складских и производственных помещений патогенной микрофлорой являются участки, сопряженные с работой рефрижера-

торного оборудования, места скопления и образования конденсата.
В поддержании микологической безопасности складских помещений существенную роль играет тщательность и регулярность уборки. Для уборки помещений необходимо применение моечных машин, а труднодоступные места требуется выполнять ручной уборкой.

Опасность халатного отношения к микрофлоре складских помещений, особенно там, где хранятся пищевые товары, чревато плохими последствиями, такими как утраты качества товаров и их количества. Кроме того наличие плесени в складских помещениях вредно для обслуживающего персонала.

Приказом №107 от 12 августа 2004 г. за подписью руководителя ФГУ центра Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Москве, Постановлением Правительства Москвы № 289-ПП от 01 мая 2004 г., а также приказом руководителя федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области предписано руководствоваться положением «Об организации контроля за очисткой и дезинфекцией систем вентиляции и кондиционирования воздуха в местах скопления людей и прочих городских объектах». Под прочими городскими объектами понимаются также и складские помещения.

Регулярная проверка состояния стен, потолка и других элементов помещений, таких как колонны и др., проветривание и просушка – гарантия сохранения качества и количества хранимой продукции.

В неотапливаемых складах, где хранится промышленная продукция – металл, металлические изделия, резинотехнические изделия, химическая продукция и другие, необходимо регулярное проветривание помещений.

### 6.4. Надзор за строительными конструкциями зданий складов

К строительным конструкциям зданий складов относятся: фундаменты, стены, колонны, полы, каркас крыши.

Столбчатые фундаменты применяются при незначительных узлах. По существу это подземные столбы, на которые устанавливаются сборные железобетонные балки, служащие опорой стен склада. Столбчатые фундаменты способствуют экономии строительных материалов. Фундаменты бывают монолитные и сборные из блоков (сплошных, с пустотами). Иногда фундаменты закладывают по всей площади пола склада из сплошных железобетонных фундаментных балок или монолитного бетона.

Стены – элементы здания вертикального плоскостного типа – и предназначены для ограждения хранимых материалов от влияния внешней среды, а также восприятия нагрузки перекрытий и покрытий складов и передачи ее фундаменту (у большинства действующих складов).Стены бывают монолитными (из камня, кирпича, бетона, железобетона) и сборными (из стеновых блоков и панелей). Сборные приняты как типовые и широко распространены благодаря их экономичности, а также промышленному изготовлению. Стены подразделяются также на массивные – возводимые, как правило, для отап-

ливаемых складов, и каркасные – преимущественно для не отапливаемых и не утепленных зданий. Каркасные стены экономичны и легки, поскольку они не несут нагрузки покрытия здания, которую выполняют колонны и балки. Для оборудования отапливаемых складов и холодильников прменяют керамзито- и ячеистобетонные панели с использованием пенобетона, пеностекла, шлаковаты и других термоизоляционных материалов.

Основным рабочим элементом складского здания является пол. На полу устанавливают металлические конструкции-стеллажи, различное оборудование, рельсы для кранов-штабелеров, по полу перемещаются электропогрузчики. Следовательно, полы воспринимают большие вертикальные и горизонтальные нагрузки. Основные требования предъявляемые к поламследующие: прочность, ровность, гладкость, горизонтальность, нескользкость; хорошая сопротивляемость физическим и химическим воздействиям – ударам, истиранию, выщелачиванию; экономичность, пожаробезопасность.

Полы состоят из основания, подстилающего слоя и верхнего покрытия. Основанием пола служит естественный грунт с достаточной несущей способностью (как правило в одноэтажных зданиях) или несущая часть междуэтажного перекрытия (в многоэтажных здаииях), а подстилаюшим слоем – песок, гравий, щебень, бетон, цементный раствор, шлакобетон.

Основание – это бетонная стяжка, а покрытие – материалы, которые придают поверхности пола основные потребительские свойства, т.е. способность воспринимать без повреждений нагрузки, возникающие при работе складских машин, хранимых грузов (товаров).

Верхнее покрытие полов – наиболее отличительная деталь, так как учитывает разнообразие свойств, хранимых материалов. Покрытие бывает асфальтовым, асфальтобетонным, цементно-бетонным, клинкерным, булыжным, брусчатым, деревянным (торцовым или досчатым на бетоне), глинобитным, глиношлаковым, из керамических плиток, из линолеума и др.

В складских помещениях пол, как правило, состоит из основания и покрытия. Основание – это бетонная стяжка, а покрытие – материалы, которые придают поверхности пола основные потребительские свойства, т.е. способность воспринимать без повреждений нагрузки, возникающие при работе складских машин, хранимых грузов (товаров).

При приложении на пол больших нагрузок, превышающих его прочностные характеристики, возможно разрушение поверхностного слоя, т.е. растрескивание подобно стеклу. Появление трещин возможно также под воздействием внутренних напряжений в бетоне, вызванных усадочными деформациями, которые могут возникать при затвердевании бетона, а также при перепаде температур.

Чтобы исключить или уменьшить эти негативные процессы в полу, а также обеспечить контроль мест появления трещин в бетонной стяжке необходимо нарезать деформационные швы.

Существует три основных типа деформационных швов в бетонной стяжке:

– изоляционные;

– усадочные;

– конструкционные.

Изоляционные швы.

В процессе эксплуатации складского здания его конструкции подвергаются различным деформациям. К числу таких деформаций относится:

– это воздействие внешней среды,

– подвижка грунтов основания,

– температурные воздействия,

– работы внутрискладских погрузочно-разгрузочных машин.

Для того чтобы исключить передачу деформации от стен и фундаментов на бетонные полы в местах наибольшей концентрации нагрузок, необходимо делать изоляционные швы, которые позволяют работать полу независимо от других конструктивных элементов складского здания. Изоляционный шов должен быть сделан вдоль стен и вокруг всех полов здания.

Если внутри складского помещения устанавливаются стеллажи (в экспедиции приёма груза, хранилище, экспедиции выдачи груза), другое складское оборудование, изоляционные швы должны быть выполнены вокруг всего фундамента. Таким образом, промышленные бетонные полы укладывают на складах с учетом значительных статических и динамических нагрузок на них. В этой связи к ним предъявляют требования по долговечности, стойкости к динамическим нагрузкам, истиранию, герметичности, отсутствию пыления, простоте в эксплуатации и уборке. Недолговечность пола одна из проблем, возникающих при эксплуатации склада.

В связи с этим необходим постоянный надзор за техническим состоянием пола. Надзор за состоянием пола складских помещений – одно из требований надежной работы внутрискладской механизации для исключения поломок электропогрузчиков, электроштабелеров, кранов-штабелеров и других машин и устройств.

Междуэтажные перекрытия служат для укладки материалов, перемещения транспорта и людей; они подразделяются на железобетонные сборные и монолитные, деревянные, смешанные.

Железобетонные сборные междуэтажные перекрытия – наиболее распространенный и рациональный вид в современном складском строительстве – представляют собой сплошной настил из ребристых или пустотелых плит и панелей по железобетонным балкам. Этот вид перекрытий удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к междуэтажным перекрытиям (прочность, долговечность, огнестойкость, экономичность, индустриальность). Допустимая нагрузка – от 10 до 33 кН/м$^2$.

Железобетонные монолитные междуэтажные перекрытия имеют ограниченное применение из-за трудоемкости выполнения и дороговизны, но применя-

ются в сейсмических в сейсмических районах. Необходим постоянный надзор за техническим состоянием междуэтажных перекрытий.

## 6.5. Надзор за зарядными устройствами аккумуляторных батарей электропогрузчиков и электроштабелеров

Зарядные устройства (ЗУ) являются составной частью хозяйства любого складского комплекса, где применяется электромеханические погрузчики (ЭП) и электроштабелеры (ЭШ).

ЭП и ЭШ – основные погрузочно-разгрузочные машины, которые предназначены для работы на фронтах погрузки и разгрузки транспортных средств, а также внутри склада для складирования груза штабельным и стеллажным способом.

Анализ использования в ЗУ схемнотехнических решений показывает, что в их основе заложены несколько базовых алгоритмов управления физико-химическим процессом заряда аккумуляторных батарей. Класс оборудования ЗУ, определяющий его функциональные возможности, соответствует ДТ/Д, зависит от технологической базы, на которой выстроена логика управления ЗУ. Используемые в погрузочно-разгрузочных машинах ЗУ, как правило, применяются двух типов:

– щелочные (никель-кадмиевые и никель-металлгидратные);

– свинцово-кислотные аккумуляторы.

Широкое использование таких ЗУ связано с их простотой и низкой стоимостью.

Главным их недостатком является длительность времени заряда, необходимость иметь несколько устройств под разные типы батарей, а также отсутствием управления зарядом. Если для заряда батарей с свинцово-кислотными аккумуляторами достаточно внутри складского помещения иметь розетки, установленные в некотором удалении от зоны хранения грузов, для зарядки щелочных батарей необходимо иметь отдельные помещения.

Несоблюдение правил заряда батарей обоих типов может привести к негативным воздействия на окружающую среду, вплоть до возгорания батарей и соответственно помещений.

Целесообразно обеспечивать автоматический заряд батарей по заданному алгоритму. Применение таких устройств помимо заряда могут обеспечивать измерение емкости батареи и ее отдельных элементов, а также степени заряда.

В отличие от простейших, ЗУ на микропроцессорной базе способны останавливать процесс заряда по нескольким параметрам:

– скорости повышения температуры,

– напряжению на аккумуляторной батареи,

– кратковременному понижению напряжения.

Оптимизация процесса заряда батарей помимо максимального использования ее ресурса и сокращения затрат на эксплуатацию, должна повысить устойчивость против возникновения пожара в зарядных помещениях, которые могут возникать от перегрева в электропроводке.

## 6.6. Противопожарные мероприятия на складах

Организация, выполнение и контроль за соблюдением противопожарных мероприятий – одна из функций управления на большинстве предприятий. Особенно возрастает она на складах и базах — хранилищах больших материальных ценностей.

Большое значение противопожарных мероприятий на складах и базах связано еще и с тем, что последние по своей специфике больше подвержены пожарам, поскольку возникают не только из-за несоблюдения норм противопожарной безопасности и небрежного обращения с огнем, но в ряде случаев и по субъективным причинам криминального характера.

К основным причинам возникновения пожаров на складах и базах можно отнести курение в неположенных местах, неосторожное обращение с огнем, неисправность электропроводки, электрооборудования, отопительных печей и дымовых труб. Пожары бывают и в результате искры от энергетических и производственных установок, двигателей внутреннего сгорания транспортных средств, грозовых разрядов и статического электричества, а также из-за самовозгорания некоторых материалов.

Различают мероприятия по предупреждению пожаров; мероприятия, разрабатываемые для ликвидации уже возникших пожаров, и мероприятия оповещающего характера:

1. Организационные мероприятия по предупреждению пожаров касаются производственного процесса. К ним относятся следующие мероприятия:

– правильное технологическое размещение грузов на период хранения с соблюдением всех зазоров, проходов, проездов;

– наиболее быстрая приемка товаров;

– исключение различного рода загромождений принимаемыми грузами и их оставление в таком виде на более или менее продолжительное время;

– быстрое удаление тары и упаковочного материала с мест приемки и распаковки грузов при переупаковки на транспортном складе.

Эти мероприятия важны и эффективны, так как они являются по существу содержанием нормально выполняемого производственного процесса, а поэтому не требуют каких-либо специальных знаний и затрат.

2. Эксплуатационные мероприятия связаны с пожарной безопасностью эксплуатации машин и оборудования. К ним относятся, главным образом, мероприятия, связанные с исключением образования искр и пламени при работе машин.

## 6.7. Технический надзор за складскими погрузочно-разгрузочными машинами

Все погрузочно-разгрузочные машины должны находиться на балансе складского комплекса (склада) и иметь инвентарные номера. За правильностью эксплуатацией и ремонтом погрузочно-разгрузочных машин должен быть установлен местный технический надзор. Этот надзор должен осуществляться соответствующими службами, которые находятся в подчинении технического директора (главного инженера) складского комплекса, открытых или закрытых складов. На закрытых складах должен быть специалист по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных и погрузочно-разгрузочных машин, съемных грузозахватных приспособлений и тары. Если склад имеет незначительный грузооборот номенклатуру грузов, технический надзор должен менеджер (начальник) склада. Технический надзор работой погрузочно-разгрузочных машин на открытых складах осуществляет инспекция государственного технического надзора. В этом случае технический надзор распространяется на следующие типы машин:

– грузоподъемные краны всех типов, исключение – краны с ручным приводом, управляемые с пола или пульта мостовые краны-штабелеры (МКШ); однобалочные краны мостового типа; консольно-поворотные и стреловые грузоподъемностью 1т включительно, а также краны с постоянным вылетом стрелы без грузовой тележки или не снабженные механизмом поворота не зависимо от грузоподъемности;
– экскаваторы, предназначенные для работы с крюком, грейфером или магнитом;
– ковшовые погрузчики.

Инспекция также должна осуществлять технический надзор за внутри складскими кранами-штабелерами большой грузоподъемности от 2т и выше; мостовыми кранами. Инспекторы государственного технического надзора обязаны:

- контролировать на складах соблюдение инструкций, правил, приказов и других документов по вопросам технического надзора;
- давать разрешения на ввод машин в эксплуатацию; вести учет и принимать меры к расследованию аварий и несчастных случаев с людьми;
- участвовать в комиссиях по проверке знаний лицами, получающими права управления погрузочно-разгрузочными машинами, контролировать выполнение требований технического надзора на рабочих местах.

Надзор за погрузочно-разгрузочными машинами малой грузоподъемности, работающими внутри склада, осуществляет местный технический специалист. Он подготавливает погрузочно-разгрузочные машины для проведения первичного, очередного, внеочередного и контрольного освидетельствования; контролирует качество работ при монтаже новых машин; ведет надзор за соблюдением планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта машин. В

паспорте грузоподъемной и погрузочно-разгрузочной машины, который является основным техническим документом, должны быть указаны дата и номер приказа о назначении ответственного за исправное состояние машины, его фамилия, имя, отчество и подпись. Не реже одного раза в год грузоподъемные и погрузочно-разгрузочне машины подвергаются:

- техническому осмотру, при котором проверяют в работу всех механизмов и электрооборудования, приборы безопасности, тормоза, аппараты управления, системы освещения и сигнализации, контролируют состояние металлоконструкций и их соединений, крюков, канатов, блоков, элементов подвеса колонн у мостовых и стеллажных кранов-штабелеров, моста, противовесов, подкрановых путей, заземления и пр.;
- статическому испытанию для проверки прочности и работоспособности основных элементов машины и её грузовой устойчивости, осуществляемых на новых, реконструируемых или капитально отремонтированных машинах под нагрузкой, превышающей на 20% грузоподъемность машины или на 10%- при периодических освидетельствованиях;
- динамическому испытанию для проверки действия механизмов машины под нагрузкой, превышающей её грузоподъемность на 10%.

По результатам осмотра составляют акты для принятия решения по улучшению технического состояния машин.

Для учета работ по ремонту погрузочно-разгрузочных и устранению обнаруженных неисправностей должен вестись журнал технического обслуживания и ремонта, в котором отмечаются неисправности, которые необходимо устранить сразу или впоследствии; определяются заявки на изготовление или приобретение запасных частей и приводятся результаты технических осмотров машин. Кроме отмеченного журнала специалистом должен журнал о приеме-сдаче машин по смене; журнал зарядчика-аккумуляторов, в котором фиксируется работа персонала подзарядных станций электропогрузчиков; журнал осмотра грузозахватных приспособлений, в котором указывают выявленные и устраненные недостатки.

При поступлении новых погрузочно-разгрузочных машин на склад составляется акт ввода машин в эксплуатацию, а прошедших капитальный ремонт-акт приемки машин из ремонта.

## Литература

*А. Основная литература*

1. Манукян Р.Г., Шведов В.Е., Григоренко В.М., Мочалов А.И. Грузовые воздушные перевозки: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГУГА, 2012.
2. Палагин Ю.И. Логистика: Учеб. Пособие. – СПб.: Политехника, 2009
3. Палагин Ю.И. Транспортная логистика: мультимодальные перевозки. Технология, оптимизация, управление: Учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 2015.
4. Шведов В.Е. Основы грузоведения: учеб. пособие. /Академия ГА. – Л., 1994.
5. Шведов В.Е., Шведов В.В. Механизация и автоматизация технологических процессов погрузочно-разгрузочных работ на транспорте. Учеб. пособие / Академия ГА. – СПб., 2006.
6. Шведов В.Е., Иванова Н.В. Грузоведение: учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГУГА, 2007.
7. Шведов В.Е., Иванова В.И., Шведов В.В. Пункты взаимодействия на транспорте (транспортно-логистические центры): учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГУГА, 2012.
8. Шведов В.Е., Иванова Н.В., Шведов В.В. Контейнерные терминалы на транспорте (технология, проектирование, расчет, автоматизация управления): учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГУГА, 2012.

*Б. Дополнительная литература*

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1984.
2. Гохбом Е.Н., Болотин Н.А. Проектирование механизации погрузочно-разгрузочных устройств и складов. ЛИИЖТ. – Л., 1989.
3. Канарчук В.Е., Чигринец А.Д. Механизация технологических процессов в аэропортах. – М.: Транспорт, 1986.
4. Киреев В.С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ. – М.: Транспорт, 1991.
5. Контейнерная транспортная система. / Под ред. Л.А. Когана. – М.: Транспорт, 1991.
6. Маликов О.Б., Шведов В.Е. Технико-экономическое обоснование вариантов механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ. – ЛДНТП, Л., 1989.
7. Маликов О. Б., Малкович А.Р. Склады промышленных предприятий: Справочник / Под общ. ред. О.Б. Маликова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отдние, 1989.
8. Маликов О.Б. Определение параметров механизированных складов штучных грузов. – ЛИИЖТ., Л., 1989.
9. Мочалов А.И., Палагин Ю.И. Информационные технологии на транспорте. Учеб. пособие / Академия ГА. – СПб., 2001.
10. Шведов В.Е., Григоренко В.М. и др. Автоматизированные системы перемещения грузов на складах. – ЛДНТП. Л., 1985.

11. http://www.lobanov-logist.ru/library/352/55336/?print=Y
12. https://yandex.ru
13. http://www.ufk-invest.ru/literatura/?text=7
14. http://www.sklad-man.ru/news.php?id=576
15. http://lkzspb.ru/bridge_cranes_shtabeler.html

*Приложение 1.*

**Рис. 1.** Считывающие устройства (сканеры)

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК